ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ

Η Τεχνολογία Blockchain στη Ναυτιλία.

Οικονόμου Απόστολος

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Επιβλέπων
Σταμούλης Γεώργιος

Λαμία, 2019

UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

INFORMATICS AND COMPUTATIONAL BIOMEDICINE

Blockchain Technology in the Shipping Industry.

Economou Apostolos

Master thesis

Stamoulis George

Lamia, 2019

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ»

Η Τεχνολογία Blockchain στη Ναυτιλία.

Οικονόμου Απόστολος

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Επιβλέπων
Σταμούλης Γεώργιος

Λαμία, 2019

«Υπεύθυνη Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψης προσωπικής ευθύνης»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, και γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι η παρούσα εργασία με τίτλο [«τίτλος εργασίας»] αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές από τις οποίες χρησιμοποίησα δεδομένα, ιδέες, φράσεις, προτάσεις ή λέξεις, είτε επακριβώς (όπως υπάρχουν στο πρωτότυπο ή μεταφρασμένες) είτε με παράφραση, έχουν δηλωθεί κατάλληλα και ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο/Η ΔΗΛΩΝ/-ΟΥΣΑ

Ημερομηνία

Υπογραφή

Η Τεχνολογία Blockchain στη Ναυτιλία.

Οικονόμου Απόστολος

Τριμελής Επιτροπή:

Σταμούλης Γεώργιος, (επιβλέπων)

Ζυγούρης Νικόλαος

Δαδαλιάρης Αντώνιος

Επιστημονικός Σύμβουλος:

Φιλλιπόπουλος Ιωάννης

Ευχαριστίες και αφιερώσεις

Ευχαριστώ την Υπεραγία Θεοτόκο που με αξίωσε να περατώσω την παρούσα εργασία .

Ευχαριστώ τους γονείς μου για όσα μου έχουν προσφέρει μέχρι σήμερα.

Ευχαριστώ τον καθηγητή κ. Σταμούλη Γεώργιο για την επίβλεψη και την καθοδήγηση.

Ευχαριστώ τον κ. Φιλλιπόπουλο Ιωάννη ο οποίος στάθηκε πολύτιμος αρωγός μου, από την ημέρα επιλογής του θέματος της εργασίας μέχρι την ολοκλήρωσή της.

Τέλος αφιερώνω την εργασία σε ό,τι πολυτιμότερο έχω στη ζωή μου, στην οικογένεια μου, δηλαδή στην αγαπημένη μου σύζυγό, Ιωάννα και στα παιδιά μου Παύλο και Μαρία-Κωνσταντίνα.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ BLOCKCHAIN ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αποτελεί μία μελέτη πιθανής εφαρμογής της τεχνολογίας Blockchain στη Ναυτιλία. Η ναυτιλία αρχίζει να εξετάζει την τεχνολογία blockchain, το οποίο είναι ένα αποκεντρωμένο σύστημα για να εξασφαλίσει τη συναίνεση και την αυθεντικότητα των δεδομένων, που είχε αρχικά εφαρμοστεί στις συναλλαγές του ψηφιακού νομίσματος bitcoin. Παρόλο που η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο, θα μπορούσε να αξιοποιηθεί από τη ναυτιλιακή βιομηχανία με διάφορους τρόπους και να φέρει επανάσταση στο πώς πραγματοποιείται το εμπόριο στο μέλλον. Μεγάλες εταιρείες έχουν ήδη ξεκινήσει εμπορικές πλατφόρμες βασισμένες στην τεχνολογία blockchain και όλοι προσβλέπουν σε αυτό που έρχεται στη συνέχεια στον συγκεκριμένο τομέα της έρευνας για τα επόμενα χρόνια.

Λέξεις Κλειδιά

Blockchain, Ναυτίλία, Bitcoin, Ethereum, Έξυπνα συμβόλαια, Πρόγνωση καιρού,

Abstract

This postgraduate thesis is a study of the possible application of Blockchain technology to shipping industry. The shipping industry is starting to look at blockchain technology, which is a decentralized system to ensure data consensus and authenticity, which was originally applied to bitcoin digital currency trading. Although this technology is still at an early stage, it could be exploited by the shipping industry in a variety of ways and revolutionize how trade is conducted in the future. Big companies have already launched trading platforms based on blockchain technology and everyone is looking forward to what comes next in this particular field of research for the coming years.

Keywords

Blockchain, Maritime, Shipping Industry, Bitcoin, Ethereum, Smart Contracts, Weather Forecast

1. Εισαγωγή

Σε πολλές περιπτώσεις, η ναυτιλία παραμένει παραδοσιακή, δεδομένου ότι πολλές από τις διαδικασίες που υλοποιούνται είναι χρονοβόρες και η χρήση έντυπων εγγράφων εξακολουθεί να επικρατεί - για να αναφέρουμε μερικά, μνημόνια συμφωνιών για την πώληση και αγορά πλοίων, charterparty συμφωνίες για την απασχόληση πλοίων, φορτωτικές, λιμενικά έγγραφα, πιστωτικές επιστολές και άλλα έγγραφα για τη μεταφορά φορτίου. Το γεγονός ότι οι διαδικασίες αυτές, κατά περιόδους, περιλαμβάνουν μια εκτεταμένη αλυσίδα συμβαλλομένων μερών, αυξάνει τον κίνδυνο ανθρώπινου σφάλματος και σε κάποιες περιπτώσεις απάτης.

Η αρχική ώθηση στη βιομηχανία επέτρεψε σε μεγάλους φορείς εκμετάλλευσης να συνεργαστούν με εταιρείες τεχνολογίας προκειμένου να εκτιμήσουν πώς η τεχνολογία blockchain μπορεί να τους βοηθήσει στο μέλλον.

Για παράδειγμα, η Maersk συνεργάστηκε με την IBM για να συστήσει μια εταιρεία για τη διάδοση της τεχνολογίας blockchain σε ολόκληρη τη ναυτιλιακή βιομηχανία, στον τομέα της παρακολούθηση των εμπορευματικών μεταφορών και την αντικατάσταση όλων των εγγράφων με ψηφιακά αρχεία, με την ελπίδα ότι θα δημιουργήσει σημαντικά οφέλη για όλους τους ενδιαφερόμενους την αλυσίδα εφοδιασμού.

Η MOL και η Sumitomo Mitsui Banking Corporation συνεργάζονται επίσης με την IBM και από κοινού δοκιμάζουν τη διασυνοριακή διαπραγμάτευση για να δουν αν οι λειτουργίες μπορούν να είναι πιο αποτελεσματικές όταν υιοθετείται τεχνολογία κρυπτογράφησης.

Η προσδοκία είναι ότι η τεχνολογία blockchain θα δημιουργήσει μια πλατφόρμα που δεν θα είναι αγκιστρωμένη από ατελείωτες γραφειοκρατικές και πολύπλοκες συναλλαγές, αλλά θα είναι πλήρως ψηφιοποιημένη, επιτρέποντας έτσι πιο ρευστή διακίνηση αγαθών με μειωμένο κόστος και μικρότερη απώλεια πόρων.

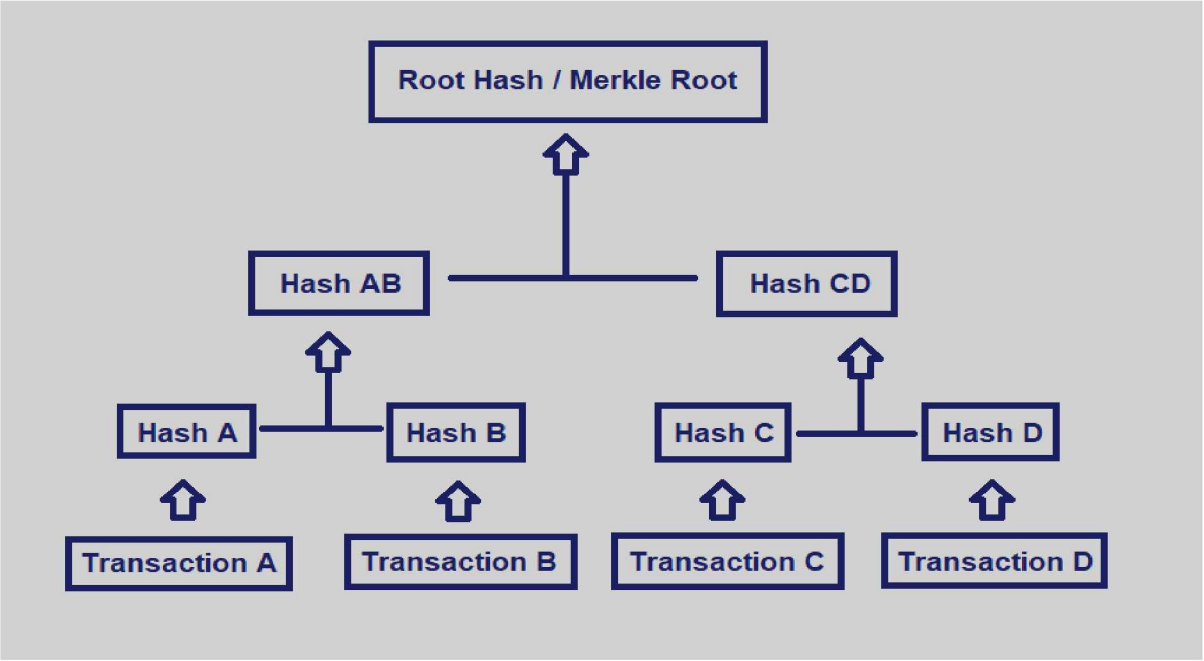
Σύμφωνα με την Tradewinds, εμπορεύματα που υπερβαίνουν τα 4 δισεκατομμύρια δολάρια διακινούνται ετησίως και τα έξοδα που προκύπτουν από την τεκμηρίωση που αποδίδεται σε αυτά τα προϊόντα είναι της τάξης των 800 εκατομμυρίων δολαρίων. Η πιθανή εξοικονόμηση, με την χρήση του blockchain, θα

πρέπει τελικά να σταθμιστεί ενάντια στους πιθανούς κινδύνους σε οποιοδήποτε ψηφιοποιημένο σύστημα σε σχέση με την απάτη ή την πειρατεία. [1]

2. Η Τεχνολογία Blockchain

2.1 Εισαγωγή

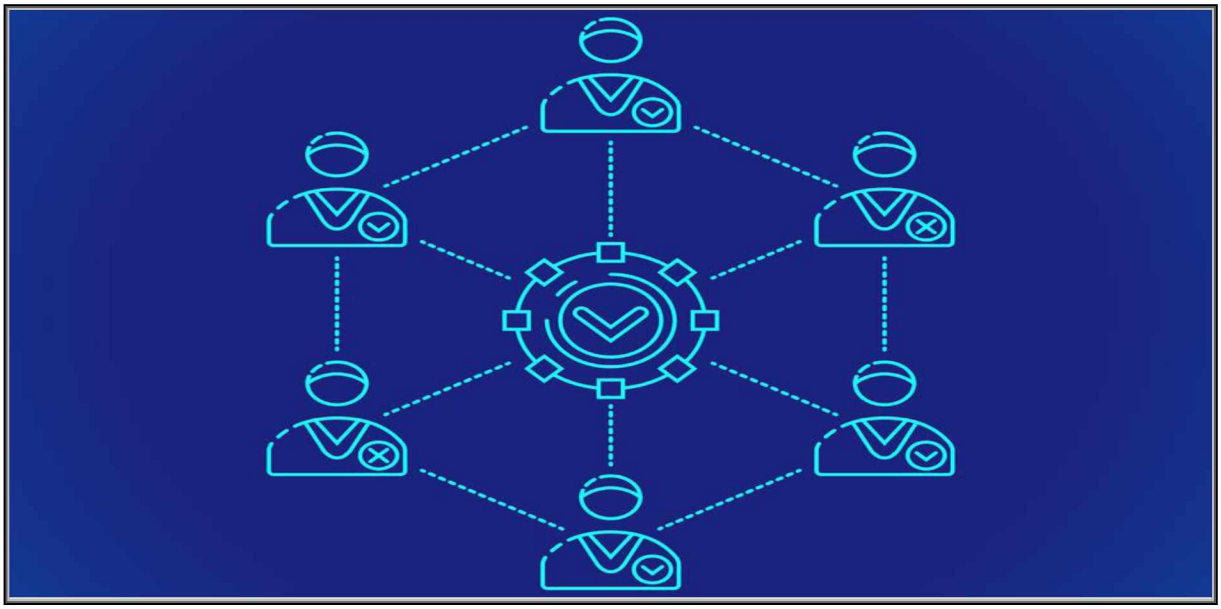
Το Blockchain είναι ένας συνεχώς αυξανόμενος κατάλογος αρχείων τα οποία τοποθετούνται σε μπλοκ και τα μπλοκ μεταξύ τους συνδέονται με κρυπτογραφία. Κάθε μπλοκ περιέχει ένα κρυπτογραφικό αποτύπωμα του προηγούμενου μπλόκ, μία χρονική σφραγίδα και τα δεδομένα συναλλαγής τα οποία απεικονίζονται συνήθως ως ένα merkle tree[2].



Εικόνα 1: Merkle tree συναλλαγών A,B,C και D

Εκ φύσεως η τεχνολογία Blockchain είναι ανθεκτική στην αλλοίωση των δεδομένων. Είναι ένα ανοικτό διανεμημένο καθολικό (λογιστικό βιβλίο) το οποίο καταγράφει συναλλαγές μεταξύ δύο μερών αποτελεσματικά, κατά επαληθεύσιμο τρόπο και μόνιμα[3]. Για να χρησιμοποιηθεί ως ένα διανεμημένο καθολικό το Blockchain συνήθως διαχειρίζεται από ένα p2p δίκτυο συλλογικά ακολουθώντας ένα πρωτόκολλο συναίνεσης για την εσωτερική επικοινωνία μεταξύ των κόμβων καθώς και την επαλήθευση της δημιουργίας νέων μπλοκ. Εφόσον καταγραφούν τα νέα δεδομένα σε

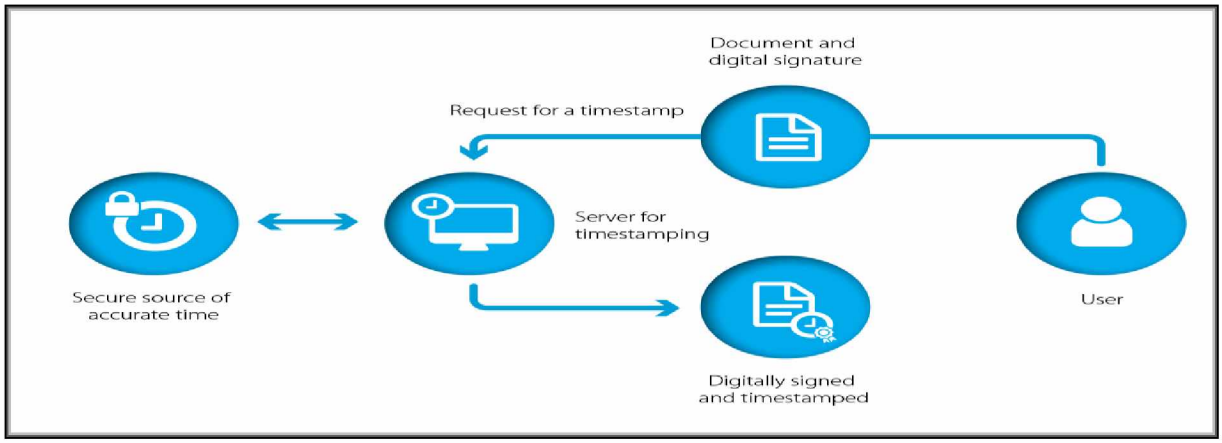
ένα μπλοκ δεν μπορούν να αλλαχθούν αναδρομικά χωρίς να αλλοιωθούν όλα τα επόμενα μπλοκ πράγμα το οποίο θα απαιτούσε την συναίνεση όλων των κόμβων του δικτύου. Παρόλο που τα δεδομένα του Blockchain δεν είναι αναλλοίωτα το blockchain θεωρείται ασφαλής από σχεδιασμού καθώς για οποιαδήποτε αλλαγή δεδομένων απαιτείται η συναίνεση του μεγαλύτερου ποσοστού των κόμβων του p2p δικτύου[4].



Εικόνα 2: Συναίνεση στο Blockchain

2.2 Η Αρχή

Η πρώτη προσπάθεια για την δημιουργία μίας αλυσίδας από μπλοκ κρυπτογραφικά ασφαλισμένης περιγράφηκε το 1991 από τον Stuart Haber και W. Scott Stornetta[5]. Η προσπάθεια αποσκοπούσε στην εφαρμογή ενός συστήματος όπου τα έγγραφα θα αποκτούσαν μια χρονοσφραγίδα με αποτέλεσμα να μην μπορούν να αλλοιωθούν στην μετέπειτα πορεία τους. Το 1992 κατάφεραν να ενσωματώσουν το Merkle tree στον σχεδιασμό γεγονός το οποίο βελτίωσε την αποτελεσματικότητα επιτρέποντας αρκετά πιστοποιητικά εγγράφων να ενσωματωθούν σε ένα μπλόκ[6].



Εικόνα 3: Χρονοσφραγίδα ηλεκτρονικού εγγράφου

Όμως η πρώτη υλοποίηση της τεχνολογίας blockchain έγινε από ένα άτομο (η ομάδα ατόμων) γνωστό και ως Sathosi Nakamoto το 2008. Ο Nakamoto βελτίωσε το σχεδιασμό αποτελεσματικά χρησιμοποιώντας μία Hashchash μέθοδος προκειμένου να προστίθενται νέα μπλοκ στην αλυσίδα χωρίς να απαιτείται η έγκριση από τρίτα μέρη[2]. Το σχέδιο μπήκε σε εφαρμογή την επόμενη χρονιά ως βασικό συστατικό του κρυπτονομίσματος Bitcoin, όπου λειτουργεί ως δημόσιο καθολικό (Βιβλίο) για το σύνολο των συναλλαγών στο δίκτυο[7].Τον Αύγουστο 2014 το μέγεθος του αρχείου Blockchain του Bitcoin, το οποίο περιείχε δεδομένα με όλες τις συναλλαγές που συνέβησαν στο δίκτυο, έφτανε τα 20GB και σήμερα Αύγουστος 2019 ανέρχεται στα 235GB[8].

2.3 Χαρακτηριστικά της Τεχνολογίας Blockchain

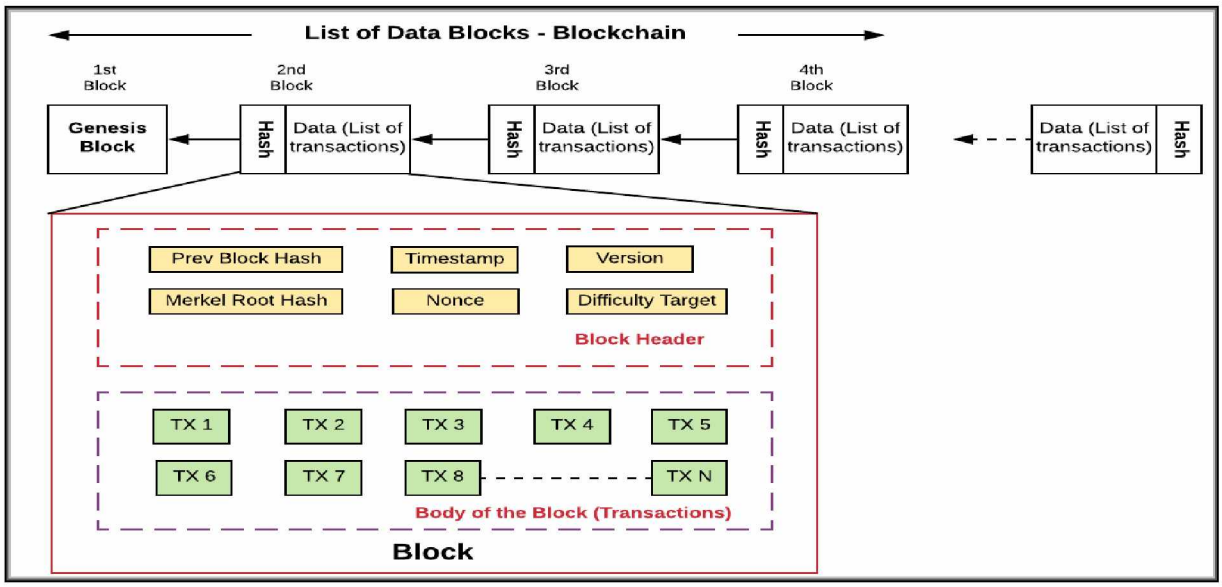
Το Blockchain είναι μία αλληλουχία από μπλοκ τα οποία περιέχουν αρχεία με όλες τις συναλλαγές που λαμβάνουν χώρα όπως ένα συμβατικό δημόσιο καθολικό (Λογιστικό Βιβλίο) [9]. Το πρώτο μπλοκ της αλυσίδας καλείτε ως γενεσιουργό μπλοκ καθώς είναι το πρώτο που δημιουργήθηκε . Ένα μπλοκ αποτελείτε από την κεφαλή και τον κορμό αυτού, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.

Η κεφαλή περιέχει:

- Previus Block Hash: Τιμή hash του προηγούμενου block .

- Timestamp: Η τρέχουσα ώρα σε δευτερόλεπτα αρχόμενης από 1/1/1970
- Block version: Υποδεικνύει του κανόνες, του μπλοκ, που πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου να γίνει επικύρωση.
- Merkle root hash: Η τιμή hash για όλες τις συναλλαγές στο συγκεκριμένο μπλοκ.
- Nonce: Είναι μία μεταβλητή 4 bytes.
- Difficulty target: Βαθμός δυσκολίας προκειμένου να βρεθεί έγκυρο hash για το μπλοκ.

Ο κορμός περιέχει το σύνολο των συναλλαγών του συγκεκριμένου μπλοκ. Ο μέγιστος αριθμός συναλλαγών που περιέχονται σε κάθε μπλοκ εξαρτάται από το μέγεθος του μπλοκ και το μέγεθος των συναλλαγών. Στο Blockchain χρησιμοποιείται μηχανισμός ασύμμετρης κρυπτογραφίας προκειμένου να επαληθευτεί η αυθεντικότητα των συναλλαγών[10].



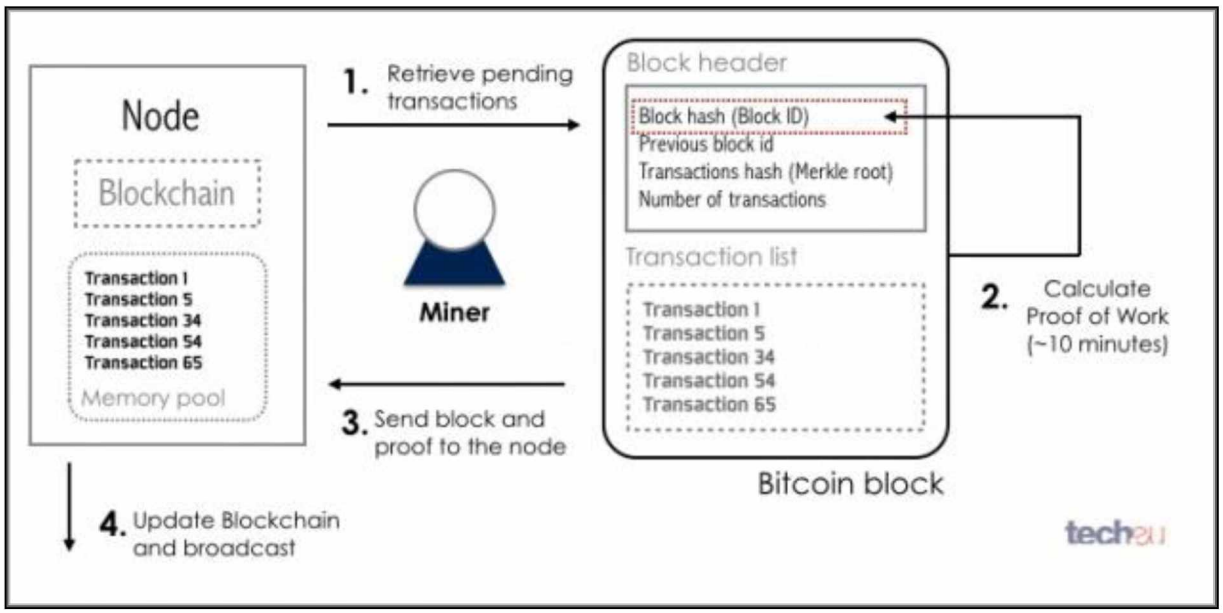
Εικόνα 4: Απεικόνιση μπλοκ στο Blockchain

Ο κάθε χρήστης για την επικοινωνία-συναλλαγές με το p2p δίκτυο χρησιμοποίει ένα ιδιωτικό και ένα δημόσιο κλειδί. Το ιδιωτικό κλειδί παραμένει στην κατοχή του και χρησιμοποιείται για να υπογραφεί η συναλλαγή. Στη συνέχεια η ψηφιακά υπογεγραμμένη συναλλαγή εκπέμπεται στο δίκτυο. Η τυπική διαδικασία της ψηφιακής

υπογραφής αποτελείται από 2 στάδια το στάδιο της υπογραφής και το στάδιο της επικύρωσης[11].

Για να δημιουργηθεί και να τοποθετηθεί ένα μπλοκ στην αλυσίδα πρέπει να υπάρχει συναίνεση μεταξύ των κόμβων. Πως όμως να υπάρξει συναίνεση σε ένα ελεύθερο περιβάλλον. Στο Blockchain δεν υπάρχει μια κεντρική αρχή για να μας εξασφαλίσει την ακεραιότητα και αξιοπιστία του καθολικού που έχουν όλοι οι κόμβοι. Προκειμένου να γίνει αυτό αναπτύχθηκαν διάφοροι αλγόριθμοι συναίνεσης όπως παρακάτω.

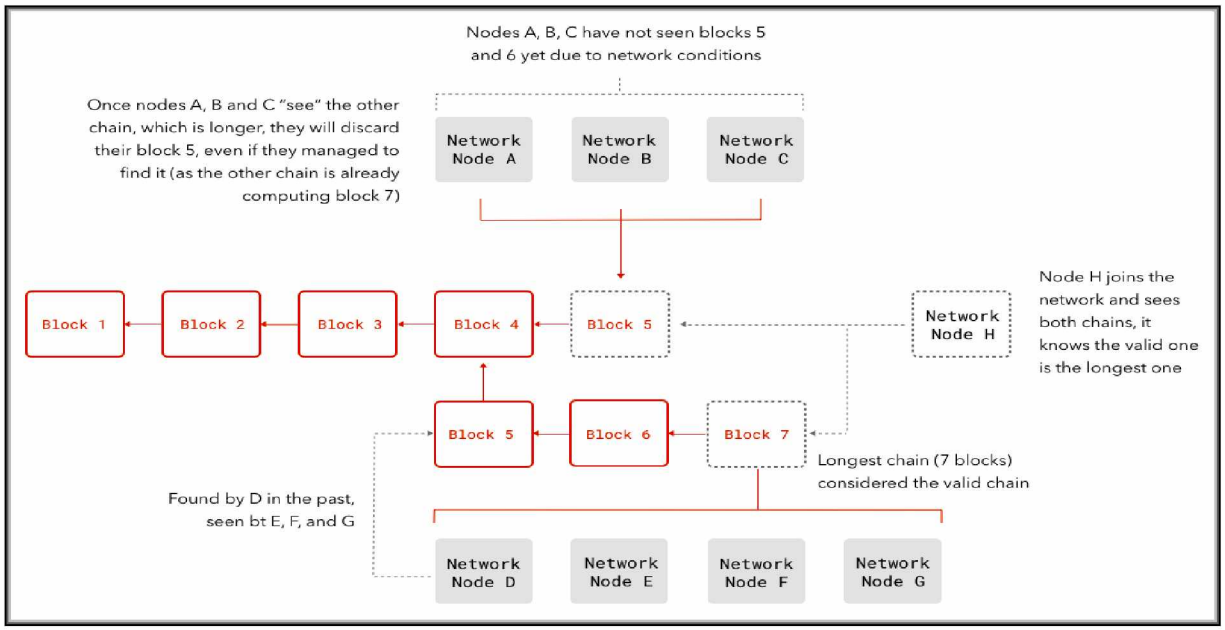
PoW (Proof of Work) είναι μία διαδικασία συναίνεσης η οποία χρησιμοποιείται στο **Bitcoin**. Σε ένα αποκεντρωμένο δίκτυο πρέπει κάποιος να επιλεγεί προκειμένου να κάνει την καταγραφή των συναλλαγών και να δημιουργήσει το μπλοκ το οποίο θα προστεθεί στην αλυσίδα. Η πιο εύκολη επιλογή είναι να γίνει τυχαία, όμως αυτό το μοτίβο είναι ευάλωτο στις επιθέσεις. Έτσι για να αποδειχθεί ότι ένας κόμβος, ο οποίος θέλει να προσθέσει ένα μπλόκ στην αλυσίδα, δεν είναι ο ίδιος επιτιθέμενος σε αυτή πρέπει να εργαστεί πάνω σε αυτό. Εργασία σημαίνει υπολογιστική ισχύ. Στο PoW κάθε κόμβος προσπαθεί να υπολογίσει μία τιμή Hash της κεφαλής του μπλοκ. Το μπλοκ περιέχει και την τιμή nonce την οποία αλλάζουν οι ανθρακωρύχοι (miners) προκειμένου να πάρουν διαφορετικές τιμές hash έως ότου αποκτήσουν αυτή που απαιτείται.



Εικόνα 5: Απεικόνιση PoW (Proof of Work)

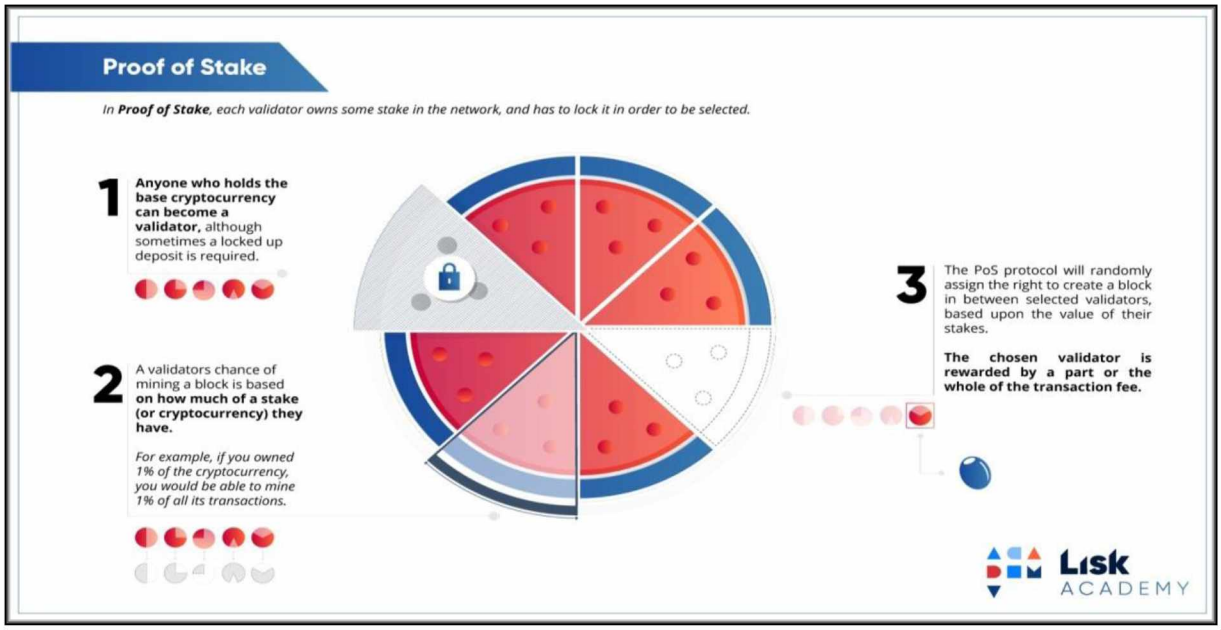
Η συναίνεση επιτυγχάνεται όταν η υπολογιζόμενη τιμή είναι ίση η μικρότερη από μία δεδομένη τιμή. Όταν ένας κόμβος υπολογίσει την σωστή τιμή εκπέμπει στο δίκτυο το μπλοκ και πρέπει όλοι οι υπόλοιποι να επιβεβαιώσουν την ορθότητα της τιμής hash. Εάν το μπλοκ επικυρωθεί τότε οι υπόλοιποι κόμβοι προσθέτουν το νέο μπλοκ στο δικό αντίγραφο της αλυσίδας (καθολικό). Οι κόμβοι που καταναλώνουν επεξεργαστική ισχύ για τον υπολογισμό της τιμής hash καλούνται ανθρακωρύχοι (miners) και η διαδικασία εξόρυξη (mining).

Στα αποκεντρωμένα δίκτυα έγκυρα μπλοκ πιθανόν να δημιουργηθούν ταυτόχρονα από την στιγμή που πολλαπλοί κόμβοι απασχολούνται με τη διαδικασία της εξόρυξης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται διακλαδώσεις στην αλυσίδα. Σε αυτή την περίπτωση η έγκυρη αλυσίδα είναι η πιο μεγάλη[2][4][12].



Εικόνα 6: Διακλάδωση αλυσίδας στο Blockchain

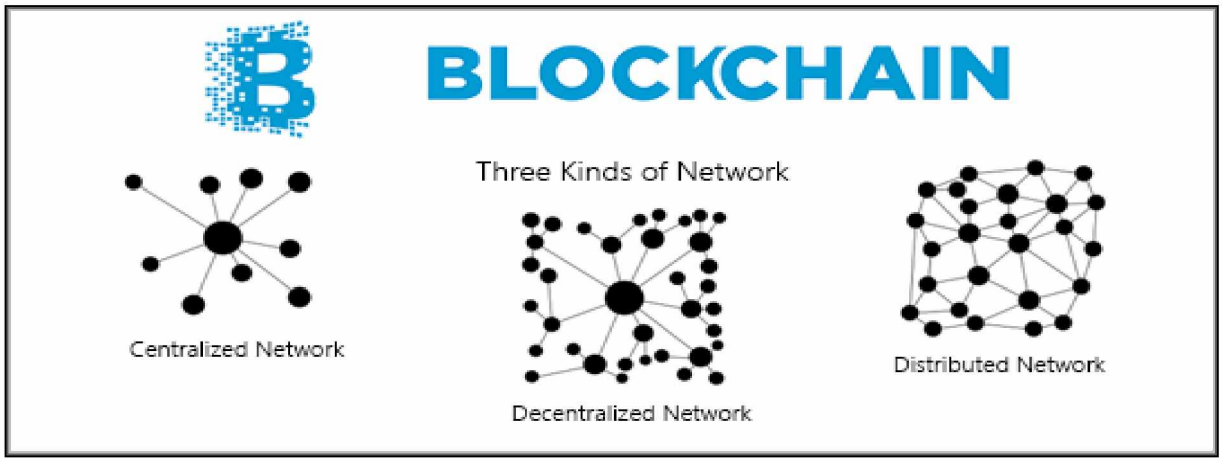
PoS(Proof of Stake) είναι μια εναλλακτική πρόταση στο PoW του Bitcoin η οποία είναι ποιο οικολογική καθώς απαιτείται λιγότερη επεξεργαστική ισχύ και κατά συνέπεια λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια προς κατανάλωση. Στο PoS ο κόμβος ο οποίος θα δημιουργήσει το επόμενο μπλοκ μπορεί να επιλεγεί ανάλογα με το ποσό των νομισμάτων που διαθέτει ή τυχαία όπως στο Blackcoin[13] ή ανάλογα με την ηλικία των νομισμάτων όπως στο Peercoin[14]



Εικόνα 7: Απεικόνιση PoS(Proof of Stake)

2.3.1 Κύρια Χαρακτηριστικά της Τεχνολογίας Blockchain

Αποκέντρωση: Το βασικό χαρακτηριστικό της τεχνολογίας Blockchain είναι ότι δεν απαιτείται η χρήση ενός κεντρικού κόμβου (κεντρικής αρχής) η τρίτου καθώς τα δεδομένα επαληθεύονται με συγκεκριμένους αλγόριθμους συναίνεσης και διανέμονται στο δίκτυο.

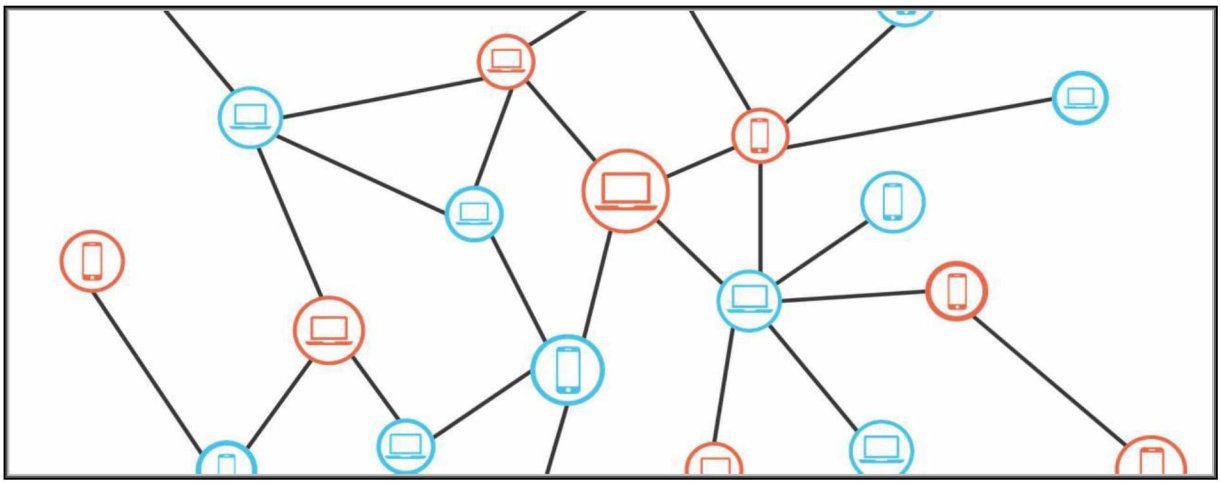


Εικόνα 8: Σύγκριση διαφόρων τύπων δικτύων.

Εμπιστοσύνη: Το κάθε μπλοκ περιέχει πληροφορίες του προκάτοχου του και προκειμένου να γίνει μία συναλλαγή ενεργοποιείται μηχανισμός αυθεντικότητας καθώς επίσης όλα τα δεδομένα καταγράφονται στο δημόσιο καθολικό το οποίο είναι προσβάσιμο από όλο το δίκτυο.

Εικόνα 9: Εμπιστοσύνη στο Blockchain

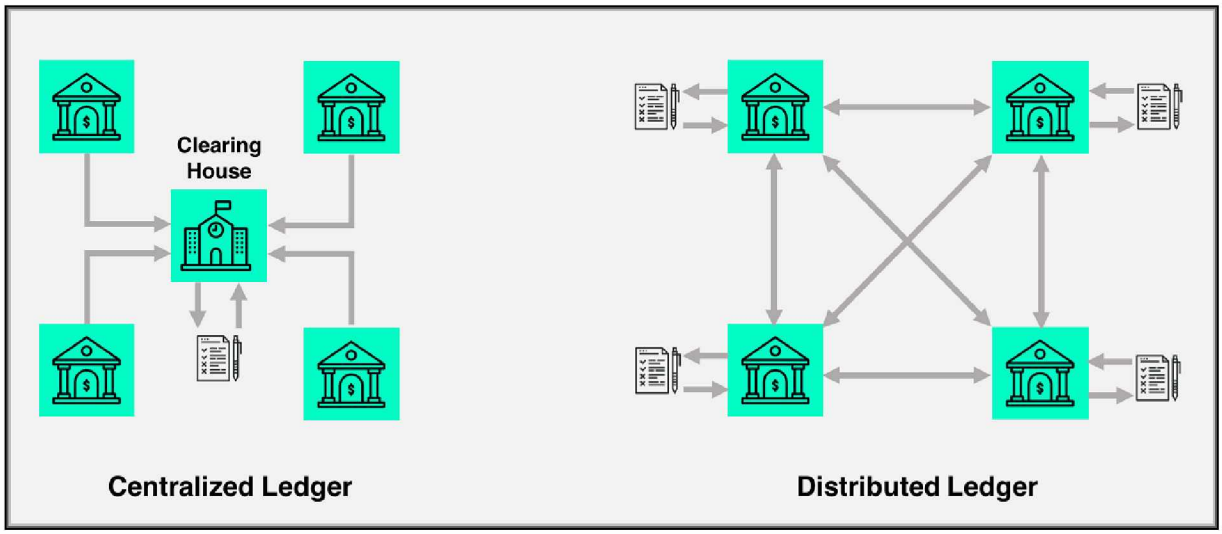
Διαφάνεια: Τα δεδομένα που αποθηκεύονται στο Blockchain είναι προσβάσιμα από κάθε κόμβο και αναλλοίωτα (απαιτείται συναίνεση του 51% των κόμβων του δικτύου προκειμένου να επέλθει αλλαγή), γι αυτό η συγκεκριμένη τεχνολογία δημιουργεί κλίμα εμπιστοσύνης[15][16].



Εικόνα 10: Διαφάνεια στο Blockchain

2.3.2 Χαρακτηριστικά Ασφαλείας της Τεχνολογίας Blockchain

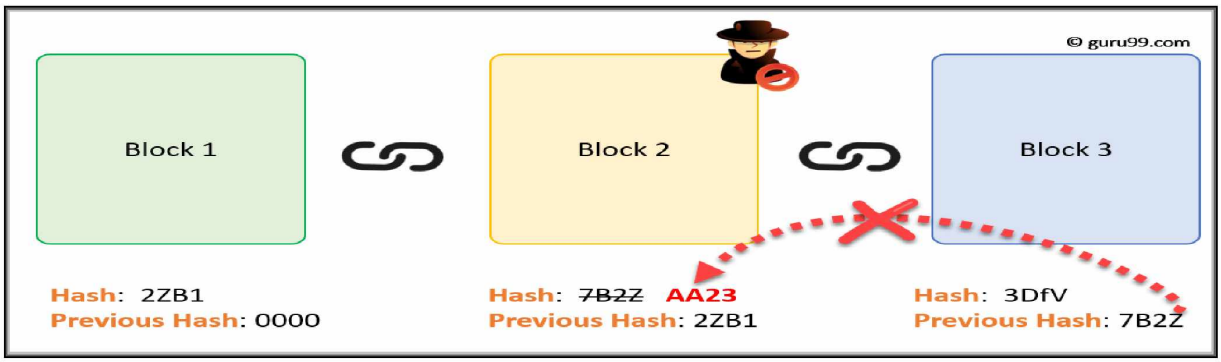
- Η Τεχνολογία Blockchain βασίζεται σε ένα δημόσιο καθολικό προκειμένου να καταγράφονται όλες οι συναλλαγές μεταξύ των κόμβων. Σε περίπτωση που υπήρχε ένα κυρίαρχο καθολικό αυτό θα ήταν μια σημαντική ευπάθεια στην ασφάλεια του συστήματος. Από την στιγμή που το καθολικό είναι δημόσιο και το σύστημα αποκεντρωμένο κανένας μεμονωμένος κόμβος δεν έχει τον πλήρη έλεγχο. Σε περίπτωση απόπειρας αλλοίωσης των δεδομένων θα απαιτούσε συντονισμένη ενέργεια από ένα μεγάλο αριθμό κόμβων ταυτόχρονα προκειμένου να αποκτηθεί ο έλεγχος του συστήματος.



Εικόνα 11: Διαφορές μεταξύ κεντρικού και Διανεμημένου καθολικού

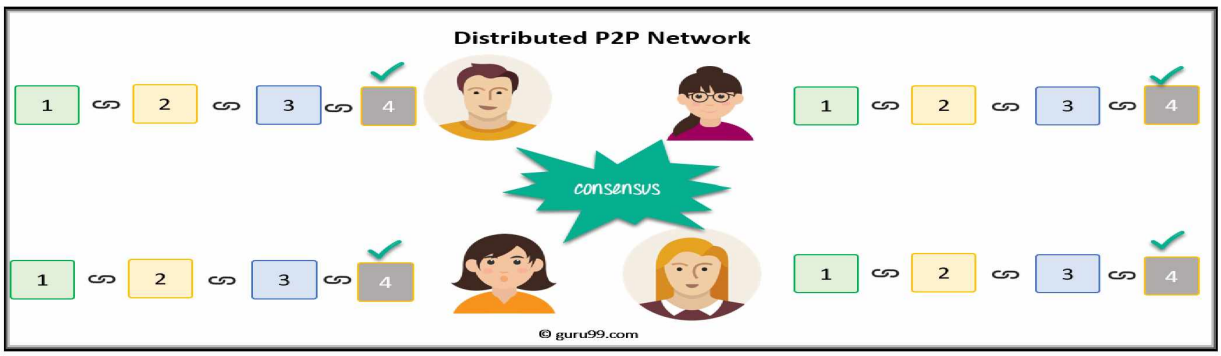
- Άλλο ένα χαρακτηριστικό ασφαλείας της τεχνολογίας Blockchain είναι η αλυσίδα η ίδια. Το καθολικό υφίσταται ως μια μεγάλη αλυσίδα από κρυπτογραφημένα διαδοχικά μπλοκ τα οποία περιέχουν το σύνολο των αρχείων από την έναρξη του συστήματος. Αυτό σημαίνει ότι η οποιαδήποτε προσπάθεια για να αλλοιωθεί ένα μπλόκ στη αλυσίδα θα πρέπει να αλλαχθούν και όλα τα επόμενα μπλοκ στην αλυσίδα. Για να γίνει αυτό θα πρέπει ο εισβολέας να αποκτήσει τον έλεγχο του δικτύου προκειμένου να συναινέσει αυτό με την σειρά του στην αλλαγή που

επιθυμεί. Συγκεκριμένα για να αποκτήσει κάποιος τον έλεγχο του δικτύου Bitcoin θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ από το 50% του συνόλου του δικτύου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του βαθμού ασφαλείας της τεχνολογίας Blockchain.



Εικόνα 12: Απόπειρα αλλοίωσης δεδομένων στο μπλοκ No2

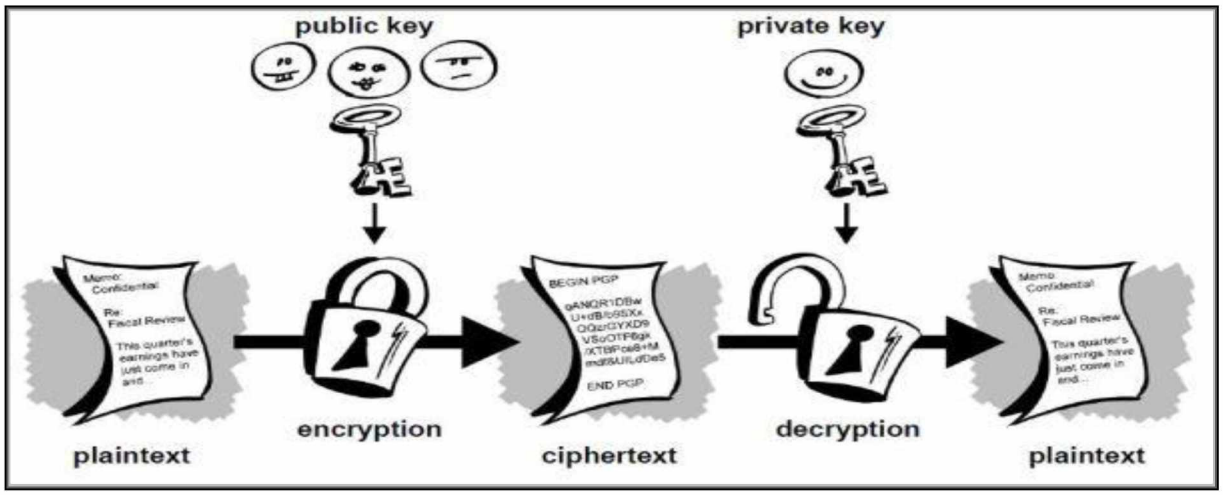
- Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα συστήματα σε ένα μοντέλο Blockchain υπάρχουν χιλιάδες ξεχωριστοί κόμβοι. Κάθε κόμβος έχει ένα πλήρες αντίγραφο του ψηφιακού καθολικού με αποτέλεσμα να απαιτείται η συμφωνία του μεγαλύτερου ποσοστού των κόμβων προκειμένου να επιβεβαιωθεί μια συναλλαγή. Σε περίπτωση που δεν υπάρξει συναίνεση η συναλλαγή απορρίπτεται[16][17][18].



Εικόνα 13: Συναίνεση στο Blockchain

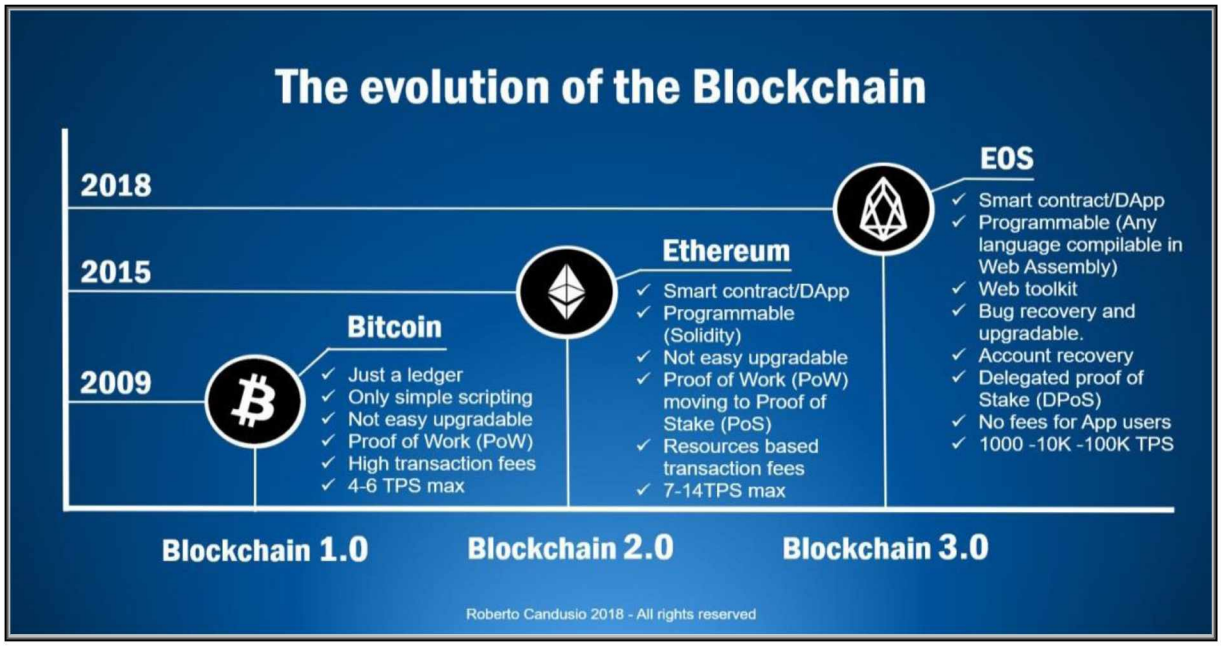
- Τέλος η χρήση ασύμμετρης κρυπτογραφίας με το σύστημα 2 κλειδιών (ιδιωτικό και δημόσιο) όπου το δημόσιο κλειδί διανέμεται δημόσια για

την κρυπτογράφηση των δεδομένων και το ιδιωτικό χρησιμοποιείται μόνο για αποκρυπτογράφηση των λαμβανόμενων δεδομένων ενισχύει την ασφάλεια μεταφοράς δεδομένων[19] .



Εικόνα 14: Ασύμμετρη κρυπτογραφία με δημόσιο και ιδιωτικό κλειδί

2.4 Η Εξέλιξη της Τεχνολογίας Blockchain



Εικόνα 15: Η εξέλιξη της τεχνολογίας Blockchain

2.4.1 Blockchain 1.0: Bitcoin – Κρυπτονομίσματα

Η ανάδυση της τεχνολογίας Blockchain καθόρισε την κατάσταση του διανεμημένου καθολικού ως ψηφιακό νόμισμα γνωστό ως Bitcoin. Αυτό το εικονικό νόμισμα έδωσε την δυνατότητα στους χρήστες του να διεξάγουν οικονομικές συναλλαγές μέσω του internet και το οποίο ονομάζεται και χρήμα του διαδικτύου. Αυτό το είδος χρήματος ονομάστηκε κρυπτονόμισμα καθώς κάθε μονάδα αυτού καθορίζει μία ηλεκτρονική υπογραφή όπου το ιδιωτικό κλειδί χρησιμοποιείται για την υπογραφή της συναλλαγής και το δημόσιο για την επαλήθευση της. Το καθολικό του Bitcoin λειτουργεί ως ένας αυτόματος μηχανισμός αλλαγής κατάστασης ό οποίος συνθέτει ως καταστάσεις το σύνολο των bitcoin των χρηστών και τις συναλλαγές τους σαν μία μορφή μετάβασης μεταξύ των καταστάσεων. Κάθε κόμβος στο p2p δίκτυο έχει ένα αντίγραφο του καθολικού[20]. Με το PoW επετράπη στους χρήστες να ελέγχουν οι ίδιοι τα κεφάλαια τους και να εκτελούν συναλλαγές, με αποτέλεσμα να εξαλειφτεί η ανάγκη για ανάμιξη τρίτου μέρους προκείμενου να γίνει η εκάστοτε συναλλαγή.

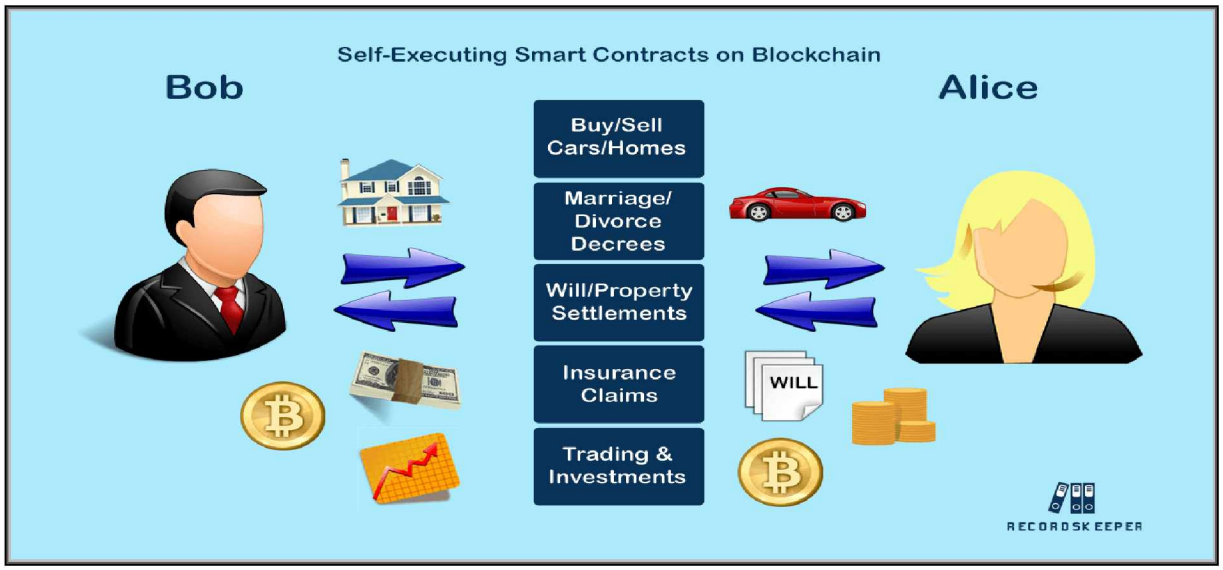
2.4.2 Blockchain 2.0: Έξυπνα Συμβόλαια – Etherium

Σήμερα με την εξέλιξη της τεχνολογίας Blockchain αναπτύχθηκαν τα έξυπνα συμβόλαια τα οποία είναι προγράμματα που εκτελούνται σε κόμβους της αλυσίδας και προορίζονται να υλοποιήσουν την διαπραγμάτευση μεταξύ δύο άγνωστων μερών, χωρίς την εμπλοκή τρίτων, εφόσον πληρούνται κάποιες συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Η πρώτη επιτυχημένη προσπάθεια εκτέλεσης ενός έξυπνου προγράμματος ήταν το Bitcoin script το οποίο περιείχε κάποιες απλές προκαθορισμένες εντολές[21]. Επίσης υπάρχουν και άλλες πλατφόρμες, όπως το Ethereum, οι οποίες εμπλέκουν έξυπνα συμβόλαια πιο σύνθετα και πιο ευέλικτα.

Από τη στιγμή που τα έξυπνα συμβόλαια βασίζονται στην παραπάνω τεχνολογία κληρονομούν και ιδιότητες αυτής όπως το αμετάβλητο των αρχείων και τη δυνατότητα να μετριάζουν μεμονωμένα σημεία αποτυχίας. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά έντυπα συμβόλαια τα οποία βασίζονται σε τρίτα μέρη (διαμεσολαβητές) προκειμένου να

εκτελεστούν τα έξυπνα συμβόλαια αυτοματοποιούν συγκεκριμένες διαδικασίες, μειώνουν την συμμετοχή εξωγενών παραγόντων και μειώνουν τα διαχειριστικά κόστη.

Η κατάσταση μιας αλυσίδας Blockchain αλλάζει από τι στιγμή που προστίθεται μία έγκυρη συναλλαγή και τα έξυπνα συμβόλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν να εκτελούνται αυτόματα κάτω από συγκριμένες συνθήκες. Τα έξυπνα συμβόλαια εντάσσονται σε δύο κατηγορίες σε δημόσια, όπου ο οποιοσδήποτε έχει πρόσβαση, και σε ιδιωτικά, στα οποία έχουν άδεια εξουσιοδοτημένοι χρήστες, ανάλογα με τον τύπο της πλατφόρμας στην οποία λειτουργούν[22].



Εικόνα 16: Έξυπνα συμβόλαια στο Blockchain

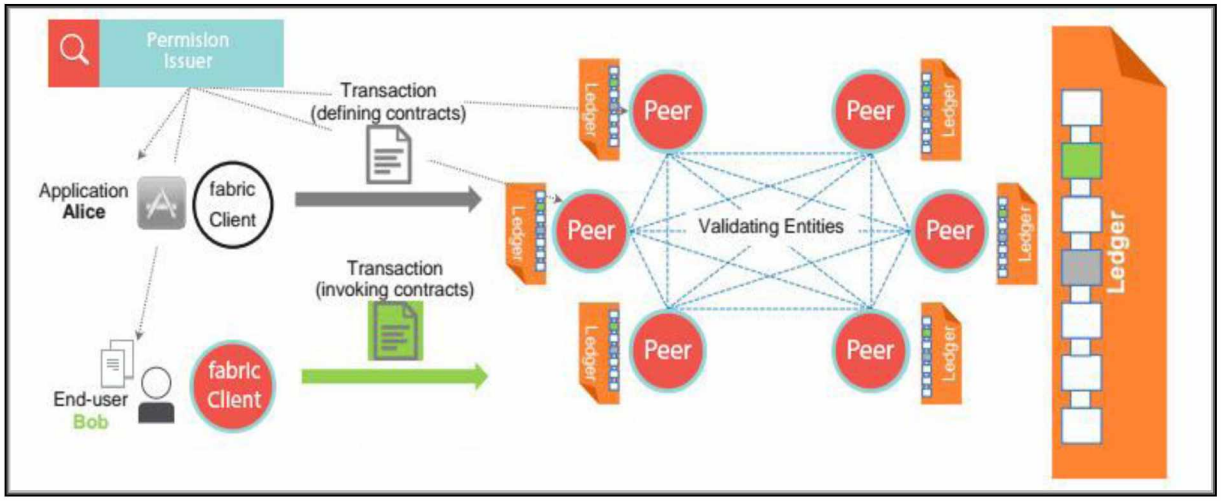
2.4.2.1 Δημόσια έξυπνα συμβόλαια

Οι δημόσιες πλατφόρμες Blockchain δεν καθορίζουν συγκεκριμένες απαιτήσεις για τους χρήστες προκειμένου να συμμετέχουν σε αυτές με αποτέλεσμα όλοι οι χρήστες να έχουν το δικαίωμα να χρησιμοποιήσουν έξυπνα συμβόλαια. Για να αποφθεχθεί το spamming συνήθως απαιτείται η πληρωμή αμοιβής όταν γίνεται χρήση των συμβολαίων. Η περιορισμένων δυνατοτήτων γλώσσα προγραμματισμού script που χρησιμοποιείται στο bitcoin δεν επιτρέπει την δημιουργία συμβολαίων με πολύπλοκους όρους[21] ενώ η γενικής χρήσης γλώσσα Solidity του Ethereum μπορεί να

χρησιμοποιηθεί για μεγαλύτερος εύρος εφαρμογών[23]. Σύμφωνα με το Etherscan μεταξύ του 1 εκατομμύριου etherium λογαριασμών ,οι οποίοι κατέχουν συνολικά 108,496,552.155 Ether, ένα μεγάλο ποσοστό αυτών είναι λογαριασμοί συμβολαίων. Το Ethereum χρησιμοποίει το μηχανισμό Proof of Work για την επίτευξη συναίνεσης στο δίκτυο. Τα έξυπνα συμβόλαια παραμένουν στην Ethereum Virtual Machine απομονωνόμενα από το δίκτυο της αλυσίδας για να αποτρέπεται η εκτέλεση του κώδικα, από το να παρεμβαίνει σε άλλες διαδικασίες. Μόλις αναπτυχθεί το συμβόλαιο αποκτά μία μοναδική διεύθυνση η οποία συνδέεται με ένα λογαριασμό παρόμοιο με αυτούς που κατέχουν οι χρήστες. Το έξυπνο συμβόλαιο μπορεί να στείλει συναλλαγές σε άλλους χρήστες αλλά και σε άλλα συμβόλαια.

2.4.2.2 Ιδιωτικά έξυπνα συμβόλαια

Τα ιδιωτικά έξυπνα συμβόλαια γίνονται ολοένα και πιο δημοφιλή μεταξύ των εταιρικών συνεργασιών. Σε σύγκριση με τις αναποτελεσματικές και δαπανηρές διαδικασίες επικύρωσης των δημόσιων Blockchain οι ιδιωτικές είναι είναι πιο βολικές όσο αφορά τις συνεργασίες μεταξύ εταιριών. Το Hyperledger το οποίο αρχικά δημιουργήθηκε από το ίδρυμα Linux στοχεύει να βελτιώσει εταιρικές διαδικασίες και συνεργασίες οι οποίες εμπλέκουν διάφορα μέρη[24]. Μεταξύ των διαφόρων προγραμμάτων του hyperledger ξεχωρίζει το Fabric hyperledger.



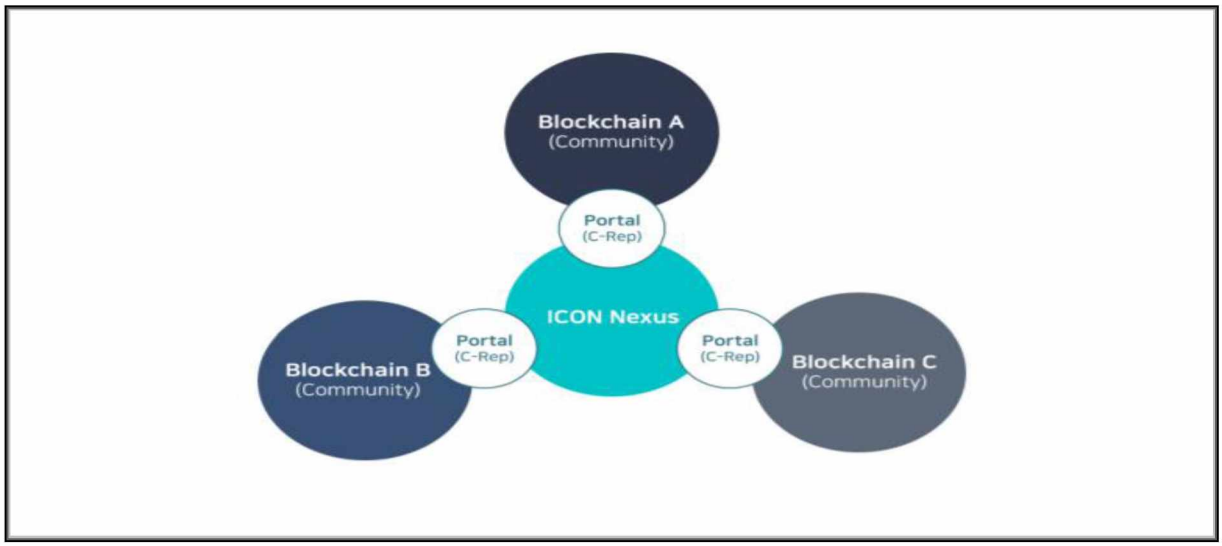
Εικόνα 17: Λειτουργία Hyperldger

Σε σχέση με τις δημόσιες αλυσίδες Blockchain οι οποίες βασίζονται στο Proof of Work το fabric μειώνει το κόστος επίτευξης συναίνεσης ενσωματώνοντας ένα πρακτικό πρωτόκολλο το οποίο είναι ανθεκτικό στο Πρόβλημα των Βυζαντινών Στρατηγών επιτρέποντας τη χρήση καναλιών για παράλληλες και ασφαλείας συναλλαγές[25]. Τα κανάλια επιτρέπουν στους συμμετέχοντες να σχηματίσουν εικονικές ομάδες και να διατηρούν τα δικά τους ανεξάρτητα καθολικά τα οποία δεν εμφανίζονται σε άλλα κανάλια. Τα κανάλια παρέχουν την ευελιξία για τις επιχειρηματική κοινοπραξίες ώστε να μοιράζονται με ασφάλεια οι πληροφορίες μόνο στα ενδιαφερόμενα μέρη. Σε ένα δίκτυο Fabric, η παραγγελία συναλλαγών διαχειρίζεται από έναν κεντρικό διαχειριστή ο οποίος συλλέγει τις συναλλαγές που υποβάλλονται από τους διαχειριστές και λαμβάνει ψήφους από τους υποστηρικτές για τη μόνιμη καταγραφή των συναλλαγών σε μπλοκ. Το μέγεθος του μπλοκ μπορεί να προσαρμοστεί είτε σε αριθμό συναλλαγών είτε σε χρόνο αναμονής. Ο αλυσιδωτός κώδικας (Chaincode) είναι η ισοδυναμία των έξυπνων συμβολαίων στο Hyperledger[24]. Όλοι οι συμμετέχοντες θα πρέπει να εκτελούν όλες τις συναλλαγές και τα έξυπνα συμβόλαια ξεχωριστά για συγχρονισμό. Το Blockchain τις IBM είναι χτισμένο πάνω στο Fabric[26].

2.4.3 Blockchain 3.0: Αποκεντρωμένες Εφαρμογές (Decentralized Application)

Το Bitcoin έθεσε τα θεμέλια της τεχνολογίας blockchain και μπορεί να θεωρηθεί ως Blockchain 1.0. Επέτρεψε την περαιτέρω εξέλιξη των κρυπτονομισμάτων όπως το Ethereum με την εισαγωγή αυτόνομων αλγορίθμων εκτέλεσης καθώς επίσης και των έξυπνων συμβολαίων, και μπορεί να θεωρηθεί ως Blockchain 2.0. Αυτά τα εξελικτικά βήματα ήταν που θέσανε το θεμέλιο λίθο για την εμφάνιση των αποκεντρωμένων εφαρμογών (DApps) στην τεχνολογία Blockchain. Διάφορες πλατφόρμες , όπως η ICON και η IOTA προσπαθούν να υπερβούν τις εμφανιζόμενες δυσκολίες και να κεφαλαιοποιήσουν τα αποτελέσματα.

2.4.3.1 ICON



Εικόνα 18: Δίκτυο ICON

Το ICON αποσκοπεί στη διασύνδεση διαφόρων ξεχωριστών Blockchain για να μπορέσει η καθεμία από αυτές να συνεργαστεί με τις υπόλοιπες. Για αυτό, κάθε συναλλαγή μεταξύ των αλυσίδων επαληθεύεται από ένα καθολικό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην απαιτείται κάποια κεντρική αρχή ως διαχειριστής. Αυτό οδηγεί σε μείωση των τελών που υφίστανται εάν απαιτείται μία κεντρική αρχή για μια συναλλαγή. Το δίκτυο ICON προσπαθεί να προσφέρει υψηλή χρηστικότητα, κλιμάκωση και αξιοπιστία[28].

Το δίκτυο ICON αποτελείται από πέντε διαφορετικά στοιχεία. Η Κοινότητα (Community), ο κοινοτικός κόμβος (C-Node), η Δημοκρατία ICON (ICON Republic), ο εκπρόσωπος της Κοινότητας (C-Rep), και οι κόμβοι των πολιτών. Κάθε ένα από τα διαφορετικά στοιχεία εκπληρώνει ένα συγκεκριμένο σκοπό μέσα στο δίκτυο ICON.

- **Κοινότητα (Community):** Η κοινότητα είναι ένα δίκτυο που λειτουργεί ανεξάρτητα. Επομένως, ακολουθεί ορισμένα χαρακτηριστικά και έχει κάποιους περιορισμούς, όπως το Bitcoin ή το Ethereum με αποτέλεσμα εντός της κοινότητας κάθε κομμάτι μπορεί να εργαστεί ανεξάρτητα σύμφωνα με τα δικά τους χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα μια κοινότητα μπορεί να είναι ένα χρηματοπιστωτικό ίδρυμα η ένας οργανισμός υγείας.

Κάθε κοινότητα αποτελείται από κοινοτικούς κόμβους (C-Nodes). Αυτοί οι κόμβοι είναι υπεύθυνοι για τη λειτουργία του blockchain στην οποία βασίζεται η Κοινότητα. Η πολιτική των κόμβων καθορίζονται από κάθε μέλος μέσα σε μια κοινότητα.

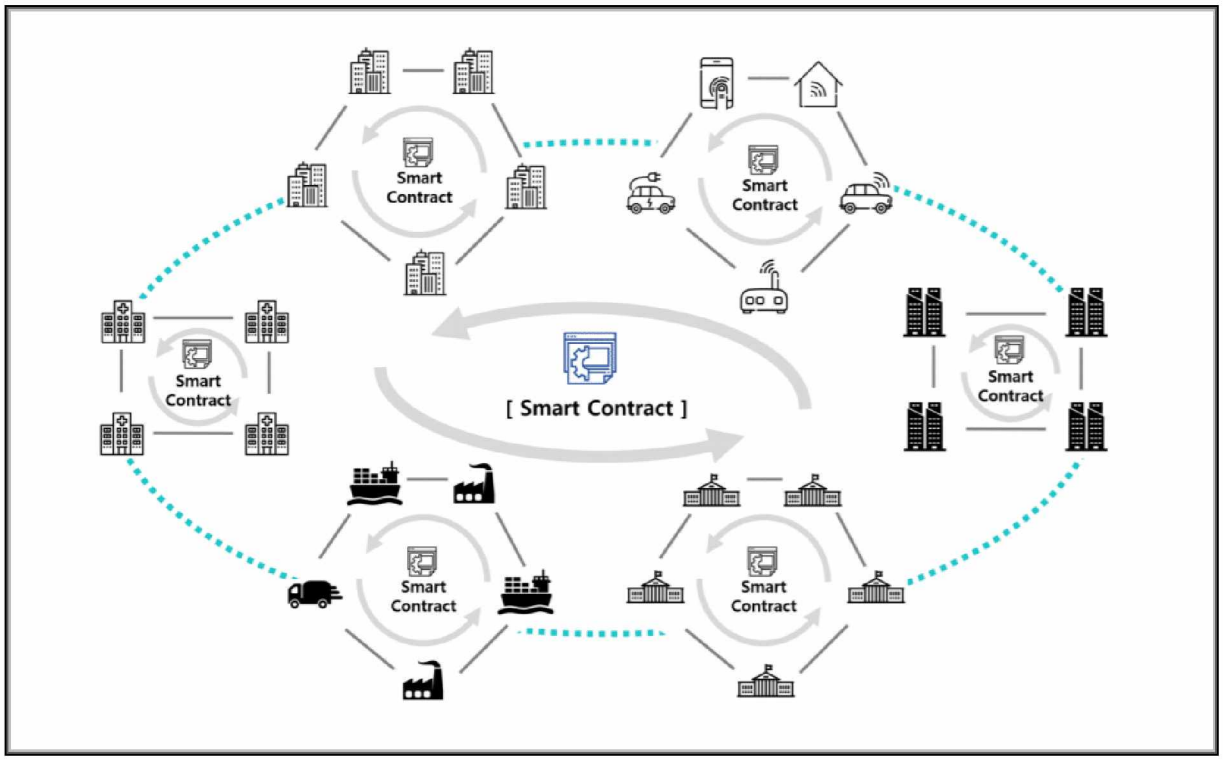
- **Εκπρόσωπος της Κοινότητας (C-Rep):** είναι ένας ειδικού τύπου κόμβος ο οποίος αντιπροσωπεύει όλη την κοινότητα το δίκτυο ICON. Είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση και επαλήθευση των συναλλαγών. Ο κόμβος Εκπρόσωπος δεν είναι ανάγκη να είναι πάντα ο ίδιος και μπορεί να εναλλάσσεται.

- **Η Δημοκρατία ICON (ICON Republic):** διασύνδεει τις διάφορες κοινότητες με το δίκτυο ICON. Κάθε κοινότητα συμμετέχει στο δίκτυο ICON διαμέσου του εκπροσώπου της. Η διακυβέρνηση του δικτύου ICON καθορίζεται από τους εκπροσώπους των κοινοτήτων, που συμμετέχουν σε αυτό, με τις ψήφους των οποίων παραμένει αποκεντρωμένο και δεν κυβερνάται από μία κεντρική αρχή. Εκτός από τους εκπροσώπους της Κοινότητας, μπορούν επίσης να συμμετέχουν και οι κόμβοι των πολιτών στο Δίκτυο ICON

- **Κόμβος πολίτη:** δεν σχετίζεται με καμία συγκεκριμένη κοινότητα. Είναι μία αποκεντρωμένη εφαρμογή (DApp). Η διαφορά των κόμβων των εκπροσώπων και των κόμβων των πολιτών είναι ότι ένας κόμβος πολίτη δεν μπορεί γενικά να ψηφίσει τη διακυβέρνηση του Δικτύου ICON παρά μόνο εάν πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Έχουν το δικαίωμα να δημιουργήσουν μια συναλλαγή μεταξύ τους και μεταξύ άλλων κοινοτικών αντιπροσώπων ή κόμβων πολιτών.

Για να είναι λειτουργικό το δίκτυο ICON πρέπει να λειτουργήσουν δύο διαφορετικά μέρη. Το πρώτο μέρος είναι οι κοινότητες οι οποίες είναι υπεύθυνες για την δικιά τους διακυβέρνηση και έχουν τα δικά τους λειτουργικά χαρακτηριστικά. Το δεύτερο μέρος είναι η Δημοκρατία ICON η οποία προκειμένου να λειτουργήσει

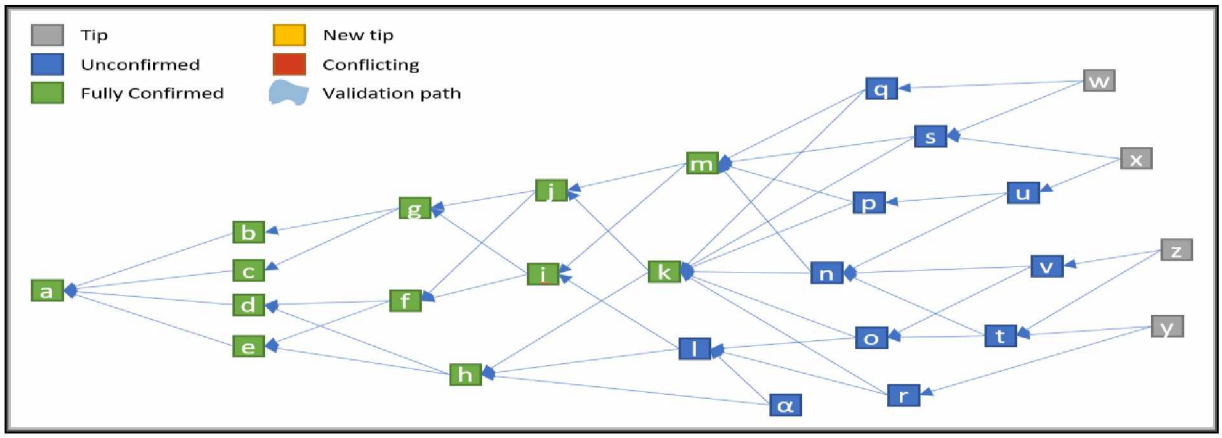
βασίζεται στους εκπροσώπους των κοινοτήτων οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την διακυβέρνηση εντός του δικτύου[29][30].



Εικόνα 19: Η Δημοκρατίας του ICON

2.4.3.2 IOTA

Το IOTA είναι ένα διανεμημένο καθολικό ανοιχτού κώδικα το οποίο δημιουργήθηκε για τροφοδοτήσει το IoT με ατελείωτες μικροσυναλλαγές και διαφύλαξη της ακεραιότητας των δεδομένων [31], θεωρείται σαν ένα σύστημα Blockchain παρόλο που δεν έχει τα βασικά χαρακτηριστικά αυτού όπως τα μπλόκς και την αλυσίδα. Το IOTA υποκαθιστά αυτά τα βασικά χαρακτηριστικά με την δική του δομή δεδομένων, ένα μη κυκλικό γράφημα που ονομάζεται Tangle. Ωστόσο το IOTA αντιπροσωπεύει ένα σύστημα blockchain καθώς μοιράζεται μερικά από τα άλλα βασικά χαρακτηριστικά του δηλαδή βασίζεται σε p2p δίκτυο το οποίο συντηρεί την δομή διανομής δεδομένων όπως επίσης παραμένουν και οι μηχανισμοί επαλήθευσης και συναίνεσης [32].



Εικόνα 20: Μη κυκλικό γράφημα Tangle

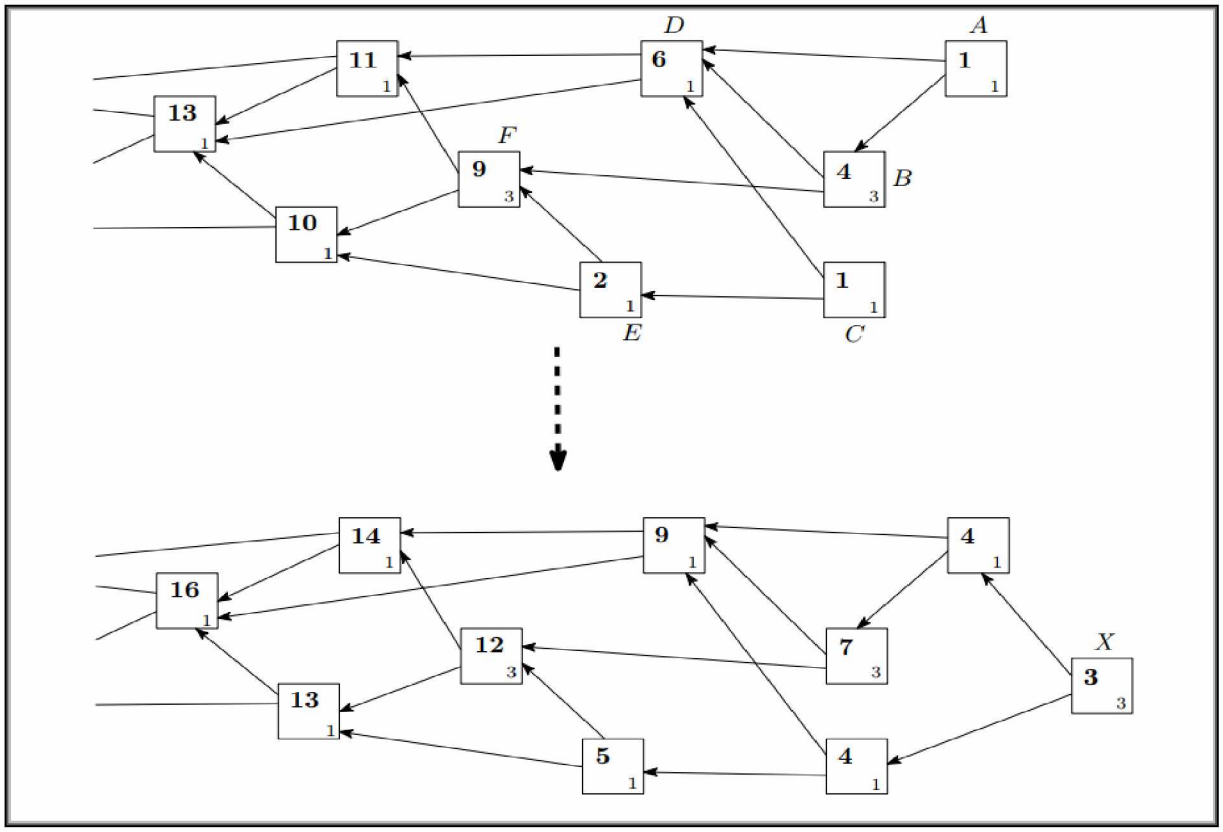
Όπως φαίνεται παραπάνω στην **Εικόνα 20:** το Tangle είναι μία σύνθεση από βέλη και κορυφές (μπλοκ). Κάθε κορυφή αντιπροσωπεύει μια ξεχωριστή συναλλαγή που εκδόθηκε από έναν κόμβο του δικτύου IOTA.

Τα βέλη αποτελούν την έγκριση των συναλλαγών και δημιουργούνται ως εξής. Κάθε φορά που ένας κόμβος εκδίδει μια νέα συναλλαγή στο σύστημα, πρέπει να εγκρίνει δύο προηγούμενες παλαιότερες συναλλαγές. Η έγκριση αυτή αντιπροσωπεύεται από τα βέλη μεταξύ w και s ή y και r. Επιπλέον, οι συναλλαγές μπορούν επίσης να εγκριθούν έμμεσα μεταξύ τους όπως για τις συναλλαγές w και m, όπου η σύνδεση πραγματοποιείται μέσω της συναλλαγής s. Σε γενικές γραμμές, οι συναλλαγές στο Tangle μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες.

- Η πρώτη συναλλαγή του δικτύου η οποία ονομάζεται γενεσιουργό μπλοκ και ήταν ο δημιουργός όλων των υφιστάμενων μπλοκ IOTA.
- Η δεύτερη κατηγορία αναφέρεται σε συναλλαγές οι οποίες έχουν επιβεβαιωθεί από τουλάχιστον μία άλλη συναλλαγή και καλούνται εγκεκριμένες συναλλαγές.
- κάθε νέα εισερχόμενη συναλλαγή που δεν έχει ακόμη εγκριθεί, ονομάζεται αιχμή.

Αυτά τα μπλοκ αιχμής έχουν κρίσιμο ρόλο στο δίκτυο IOTA, καθώς εγκρίνουν προηγούμενες συναλλαγές συμβάλλοντας έτσι στη σταθερότητα και την ασφάλεια του συστήματος. Για να εγκρίνει μια προηγούμενη συναλλαγή, ο κόμβος πρέπει να λύσει ένα κρυπτογραφικό πάζλ όπως στο Bitcoin, αλλά απαιτώντας λιγότερη υπολογιστική ισχύ[33]. Τα μπλοκ αιχμής δεν έχουν τη δυνατότητα να επιλέγουν τις συναλλαγές τις

οποίες θα εγκρίνουν αλλά αυτές επιλέγονται με βάση ένα αλγόριθμο του ΙΟΤΑ βασιζόμενο στο σωρευτικό βάρος του κάθε μπλοκ - συναλλαγής. Το σωρευτικό βάρος είναι ένας δείκτης της σημασίας μιας συναλλαγής και επηρεάζεται από τον αριθμό των συναλλαγών που εγκρίνουν άμεσα ή έμμεσα την αντίστοιχη συναλλαγή. Το σωρευτικό βάρος μίας συναλλαγής είναι το άθροισμα από το δικό του ειδικό βάρος συν το άθροισμα των ειδικών βαρών όλων των συναλλαγών που εγκρίνουν άμεσα ή έμμεσα αυτή τη συναλλαγή. Ο κύριος στόχος της εισαγωγής των σωρευτικών βαρών στον αλγόριθμο επιλογής των προς έγκριση συναλλαγών είναι να «τιμωρούνται» οι αδρανείς κόμβοι - αιχμές[34]. Για παράδειγμα το σωρευτικό βάρος της F συναλλαγής (**Εικόνα 21)** είναι το άθροισμα των ειδικών βαρών των συναλλαγών που την εγκρίνουν, άμεσα η έμμεσα, και του δικού της ειδικού βάρους, δηλαδή το άθροισμα των συναλλαγών A+B+C+E+**F**=1+3+1+1+3=9



Εικόνα 21: Γράφημα Tangle πριν και μετά την έκδοση μίας νέας συναλλαγής καθώς και του σωρευτικού βάρους των συναλλαγών.

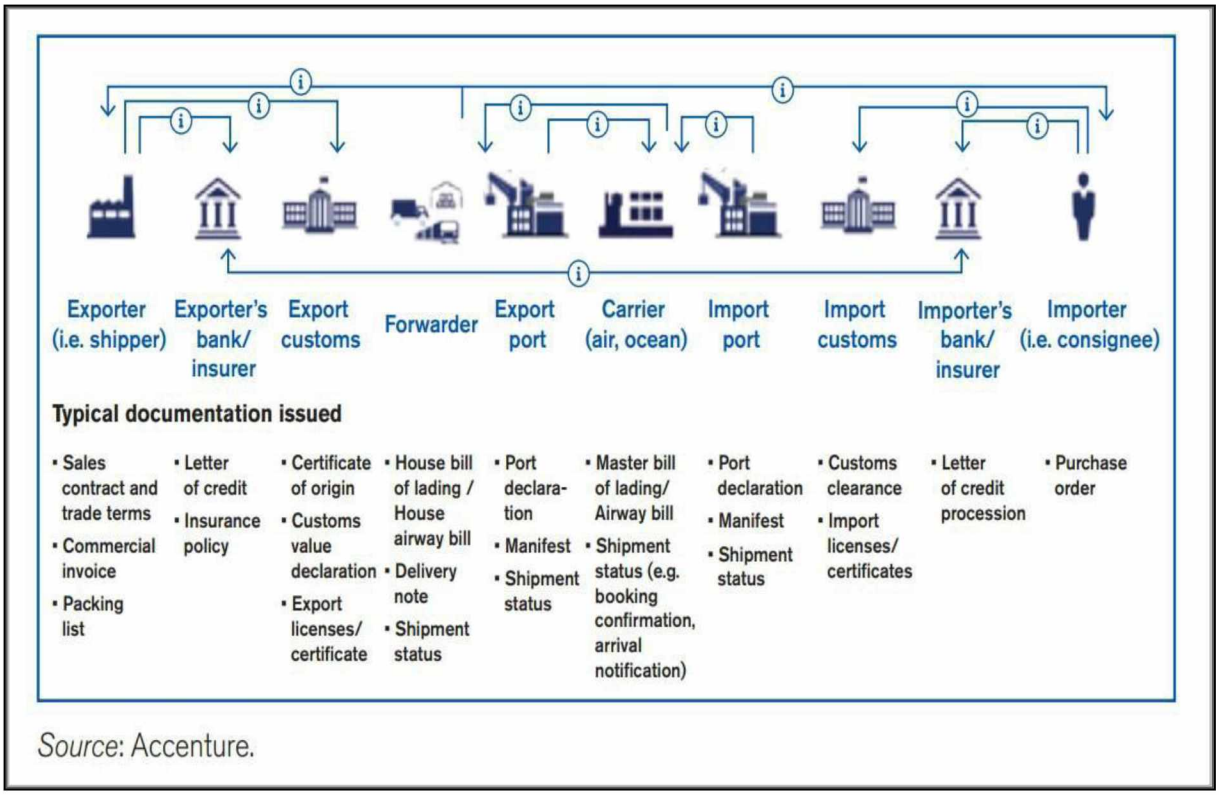
Αυτός ο τύπος κόμβου - αιχμών τείνει να εγκρίνει περισσότερο παλαιότερες συναλλαγές παρά τις πιο πρόσφατες. Μια τέτοια συμπεριφορά εξασθενεί τη δομή του Tangle καθώς οι νεότερες συναλλαγές παραμελούνται στο θέμα τις επιβεβαίωσης με αποτέλεσμα να υπάρχουν καθυστερήσεις. Το IOTA αντιμετωπίζει αυτό το πρόβλημα επιβάλλοντας κυρώσεις σε αδρανείς αιχμές-κόμβοι κατά τρόπο που να είναι απίθανο να γίνουν αποδεκτοί από οποιονδήποτε. Αυτό επιτυγχάνεται με έναν αλγόριθμο που βασίζεται στην έννοια της τεχνικής Markov Chain Monte Carlo[35].

3. Οφέλη από την εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain στην Ναυτιλία

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η τεχνολογία blockchain μπορεί να φέρει την επανάσταση σε πολλούς τομείς της καθημερινότητας μας, από το διεθνές εμπόριο, τα οικονομικά, τα πνευματικά δικαιώματα και πολλά άλλα. Το blockchain κίνησε το ενδιαφέρον του ιδιωτικού τομέα αλλά και κυβερνήσεων προκειμένου να εξερευνηθούν οι δυνατότητες εφαρμογής της. Όσο αφορά τη ναυτιλία κάποιες πιθανές εφαρμογές φαίνονται παρακάτω:

3.1 Μείωση γραφειοκρατίας

Η γραφειοκρατία είναι το απαραίτητο κακό της παγκόσμιας αλυσίδας εφοδιασμού, όπου οι εμπλεκόμενοι φορείς, συμπεριλαμβανομένων των κατόχων φορτίων, των λιμανιών και των τερματικών σταθμών, των τελωνειακών μεσιτών και άλλων οργανισμών εφοδιασμού εξακολουθούν να βασίζονται σε μεγάλους όγκους εγγράφων τα οποία δημιουργούνται, εξουσιοδοτούνται και διανέμονται σε διαφορετικές τοποθεσίες παγκόσμια σε ολόκληρη τη γραμμή των εμπορικών συναλλαγών. Σε μια μελέτη του 2017 που δημοσιεύθηκε στο Seatrade Maritime News, τα ευρήματα της Maersk Line κατά την ανάλυση μιας αποστολής ενός φορτίου αβοκάντο από τη Μομπάσα προς το Ρότερνταμ εμπλέκονταν 30 μέρη, 100 άτομα, 200 ανταλλαγές πληροφοριών (εκ των οποίων ορισμένα ήταν ηλεκτρονικά, άλλα και σε χαρτί). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις να αυξηθεί το κόστος της μεταφοράς ακόμα και το διπλάσιο[36]. Το 2018 μία κοινοπραξία αρκετών οργανισμών συμπεριλαμβανομένων AB InBev, Accenture, Kuehne και Nagel δοκίμασαν με επιτυχία μία λύση η οποία βασίζεται στην τεχνολογία blockchain και όπου τα έγγραφα δεν χρησιμοποιήθηκαν σε φυσική αλλά σε ψηφιακή μορφή. Όλα τα σχετιζόμενα δεδομένα μοιραζόταν και διανεμόταν χρησιμοποιώντας την τεχνολογία blockchain.



Εικόνα 22: Τυπικά έγγραφα διεθνούς εμπορίου.

Για ένα διεθνές φορτίο αγαθών τυπικά απαιτείται η χρήση 20 διαφορετικών εγγράφων από τα οποία τα περισσότερα σε έντυπη μορφή προκειμένου να γίνει η μεταφορά του. Η συγκεκριμένη λύση μείωσε την ανάγκη για εισαγωγή δεδομένων κατά 80% απλοποιώντας την διαδικασία[37]. Επιπλέον με την χρήση των έξυπνων συμβολαίων, τα οποία είναι προγράμματα υπολογιστή και εκτελούνται αυτόματα εφόσον πληρούνται συγκεκριμένες προϋποθέσεις, τίθενται συγκεκριμένοι κανόνες, οι οποίοι καθορίζονται από τα πρωτόκολλα συναίνεσης, και δεν θα είναι δυνατόν να μεταβάλλονται από τους συμμετέχοντες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα σχεδόν το σύνολο των διαδικασιών να εκτελούνται σε ελάχιστο χρόνο και ψηφιακά.

3.2 Διαφάνεια και Απόδοση

Η τεχνολογία Blockchain αναγνωρίστηκε ως επί το πλείστον από την εφαρμογή της στο κρυπτονόμισμα Bitcoin καθώς και από την δυνατότητα της να δημιουργεί ένα ασφαλές και διαφανές καθολικό συναλλαγών. Τώρα καθώς η εφοδιαστική αλυσίδα

αρχίζει να αναγνωρίζει τι δυνατότητες αυτής τις νέας τεχνολογίας υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να αυξηθεί και η διαφάνεια. Η έγκαιρη άφιξη της μπορεί να ενισχύσει την εφοδιαστική αλυσίδα καθώς οι καταναλωτές απαιτούν μεγαλύτερη διαφάνεια[38]. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της τεχνολογίας blockchain είναι η διαφάνεια η οποία διασφαλίζεται με τη χρήση του διανεμημένου καθολικού όπου ο οποιοσδήποτε χρήστης έχει τη δυνατότητα να αναζητήσει πληροφορίες. Η διαδικασία του "hashing" μπορεί να μετατρέψει υλικά και άυλα αγαθά σε ένα ψηφιακό νόμισμα το οποίο μπορεί να καταγραφεί, να παρακολουθηθεί και να πωληθεί με την χρήση ιδιωτικού κλειδιού και δημόσιου κλειδιού σε μία πλατφόρμα blockchain. Περαιτέρω έλεγχος των αγαθών μπορεί να επιτευχτεί με την χρήση τεχνολογιών ανίχνευσης όπως RFID, NFC tags κλπ.

3.3 Ελαχιστοποίηση κλοπής και απάτης

Παρόλο που οι κλοπές και ο απάτες που αφορούν το οικονομικό σύστημα προβάλλονται περισσότερο από τα ΜΜΕ οι απάτες στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι εξίσου ζημιογόνες αν όχι περισσότερο. Επειδή η εφοδιαστική αλυσίδα είναι περίπλοκη και συνήθως περιλαμβάνει πολλούς ανθρώπους υπάρχουν πολλά κενά στα οποία μπορεί να διαπραχθεί απάτη και να περάσει απαρατήρητη. Η τεχνολογία Blockchain μπορεί να συμβάλει στη μείωση ή ακόμη και στην πρόληψη της απάτης στην αλυσίδα εφοδιασμού μέσω μεγαλύτερης διαφάνειας και βελτιωμένης ανιχνευσιμότητας των προϊόντων. Είναι πολύ δύσκολο κάποιος να χειραγωγήσει το blockchain, το οποίο είναι ένα αμετάβλητο αρχείο δεδομένων που μπορεί να ενημερωθεί και να επικυρωθεί μόνο μέσω συναίνεσης μεταξύ των συμμετεχόντων στο δίκτυο. Εαν ένα προϊόν είναι ψηφιοποιημένο σε blockchain, μπορεί εύκολα να εντοπιστεί πίσω στην προέλευσή του, επειδή οι πληροφορίες είναι σε κοινό, κατανεμημένο καθολικό[39]. Η εταιρία τεχνολογίας Everledger δημιούργησε μια blockchain πλατφόρμα για να εντοπίζει προϊόντα πολυτελείας. Στην συγκεκριμένη πλατφόρμα καταγράφονται τα χαρακτηριστικά, η προέλευση, η αλλαγή ιδιοκτησίας κλπ των προϊόντων πολυτελείας[40].

3.4 Ελαχιστοποίηση της πλαστογραφίας και πιστοποίηση αυθεντικότητας

3.4.1 Blockverify

Το Blockverify είναι μια λύση ενάντια στην πλαστογραφία και αναπτύχθηκε από την Venture Proxy Ltd η οποία εδρεύει στο Λονδίνο. Προσφέρει υπηρεσίες παγκόσμια ώστε να αναγνωρίζονται τα πλαστά προϊόντα, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία blockchain, με αποτέλεσμα να αποτρέπει την δημιουργία αντιγράφων και να επιτρέπει στις εταιρίες να παρακολουθούν την εφοδιαστική τους αλυσίδα[41]. Η διαδικασία που χρησιμοποιείται είναι απλή. Κάθε προϊόν το οποίο παρακολουθείται από το Blockverify έχεις μία δικιά του ξεχωριστή ετικέτα και παρακολουθείται κατά την διαδρομή του στην εφοδιαστική αλυσίδα. Οι έμποροι λιανικής πώλησης μπορούν να ελέγξουν ότι τα παραλαμβανόμενα προϊόντα είναι γνήσια. Μόλις πωληθεί το προϊόν, ο καταναλωτής μπορεί επίσης να ελέγξει αν είναι αυθεντικό και ενεργοποιεί την ιδιοκτησία του προϊόντος. Καθώς οι συναλλαγές αποθηκεύονται στο blockchain, δεν μπορούν να αλλοιωθούν, ακόμη και από τους ίδιους τους κατασκευαστές. Το Blockverify μπορεί να παρέχει "ελεγμένο ιστορικό" κάθε προϊόντος στο σύστημά του. Χρησιμοποιούν το Bitcoin και ένα ιδιωτικό σύστημα blockchain για την αποθήκευση των πληροφοριών. Ο συνδυασμός και των δύο συστημάτων τους επιτρέπει να διασφαλίζουν ότι μόνο αυτοί ελέγχουν ποιες πληροφορίες είναι διαθέσιμες στο κοινό και ποίες μπορούν να έχουν πρόσβαση μόνο οι ίδιες οι εταιρίες[42].

3.4.2 Chronicled.

Η Chronicled Inc. Είναι ένας οργανισμός ο οποίος εργάζεται πάνω σε λύσεις προκειμένου να συνδεθούν τα υλικά αγαθά με την αλυσίδα του Blockchain[43]. Ξεκίνησαν με σκοπό να αντιμετωπίσουν των αντιγραφή των αθλητικών παπουτσιών. Χρησιμοποιώντας έξυπνες ετικέτες και την εφαρμογή Chronicled App οι χρήστες μπορούν να ελέγξουν ένα τα προϊόντα τους είναι αυθεντικά και μπορούν να παρακολουθούν την συλλογή τους μέσω της εφαρμογής[44]. Η Chronicled προσφέρει

έντυπα ταυτοποίησης και ανθεκτικές κρυπτογραφικές σφραγίδες ταυτοποίησης συνδέοντας τα υλικά αγαθά με το blockchain[43]. Προσφέρουν κρυπτογραφικά τσιπ BLE και NFC μέσω των οποίων υπογράφονται όλες οι συναλλαγές προκειμένου να αποθηκευτούν σε δημόσια πλατφόρμα blockchain. Οι κατασκευαστές μπορούν να συμπεριλάβουν τα μικροτσίπ κατά την κατασκευή του προϊόντος η σε επόμενο στάδιο και να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή Chronicled App για να εγγράψουν το προϊόν στην αλυσίδα. Οι καταναλωτές μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν την ίδια εφαρμογή προκειμένου να ελέγξουν την αυθεντικότητα του προϊόντος[43].

3.5 Ασφάλεια οικονομικών συναλλαγών

Κατά μέσο όρο, οι εταιρείες που βρίσκονται στη λίστα Fortune 100 των ΗΠΑ έχει περισσότερες από 60 ημέρες καθυστέρηση στις πληρωμές, όταν οι πλειοψηφία των συμφωνιών καθορίζουν τις πληρωμές εντός 30 ημερών. Αυτό έχει επιπτώσεις στις ταμειακές ροές που συνδέονται με αυτές τις καθυστερήσεις πληρωμών. Ενώ οι περισσότερες από τις πληρωμές αυτές είναι ηλεκτρονικές, οι καθυστερήσεις είναι αποτέλεσμα ενδοεπιχειρησιακών και ενδοεταιρικών διαδικασιών, πολλές από τις οποίες απαιτούν επαλήθευση από τον άνθρωπο[45]. Η χρήση της τεχνολογίας blockchain οικονομικές συναλλαγές μπορεί να μειώσει τον χρόνο διεκπεραίωσης αυτών με ασφαλή τρόπο. Παρακάτω θα δούμε κάποιες από τις απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν οι συναλλαγές στο διαδίκτυο και πως μπορεί η τεχνολογία blockchain να τις εκπληρώσει.

3.5.1 Συνέπεια

Η έννοια της συνέπειας στο πλαίσιο του blockchain ως διανεμημένο καθολικό αναφέρεται στην ιδιότητα ότι όλοι οι κόμβοι έχουν το ίδιο καθολικό συγχρόνως. Η ιδιότητα της συνέπειας έχει προκαλέσει διάφορες διαφωνίες. Κάποιοι ισχυρίζονται ότι το σύστημα του Bitcoin παρέχει μόνο μη ισχυρή συνέπεια (Eventual consistency) και η οποία είναι αδύναμη. Άλλοι ισχυρίζονται ότι το Bitcoin παρέχει ισχυρή συνέπεια (Strong consistency) και όχι μη ισχυρή (Eventual consistency)[46].

Η μη ισχυρή συνέπεια (Eventual consistency) είναι ένα μοντέλο συνέπειας που χρησιμοποιείται στα κατανεμημένα συστήματα υπολογιστών, επιδιώκοντας μια ισορροπία μεταξύ διαθεσιμότητας και συνέπειας. Επίσημα, εξασφαλίζει ότι όλες οι ενημερώσεις στα αντίγραφα αναπαράγονται με αργό τρόπο και ότι η πρόσβαση σε ένα στοιχείο δεδομένων θα πάρει τελικά την τελευταία ενημέρωση εάν το στοιχείο δεν λαμβάνει νέες ενημερώσεις[47]. Ένα κατανεμημένο σύστημα διατηρεί αντίγραφα των δεδομένων του σε πολλαπλές μηχανές, προκειμένου να παρέχει υψηλή διαθεσιμότητα και δυνατότητα κλιμάκωσης. Όταν μια εφαρμογή κάνει μια αλλαγή σε ένα στοιχείο δεδομένων σε ένα μηχάνημα, η αλλαγή αυτή πρέπει να μεταδοθεί στα υπόλοιπα αντίγραφα. Δεδομένου ότι η μεταβολή της αλλαγής δεν είναι στιγμιαία, υπάρχει ένα χρονικό διάστημα κατά το οποίο ορισμένα από τα αντίγραφα θα έχουν την πιο πρόσφατη αλλαγή, ενώ τα υπόλοιπα όχι. Δηλαδή τα αντίγραφα θα είναι διαφορετικά. Σε βάθος χρόνου όμως η αλλαγή θα ενσωματωθεί στα υπόλοιπα αντίγραφα[48]. Στα πλαίσια ενός δικτύου blockchain, το μοντέλο ισχυρής συνέπειας (Strong consistency) σημαίνει ότι όλοι οι κόμβοι έχουν το ίδιο καθολικό ταυτόχρονα και κατά τη διάρκεια της ενημέρωσης του με νέα δεδομένα, οι τυχόν επακόλουθες αιτήσεις ανάγνωσης / εγγραφής θα πρέπει να περιμένουν έως ότου γίνει η ενημέρωση. Αντίθετα το πρότυπο μη ισχυρής συνέπειας (Eventual consistency) σημαίνει ότι η αλυσίδα των μπλοκ σε κάθε κόμβο του συστήματος αναβαθμίζεται σταδιακά. Η βασική πρόκληση για ισχυρή συνέπεια (Strong consistency) είναι ότι το κόστος προκειμένου να έχουμε υψηλή απόδοση είναι πολύ υψηλό ώστε να είναι προσιτό για όλες τις περιπτώσεις. Στην περίπτωση της μη ισχυρής συνέπειας(Eventual consistency) η βασική πρόκληση είναι ο τρόπος αντιμετώπισης της ασυνέπειας που μπορεί να προκληθεί από τα παλαιά δεδομένα[46][47][48].

3.5.2 Ανθεκτικότητα στην αλλοίωση δεδομένων (Tamper resistance)

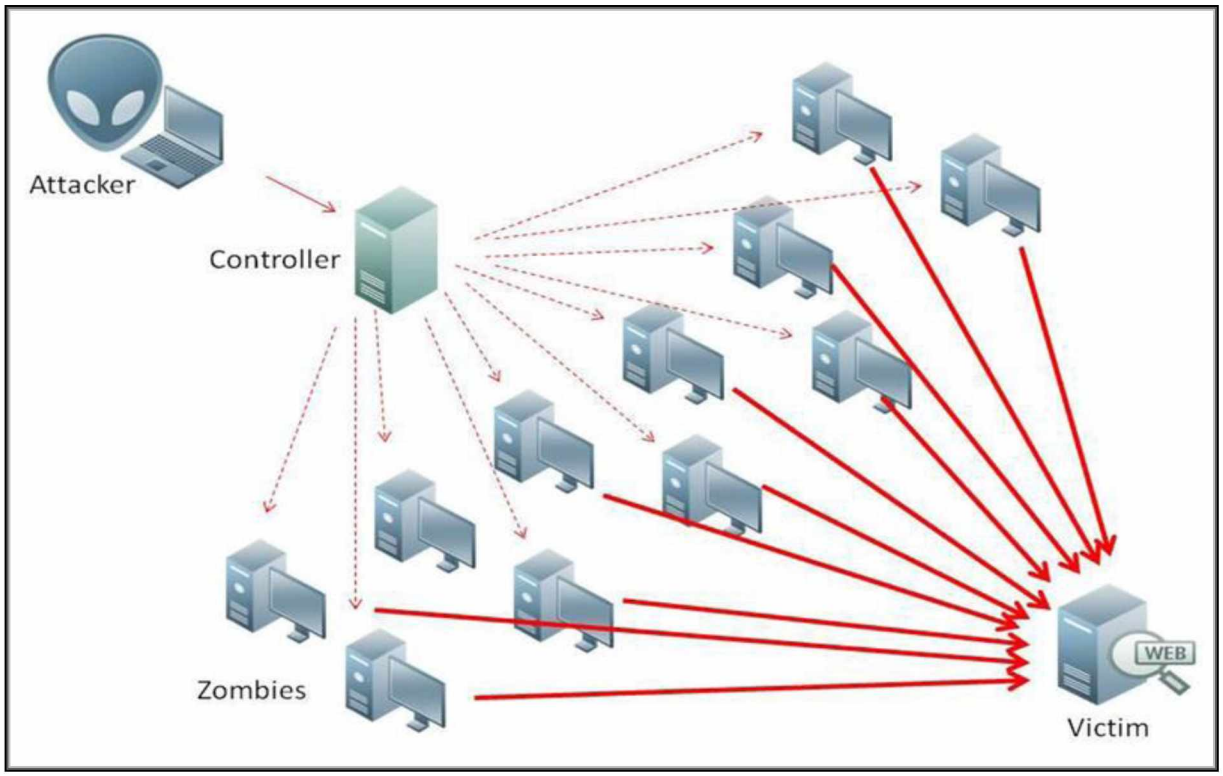
Ανθεκτικότητα στο blockchain σημαίνει ότι οι πληροφορίες των συναλλαγών που αποθηκεύονται στο blockchain δεν μπορούν να αλλοιωθούν κατά τη διάρκεια και μετά τη διαδικασία δημιουργίας των μπλοκ. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η

Τεχνολογία Blockchain βασίζεται σε ένα δημόσιο καθολικό προκειμένου να καταγράφονται όλες οι συναλλαγές μεταξύ των κόμβων. Σε περίπτωση που υπήρχε ένα κυρίαρχο καθολικό αυτό θα ήταν μια σημαντική ευπάθεια στην ασφάλεια του συστήματος. Από την στιγμή που το καθολικό είναι δημόσιο και το σύστημα αποκεντρωμένο κανένας μεμονωμένος κόμβος δεν έχει τον πλήρη έλεγχο στο καθολικό. Σε περίπτωση απόπειρας αλλοίωσης των δεδομένων θα απαιτούσε συντονισμένη ενέργεια από ένα μεγάλο αριθμό κόμβων ταυτόχρονα προκειμένου να αποκτηθεί ο έλεγχος του συστήματος. Άλλο ένα χαρακτηριστικό ασφαλείας της τεχνολογίας Blockchain είναι η αλυσίδα η ίδια. Το καθολικό υφίσταται ως μια μεγάλη αλυσίδα από κρυπτογραφημένα διαδοχικά μπλοκ τα οποία περιέχουν το σύνολο των αρχείων από την έναρξη του συστήματος. Αυτό σημαίνει ότι η οποιαδήποτε προσπάθεια για να αλλοιωθεί ένα μπλόκ στη αλυσίδα θα πρέπει να αλλαχθούν και όλες οι επόμενες στην αλυσίδα. Για να γίνει αυτό θα πρέπει ο εισβολέας να αποκτήσει τον έλεγχο του δικτύου προκειμένου να συναινέσει αυτό με την σειρά του στην αλλαγή που επιθυμεί. Συγκεκριμένα για να αποκτήσει κάποιος τον έλεγχο του δικτύου Bitcoin θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ από το 50% του συνόλου του δικτύου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του βαθμού ασφαλείας της τεχνολογίας Blockchain. Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα συστήματα σε ένα μοντέλο Blockchain υπάρχουν χιλιάδες ξεχωριστοί κόμβοι. Κάθε κόμβος έχει ένα πλήρες αντίγραφο του ψηφιακού καθολικού με αποτέλεσμα να απαιτείται η συμφωνία του μεγαλύτερου ποσοστού των κόμβων προκειμένου να επιβεβαιωθεί μια συναλλαγή. Σε περίπτωση που δεν υπάρξει συναίνεση η συναλλαγή απορρίπτεται[16][17][18]. Τέλος η χρήση ασύμμετρης κρυπτογραφίας με το σύστημα 2 κλειδιών (ιδιωτικό και δημόσιο) όπου το δημόσιο κλειδί διανέμεται δημόσια για την κρυπτογράφηση των δεδομένων και το ιδιωτικό χρησιμοποιείται μόνο για αποκρυπτογράφηση των λαμβανόμενων δεδομένων ενισχύει την ασφάλεια μεταφοράς δεδομένων[19] .

3.5.3 Ανθεκτικότητα στις Επιθέσεις άρνησης υπηρεσιών (DDoS Attacks)

Επίθεση άρνησης υπηρεσιών (DDoS Attack) συμβαίνει όταν οι νόμιμοι χρήστες δεν έχουν την δυνατότητα να έχουν πρόσβαση σε συστήματα πληροφοριών, συσκευές ή άλλους πόρους δικτύου εξαιτίας των ενεργειών ενός κακόβουλου φορέα στον

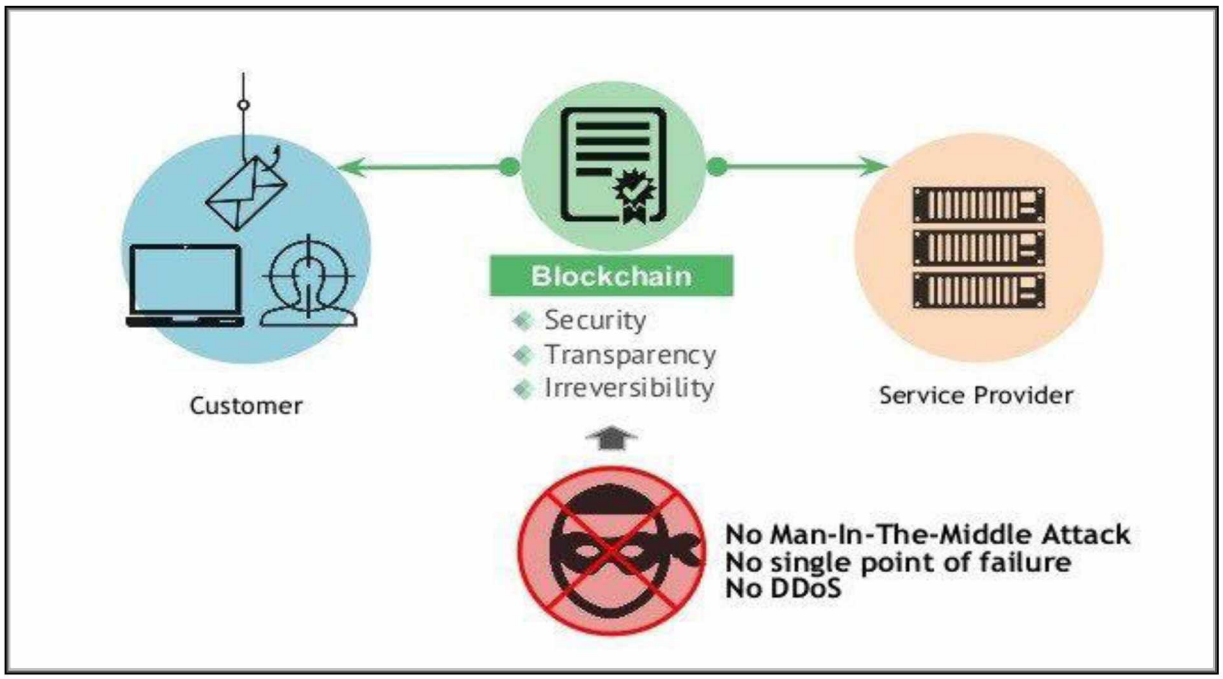
κυβερνοχώρο. Οι υπηρεσίες που επηρεάζονται ως επί το πλείστον είναι ιστοσελίδες, διαδικτυακές οικονομικές συναλλαγές, ηλεκτρονική αλληλογραφία κλπ[49]. Για να γίνει μία DDoS Attack προϋποθέτει ότι ο επιτιθέμενος έχςι στη διάθεση του ένα δίκτυο από συσκευές συνδεδεμένες στο διαδίκτυο. Τέτοιου είδους συσκευές μολύνονται με κακόβουλο λογισμικό (malware) μετατρέποντας αυτές σε Bot ή Zombie. Από την στιγμή αυτή και μετά ο επιτιθέμενος αποκτά τον έλεγχο εξ αποστάσεως σε αυτό το δίκτυο συσκευών το οποίο καλείται botnet. Μόλις δημιουργηθεί το botnet στοχεύετε μία IP διεύθυνση (στόχος) και αποστέλλονται πληθώρα αιτημάτων με αποτέλεσμα ο server (εξυπηρετητής) του στόχου να μην είναι σε θέση να τα ικανοποιήσει. Με αυτό τον τρόπο επηρεάζονται και οι κανονικοί χρήστες καθόσον δεν υπάρχει η δυνατότητα από τον server να τους εξυπηρετήσει.



Εικόνα 23: DDoS Attack σε Server στόχο

Η τεχνολογία blockchain μπορεί να αντιμετωπίσει τις DDoS Attacks καθώς είναι στην ουσία ένα αποκεντρωμένο δίκτυο χωρίς μία κεντρική αρχή και αυτού του τύπου οι επιθέσεις συνήθως κατευθύνονται σε ένα κεντρικό στόχο. Σε περίπτωση που στοχευθεί ένα μέρος του δικτύου το υπόλοιπο μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί δίχως πρόβλημα[4][51]. Η Gladius είναι μία εταιρία cybersecurity οι οποία εργάζεται πάνω σε

ένα σύστημα το οποίο θα της επιτρέπει να νοικιάζει αποκεντρωμένο εύρος ζώνης όταν απαιτείται προκειμένου να απορροφά τις DDoS Attacks. Για το επιτύχουν αυτό χρησιμοποιούν το αχρησιμοποίητο εύρος ζώνης σαν προστατευτικές δεξαμενές. Κάθε αποκεντρωμένη δεξαμενή προσθέτει έξτρα έργο για τον επιτιθέμενο με αποτέλεσμα να εξαντληθεί το εύρος ζώνης που διαθέτει[52] .



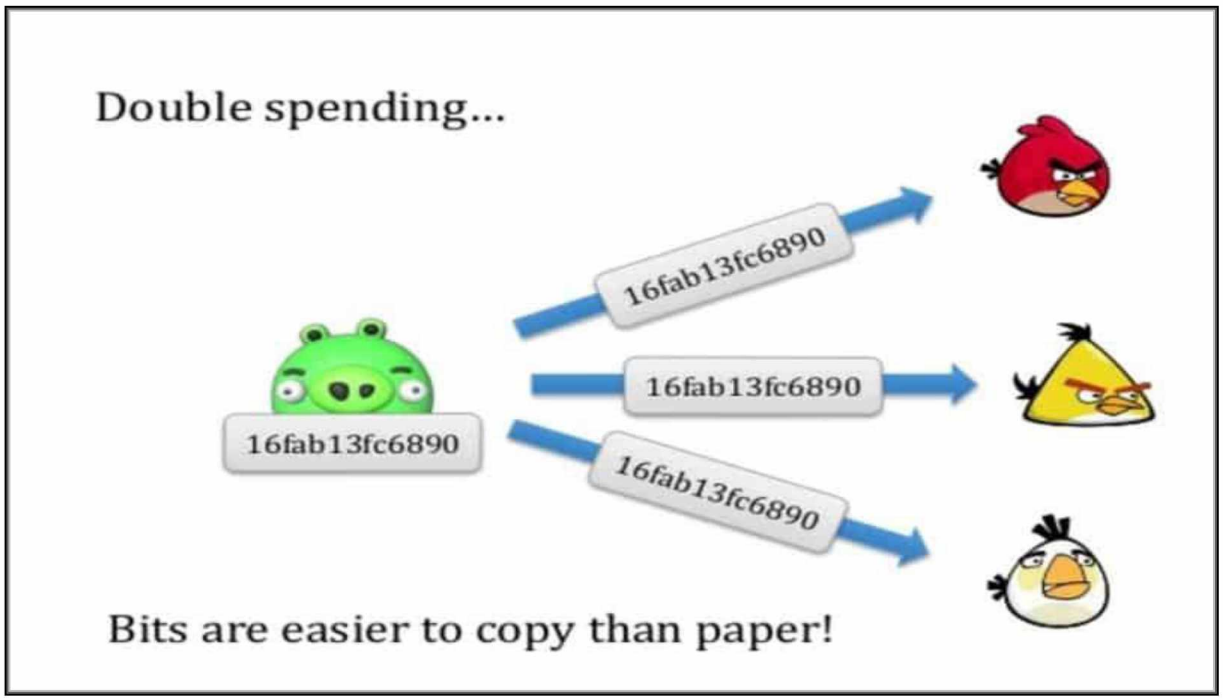
Εικόνα 24: Αντιμετώπιση DDoS Attack από Blockchain

3.5.4 Προστασία από διπλές δαπάνες (Double spending)

Ο όρος διπλές δαπάνες (Double spending) είναι ο κίνδυνος που ελλοχεύει ότι ένα ψηφιακό νόμισμα μπορεί να ξοδευτεί παραπάνω από μία φορά, διότι οι ψηφιακές πληροφορίες μπορούν να αναπαραχθούν σχετικά εύκολα[53]. Όπως με την πλαστογράφηση των χαρτονομισμάτων έτσι και στο ψηφιακό χρήμα οι διπλές δαπάνες (Double spending) προκαλούν πληθωρισμό και υποτίμηση του νομίσματος.

Το blockchain είναι μία μεγαλη βάση δεδομένων, αντίγραφα τις οποίας τηρούνται από κάθε κόμβο. Στο bitcoin χρησιμοποιείται πρωτόκολλο συναίνεσης το οποίο καλείται proof of work και θωρακίζει το δίκτυο από τις διπλές δαπάνες (Double spending). Οι ανθρακωρύχοι (miners) είναι οι κόμβοι του δικτύου οι οποίοι επιβεβαιώνουν και ελέγχουν, μέσω του ιστορικού της αλυσίδας, όλες τις συναλλαγές

που γίνονται σε αυτή. Θεωρητικά κάποιος θα μπορούσε να αλλοιώσει το ιστορικό τις αλυσίδας, προκειμένου να κάνει διπλές δαπάνες (Double spending), αλλά αυτό θα απαιτούσε πάρα πολύ επεξεργαστική ισχύ ίση με το 51% του συνόλου της επεξεργαστικής ισχύς του δικτύου. Επίσης, κάθε συναλλαγή φέρει την ψηφιακή υπογραφή του αποστολέα.



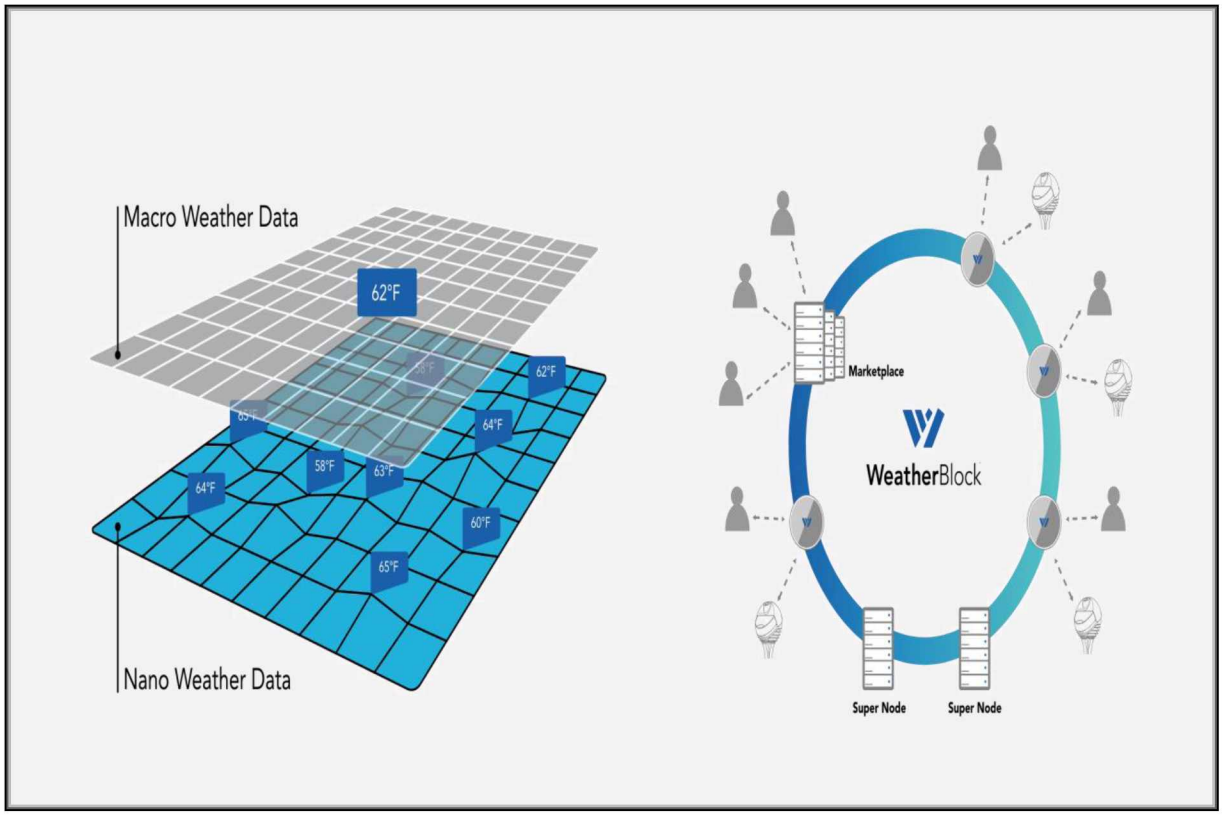
Εικόνα 25: Απεικόνιση διπλής δαπάνης (Double spending)

Έτσι διασφαλίζεται ότι εάν κάποιος προσπαθήσει να αλλοιώσει την συναλλαγή μπορεί εύκολα να ανιχνευτεί. Ο συνδυασμός της ψηφιακής υπογραφής του αποστολέα ή διαφάνεια που προσφέρει το διανεμημένο καθολικό καθώς και το πρωτόκολλο συναίνεσης του δικτύου κάνει την αλυσίδα του bitcoin πολύ ανθεκτική σε αυτού του είδους τις επιθέσεις[4][54].

3.6 Πρόγνωση Καιρού

Η πρόγνωση του καιρού έχει προχωρήσει πολύ σε σχέση με το παρελθόν. Σήμερα υπάρχουν δορυφόροι στο διάστημα οι οποίοι παρακολουθούν συνεχώς τον καιρό σε ολόκληρο τον πλανήτη και υπάρχουν εκατομμύρια μέσα που αναπτύσσονται σε όλο τον

κόσμο τα οποία καταγράφουν μετεωρολογικά δεδομένα. Το ραντάρ Doppler μπορεί να πει πότε πλησιάζει η βροχή και οι υψηλοί άνεμοι και τα μοντέλα υπολογιστών έχουν γίνει τόσο προχωρημένα ώστε η ατμόσφαιρα της Γης να μπορεί να προβάλλεται αρκετές μέρες μπροστά με σταθερή ακρίβεια[55]. Τα δεδομένα του καιρού συλλέγονται μέσω παρατήρησης. Στην συνέχεια περνούν από διάφορα μοντέλα πρόγνωσης πριν αφομοιωθούν σε ομαδοποιημένα δεδομένα. Ακόμη και μετά από αυτό, υπάρχει ένα σφάλμα. Αυτό απαιτεί την ύπαρξη μιας καινοτομίας που να συνδυάζει το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και το Blockchain ενός οικοσυστήματος όπου να υπάρχει η δυνατότητα ανταλλαγής δεδομένων.



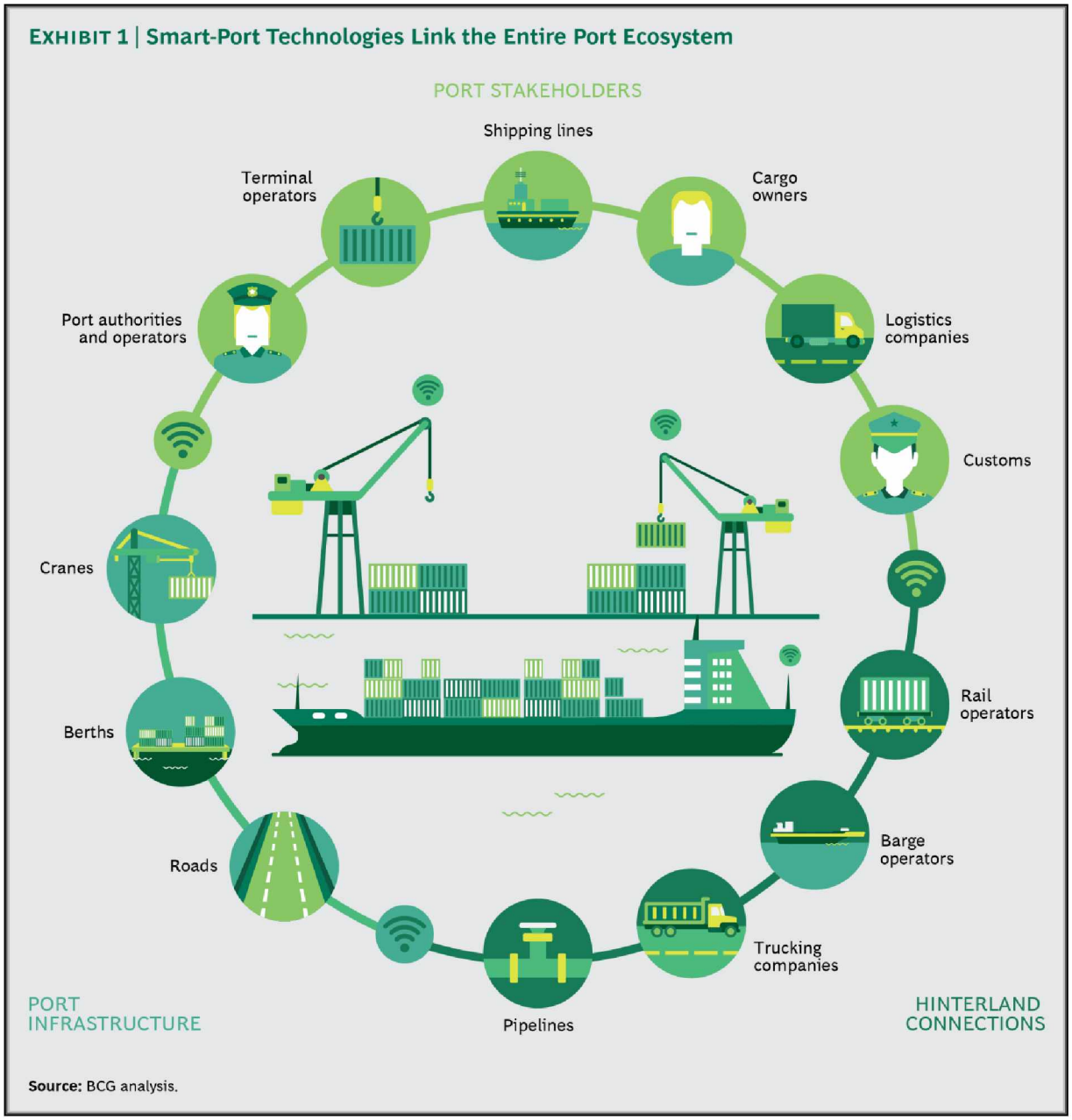
Εικόνα 26: Οικοσύστημα WeatherBlock

Το WeatherBlock προσπαθεί να δημιουργήσει ένα οικοσύστημα μέσω ενός δικτύου p2p, το οποίο είναι αποκεντρωμένο καθώς χρησιμοποιεί της τεχνολογία blockchain. Σε συνδυασμό με το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) θα χρησιμοποιεί αυτόνομη επικοινωνία. Με την εισροή δεδομένων από παρατηρητές και μετεωρολογικούς σταθμούς, θα δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων. Τα

δεδομένα από όλους τους χρήστες και μετά από ομόφωνη απόφαση, θα έχουν πιστοποιηθεί. Το επόμενο βήμα είναι να δημιουργηθεί ένα κρυπτονόμισμα το WXB το οποίο θα χρησιμοποιείται για κρυπτογραφημένες συναλλαγές. Αυτό θα δημιουργήσει ένα οικοσύστημα που θα βασίζεται στο κίνητρο και στην ανταμοιβή. Το WeatherBlock συνεργάζεται με το BloomSky για την παροχή πρόβλεψης σε πραγματικό χρόνο. Το BloomSky είναι ένα σύστημα καμερών που παρατηρούν τον καιρό και παρέχει οπτικές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο[56]. Το BloomSky χρησιμοποιεί συσκευές οι οποίες παρατηρούν τις καιρικές συνθήκες και το WeatherBlock χρησιμοποιεί την τεχνολογία blockchain για δημιουργηθεί μία οικονομία γύρω από τα δεδομένα καιρικών συνθηκών που είναι αποθηκευμένα[57].

3.7 Έξυπνα Λιμάνια (Smart ports)

Ένας λιμένας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία μια ισχυρής οικονομικά παραθαλάσσιας περιοχής ενισχύοντας την οικονομική άνθηση σε τομείς όπως βιομηχανία, εμπόριο, και τουρισμό με αποτέλεσμα να αυξάνονται τα κρατικά έσοδα από τη συγκεκριμένη περιοχή[58]. Τα τελευταία 50 χρόνια, ο ναυτιλιακός κλάδος ανακάλυψε τον εαυτό του ξανά και ξανά, με την εισαγωγή εμπορευματοκιβωτίων, μεγαλύτερων σκάφων και την ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων. Παρόλη την πρόοδο υπάρχουν κάποιες διαδικασίες οι οποίες παραμένουν πεισματικά αγκυλωμένες στο παρελθόν σε ένα γραφειοκρατικό σύστημα. Το παγκόσμιο εμπόριο όμως συνεχώς εξελίσσεται. Τα συνεχώς αυξανόμενα μεγέθη των πλοίων και ο όγκος των φορτίων συνεχίζουν να ασκούν πιέσεις στους τερματικούς σταθμούς, οι οποίοι πρέπει καινοτομούν για να προσλαβαίνουν τις εξελίξεις. Ταυτόχρονα, το περιβάλλον των λιμένων μετατρέπεται και το ίδιο σε ένα πολύπλοκο δίκτυο συνεργατών που περιλαμβάνει λιμενικές αρχές, τερματικούς σταθμούς, ναυτιλιακές εταιρείες, εταιρείες μεταφορών και logistics[59].



Εικόνα 27: Οικοσύστημα Έξυπνου Λιμανιού (Smart Port)

Λαμβάνοντας υπόψη τον αυξανόμενο όγκο κυκλοφορίας, ένας σύγχρονος λιμένας θα πρέπει να εξασφαλίζει υψηλή απόδοση, αξιοπιστία και αποδοτικότητα στο χειρισμό των φορτίων, μείωση του χρόνου παραμονής του σκάφους στο λιμένα. Αυτό απαιτεί αλλαγές στη οργάνωση και τη χρήση των νέων τεχνολογιών[60].

Εικόνα 28: Τεχνολογίες Έξυπνου Λιμανιού (Smart Port)

Στην **Εικόνα 28**. Φαίνεται η χρήση νέων τεχνολογιών σε διάφορους τομείς όπως υποδομή, διαχείριση εμπορευματοκιβωτίων, διαχείριση κυκλοφορίας και διαδικασίες τελωνείου.

Ένα λιμένας έχει μεγάλη ποικιλία νέων τεχνολογιών να επιλέξει αλλά τα βασικά στρατηγικά ζητήματα τα οποία αντιμετωπίζουν πρέπει να καθοδηγήσει τις επιλογές του[60]. Για παράδειγμα, οι ανάγκες των λιμένων καθορίζονται από την τοποθεσία, το ρόλο στο εμπόριο ή το επίπεδο ανταγωνισμού[59].

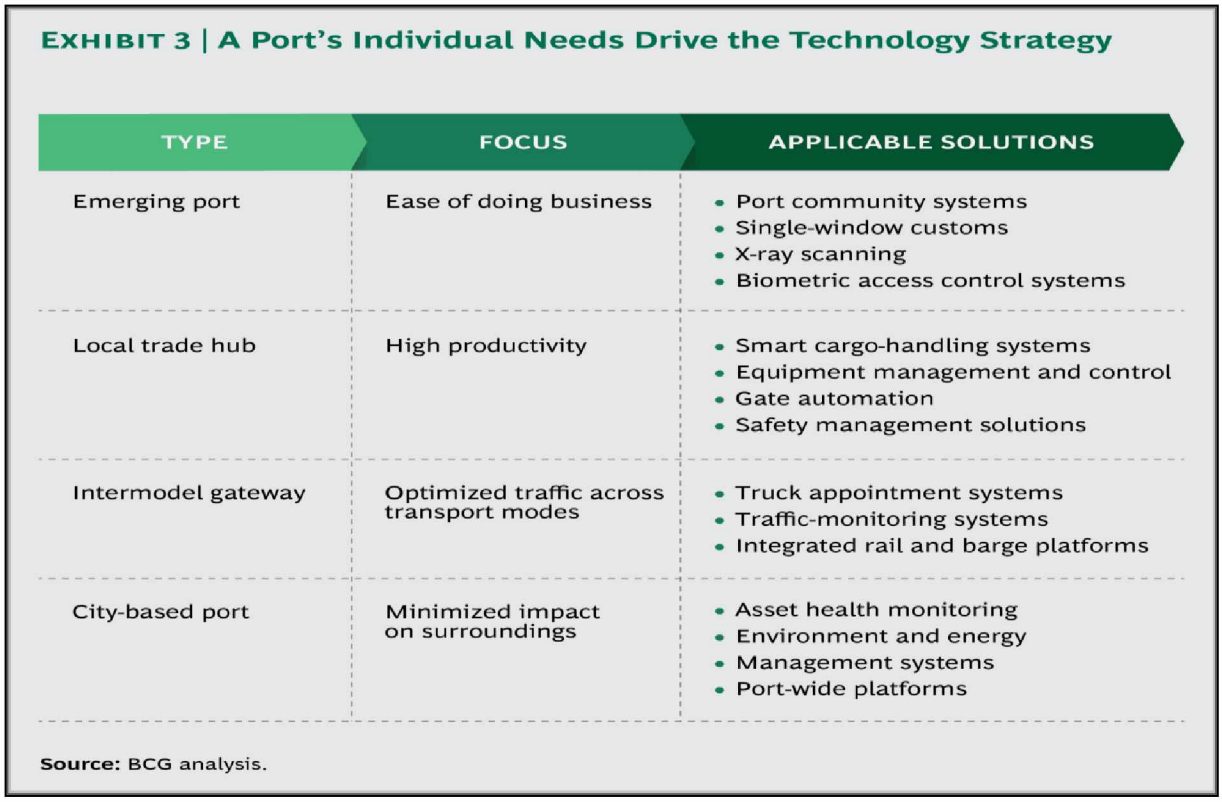


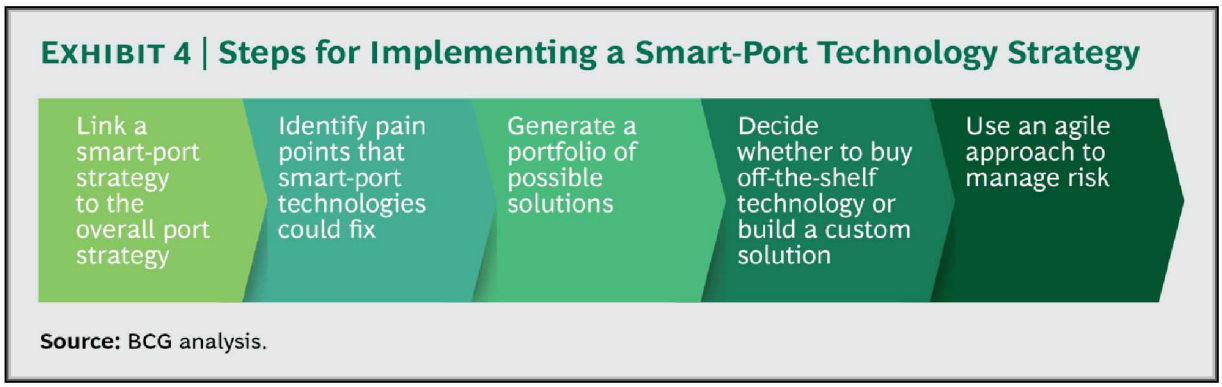
EXHIBIT 3 | A Port's Individual Needs Drive the Technology Strategy

TYPE	FOCUS	APPLICABLE SOLUTIONS
Emerging port	Ease of doing business	• Port community systems • Single-window customs • X-ray scanning • Biometric access control systems
Local trade hub	High productivity	• Smart cargo-handling systems • Equipment management and control • Gate automation • Safety management solutions
Intermodel gateway	Optimized traffic across transport modes	• Truck appointment systems • Traffic-monitoring systems • Integrated rail and barge platforms
City-based port	Minimized impact on surroundings	• Asset health monitoring • Environment and energy • Management systems • Port-wide platforms

Source: BCG analysis.

Εικόνα 29: Επιλογή νέων τεχνολογιών ανάλογα με τις ανάγκες του λιμένα

Στην αγορά υπάρχει πληθώρα τεχνολογιών για Έξυπνα Λιμάνια (Smart ports). Παρόλο που κάποιες από τις τεχνολογίες φαίνονται εφαρμόσιμες σε όλα τα επίπεδα τα λιμάνια είμαι μία ξεχωριστή περίπτωση. Επομένως είναι σημαντικό να επιλέγονται τα εργαλεία που προσφέρουν μεγαλύτερη αξία στην επένδυση[59].

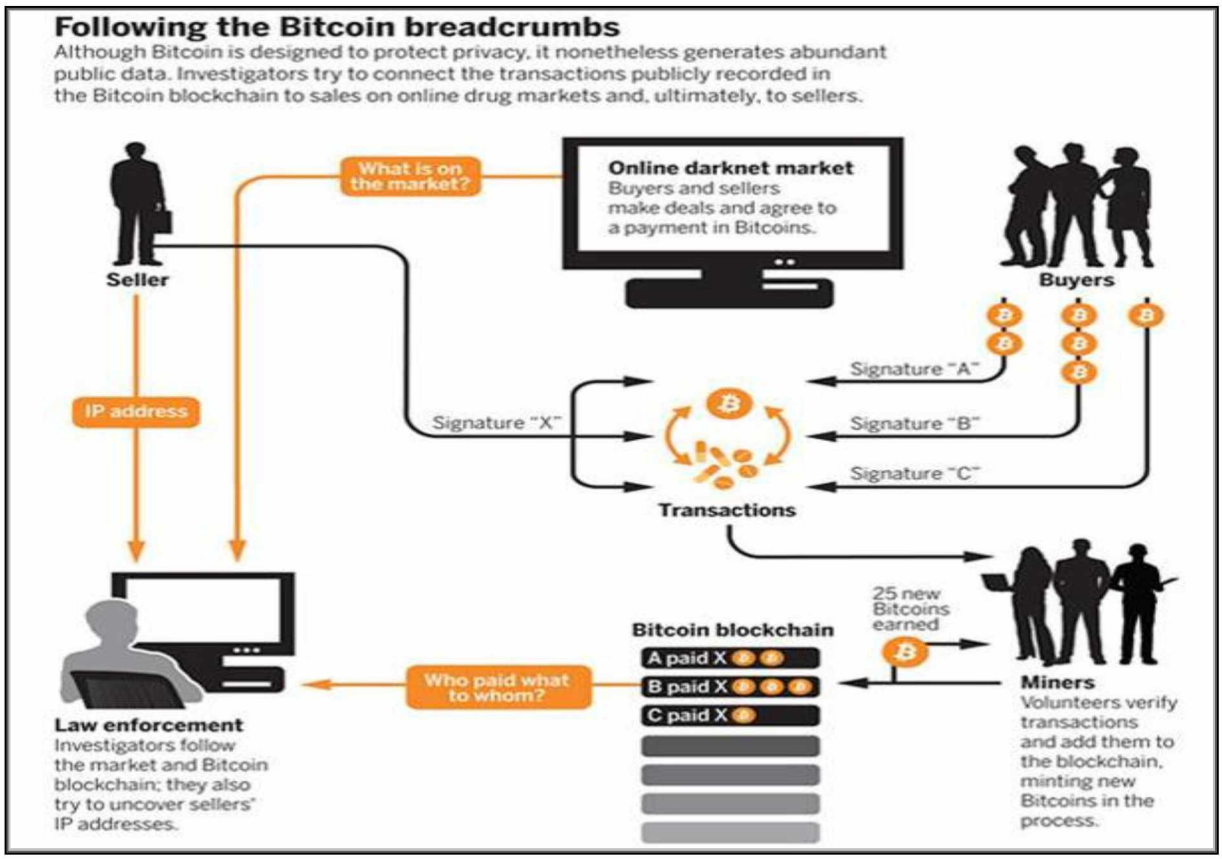


Εικόνα 30: Βήματα εφαρμογής τεχνολογιών σε έξυπνο λιμάνι

4. Αναδυόμενες προκλήσεις από την χρήση της τεχνολογίας Blockchain

4.1 Ιδιωτικότητα

Η τεχνολογία blockchain παρουσιάζει μερικά βασικά προβλήματα ιδιωτικότητας λόγω τους σχεδιασμού της. Συγκεκριμένα η διανεμημένη φύση της τεχνολογίας της σημαίνει ότι κάθε κόμβος ο οποίος διαχειρίζεται συναλλαγές και εξορύσσει μπλοκ έχει πλήρης πρόσβαση στα δεδομένα της αλυσίδας έως το πρώτο γενεσιουργό μπλοκ. Στο Bitcoin ο κάθε χρήστης έχει ένα ψευδώνυμο που σημαίνει ότι έχει Ψευδώνυμα δεδομένων που δεν σχετίζονται άμεσα με ένα συγκεκριμένο άτομο. Η ταυτότητα του προσώπου δεν είναι γνωστή αλλά οι πολλαπλές εμφανίσεις αυτού του προσώπου μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους[61]. Μία έρευνα από τους NY Times περιγράφει πως τα ψευδώνυμα δεδομένα τοποθεσίας είναι αρκετά προκειμένου να ταυτοποιήσεων ένα άτομο σχετικά εύκολα[62].



Εικόνα 31: Ιδιωτικότητα στο Bitcoin

Αυτό είναι ένα μεγάλο πρόβλημα για την τεχνολογία blockchain για διαφόρους λόγους. Σε αντίθεση με δεδομένα εφαρμογών που παρατέθηκαν στο άρθρο των NY times τα δεδομένα μίας blockchain αλυσίδας, είναι προσβάσιμα από όλο το δίκτυο και πιθανό από κάποιους οι οποίοι θα επιδιώξουν να εκμεταλλευτούν τα οικονομικά στοιχεία αυτών. Ο δημόσιος χαρακτήρας του blockchain δίνει την δυνατότητα για ταυτοποίηση ενός ατόμου. Ένα άρθρο σχετικά με τις έρευνες που έχουν γίνει για το bitcoin από το Journal of Forensic Research αναφέρει κάποια από αυτά[63]. Ένας τρόπος είναι να παρακολουθηθούν οι επικοινωνίες των μεταξύ κόμβων στο blockchain, οι οποίες μπορούν να συσχετίζουν τις συναλλαγές και τις διευθύνσεις πρωτοκόλλου διαδικτύου. Επιπλέον, αν και δεν είναι δημόσιο, το λογισμικό πορτοφολιών μπορεί να αναλυθεί ακόμη και χωρίς τις φράσεις πρόσβασης ή τα κλειδιά που χρειάζονται για τη χρήση του πορτοφολιού. Το ενδιαφέρον είναι ότι ένας ειδικός πράκτορας της εφορίας (IRS) των ΗΠΑ ήταν σε θέση να παρακολουθήσει τις συναλλαγές bitcoin για να διαπιστώσει ότι ένα στέλεχος της υπηρεσίας Δίωξης Ναρκωτικών που συμμετείχε στην έρευνα, σχετίζονταν με ξέπλυμα μαύρου χρήματος Bitcoin που σχετίζεται με το Silk Road[64].

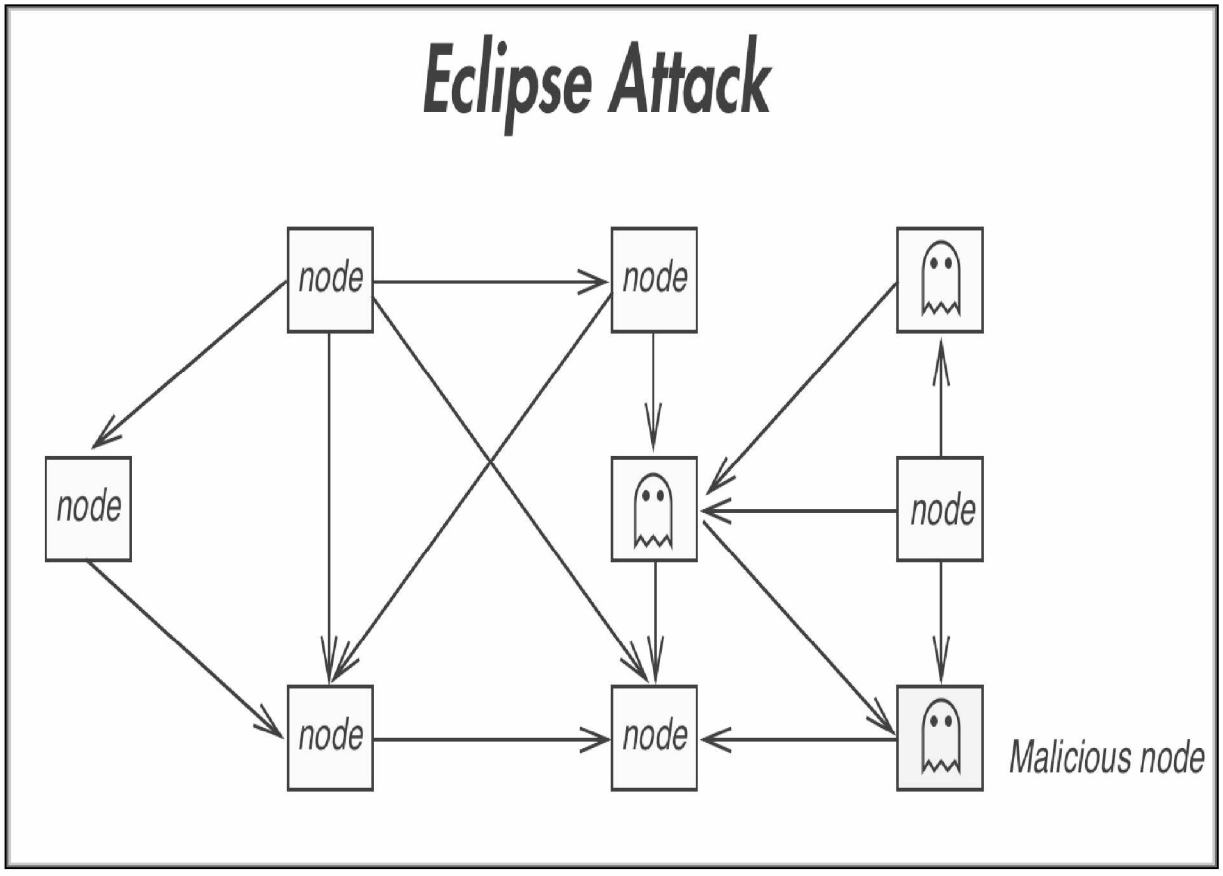
4.2 Ασφάλεια

Η τεχνολογία blockchain παρόλο που συγκεντρώνει αρκετά χαρακτηριστικά ασφαλείας με δημόσιο και αμετάβλητο καθολικό, μηχανισμός συναίνεσης, και κρυπτογράφηση ταυτότητας και συναλλαγών και μπορεί να ακούγεται σαν απόλυτα ασφαλές πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι εμφανίζονται νέες επιθέσεις ασφάλειας, οι οποίες είναι πολύ εξελιγμένες και μπορούν να προκαλέσουν τεράστιες ανεπανόρθωτες ζημιές. Η κατανόηση αυτών των επιθέσεων είναι πολύ σημαντική για όσους αναπτύσσουν blockchain[65].

4.2.1 Επιθέσεις στο δίκτυο

4.2.1.1 Eclipse attack

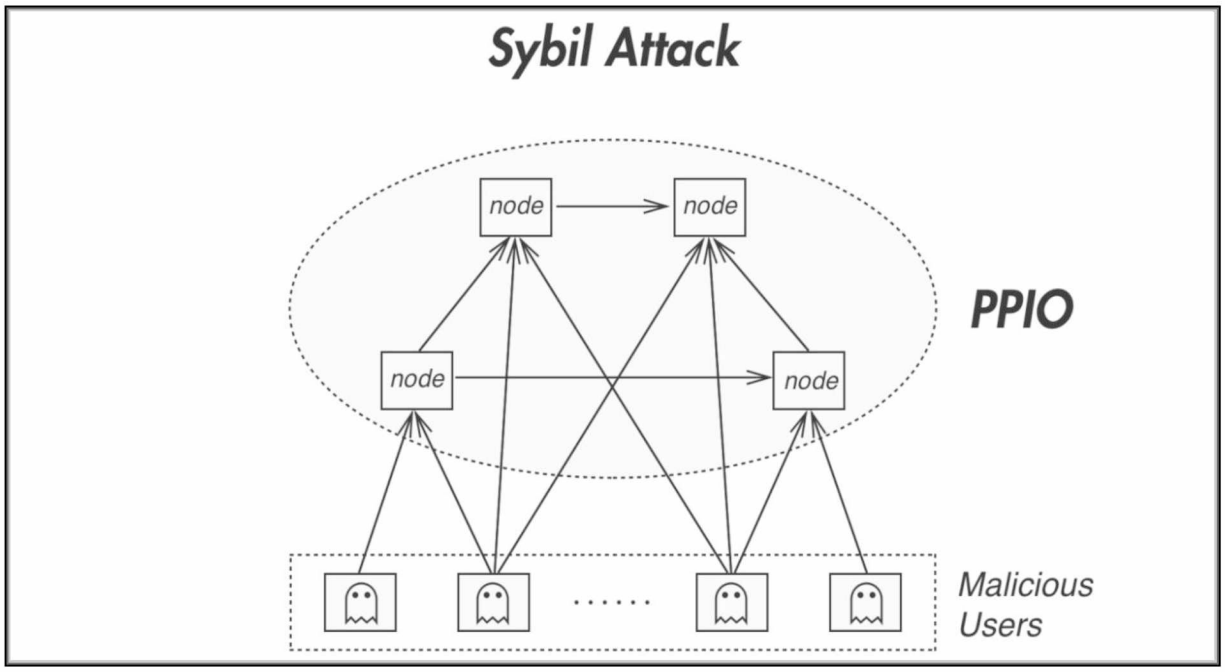
Eclipse Attack είναι η επίθεση σε ένα αποκεντρωμένο δίκτυο p2p μέσω του οποίου ένας εισβολέας επιδιώκει να απομονώσει και να επιτεθεί σε συγκεκριμένο χρήστη, αντί να επιτεθεί σε ολόκληρο το δίκτυο. Μια επιτυχημένη Eclipse Attack επιτρέπει στον επιτιθέμενο να απομονώσει και στη συνέχεια να αποτρέψει το στόχο του από την επίτευξη μιας πραγματικής εικόνας της δραστηριότητας του δικτύου και της τρέχουσας κατάστασης. Αυτού του είδους οι επιθέσεις είναι εφικτές διότι τα αποκεντρωμένα δίκτυα δεν αφήνουν όλους του κόμβους του δικτυού να συνδέονται μεταξύ τους ταυτόχρονα. Για παράδειγμα το bitcoin έχει 8 εξόδους και το ethereum 13[66]



Εικόνα 32: Απεικόνιση επίθεσης Eclipse attack

4.2.1.2 Sybil attack

Μία επίθεση τύπου Sybil Attack λαμβάνει χώρα όταν ένα επιτιθέμενος προσπαθεί να πλημυρίσει το δίκτυο με μεγάλο αριθμό κόμβων με διαφορετικές ταυτότητες με σκοπό να επηρεάσει το δίκτυο. Σε περίπτωση επιτυχίας θα έχει στην κατοχή του ένα μεγάλο αριθμό κόμβων στη διάθεση του για εκμετάλλευση[66].



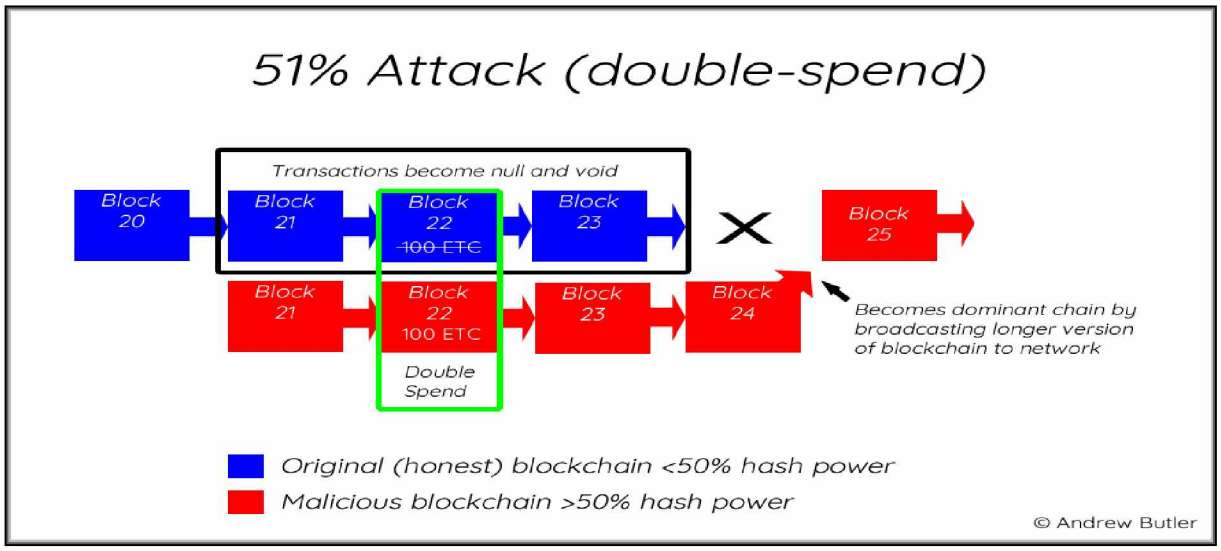
Εικόνα 33: Απεικόνιση επίθεσης Sybil attack

4.2.2 Επιθέσεις κατά του αλγόριθμου συναίνεσης και της διαδικασίας εξόρυξης

4.2.2.1 Επίθεση Πλειοψηφίας(51% Attacks)

Με τον μηχανισμό συναίνεσης Proof of Work η πιθανότητα να εξαχθεί ένα μπλοκ εξαρτάται αποκλειστικά από την εργασία πού γίνεται από τους ανθρακωρύχους (miners). Εξαιτίας αυτού του μηχανισμού οι άνθρωποι ενώνονται σε ομάδες και δημιουργούνται εξορυκτικές δεξαμενές με αποτέλεσμα να αποκτούν μεγάλη επεξεργαστική ισχύ συνολικά. Εάν μια ομάδα αποκτήσει το 51% της επεξεργαστικής ισχύς της αλυσίδας μπορεί να πάρει τον έλεγχο αυτής[67] με αποτέλεσμα να έχει την δυνατότητα να τροποποιεί τα δεδομένα των συναλλαγών και να υπάρξουν διπλές δαπάνες[68]. Οι επιθέσεις πλειοψηφίας(51% Attacks) ήταν πιο εφικτές στο παρελθόν

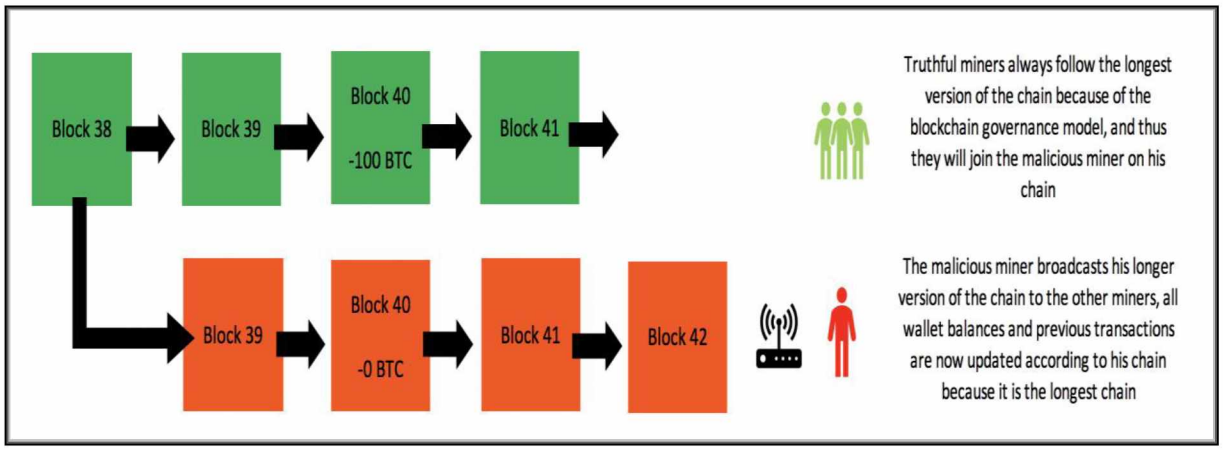
όταν οι περισσότερες συναλλαγές άξιζαν περισσότερο από την ανταμοιβή του μπλοκ και όταν το ποσοστό της επεξεργαστικής ισχύς του δικτύου ήταν πολύ χαμηλότερη και ήταν επιρρεπής σε επιθέσεις με την εμφάνιση νέων τεχνολογιών εξόρυξης[69].



Εικόνα 34: Επίθεση Πλειοψηφίας(51% Attacks)

4.2.2.2 Selfish mining attack

Το Selfish mining attack είναι μια στρατηγική που χρησιμοποιείται από miners οι οποίοι επιδιώκουν να αυξήσουν τα κέρδη τους αποκρύπτοντας εσκεμμένα τα μπλοκ τους κρυφά.

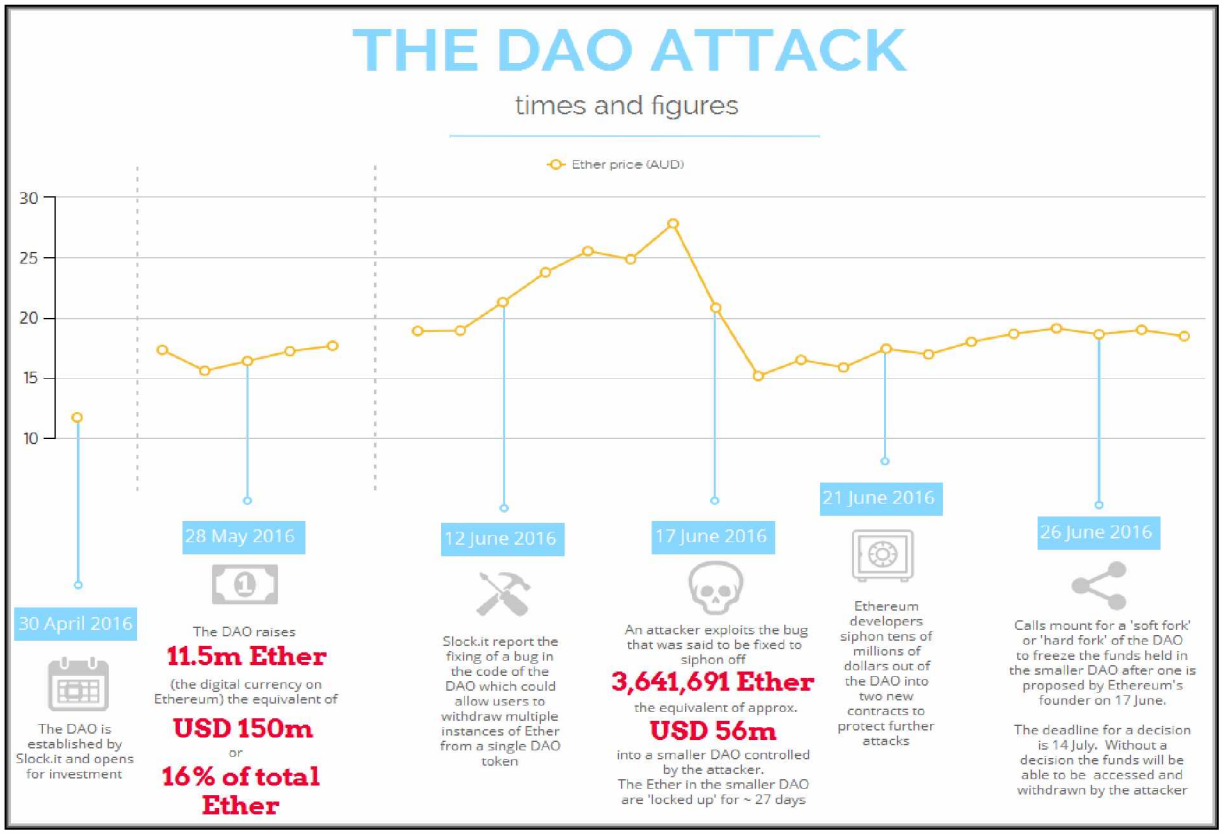


Εικόνα 35: Selfish mining attack

Αντί να αποδεσμεύσουν τα μπλοκ τους μετά την εξόρυξη στο δίκτυο οι συγκεκριμένοι miners συνεχίζουν την εξόρυξη των δικών τους ιδιωτικών μπλοκ με σκοπό να δημιουργήσουν μία μεγαλύτερη αλυσίδα από την γνήσια. Αυτή η ενεργεία οδηγεί σε ένα ανταγωνισμό μεταξύ της γνήσιας (δημόσιας) αλυσίδας και της ιδιωτικής. Όταν η ιδιωτική αλυσίδα φτάσει στο ίδιο μήκος με την δημόσια τότε οι miners εμφανίζουν την δική τους ιδιωτικής αλυσίδα προκειμένου να λάβουν την ανταμοιβή[67][70].

4.2.3 Smart Contract-based Attacks (The DAO attack)

DAO είναι τα αρχικά του "Decentralized Autonomous Organization. Δεν είναι πραγματικός οργανισμός και η όλη λειτουργία (συναλλαγές, διαδικασία λήψης αποφάσεων κλπ) του καθορίζεται από τον κώδικα που έχει γραφεί. Το «The DAO» ήταν μια μορφή ενός venture capital fund. Ξεκίνησε την 30 Απρ 2016 και σε λίγο χρονικό διάστημα συγκέντρωσε 150.000.000 δολάρια σε ETH.



Εικόνα 36: Το χρονικό της «The DAO Attack»

Στις 17 Ιουν ξαφνικά δέχτηκε επίθεση από ένα χάκερ, ο οποίος βρήκε μία αδυναμία στον κώδικα του DAO, με αποτέλεσμα ο επιτιθέμενος να μεταφέρει περίπου το 1/3 του συνολικού ποσού σε δικό του λογαριασμό[71]. Το αποτέλεσμα αυτής ήταν να εφαρμοστεί hard fork και να προκύψουν 2 αλυσίδες (κρυπτονομίσματα). Το ethereum και το ethereum classic[72].

4.2.4 Wallet-based Attack (Parity Multisig Wallet Attack)

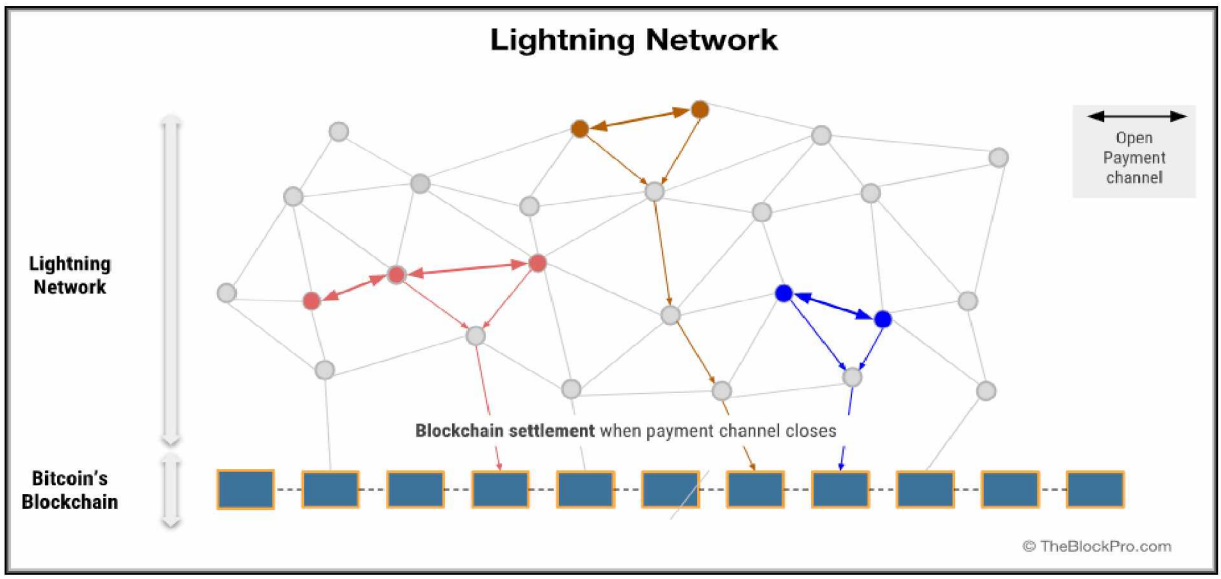
Τα Multisignature wallets είναι έξυπνα συμβόλαια σχεδιασμένα να διαχειρίζονται τα περιουσιακά στοιχεία σε μια blockchain, πολλαπλών πορτοφολιών με την συγκατάθεση ιδιοκτητών. Το Multising διανέμονται στους χρήστες σαν πηγαίος κώδικα έξυπνου συμβολαίου. Όταν ένας χρήστης επιθυμεί να το χρησιμοποιήσει παίρνει τον κώδικα και τον προσαρμόζει στις ανάγκες του τοποθετώντας τα στοιχεία του (Ιδιοκτησία, κεφάλαια, κλπ). Στις 6-8 Νοε 17 ένας επιτιθέμενος κατάφερε να σβήσει ένα μέρος του κώδικα, καταστρέφοντας την βιβλιοθήκη στην οποία ήταν αποθηκευμένος, με αποτέλεσμα να παγώσουν τα περιουσιακά στοιχεία 151 πορτοφολιών αξίας 500.000 ETH.

Εικόνα 37: Wallet Attack

4.3 Επεκτασιμότητα

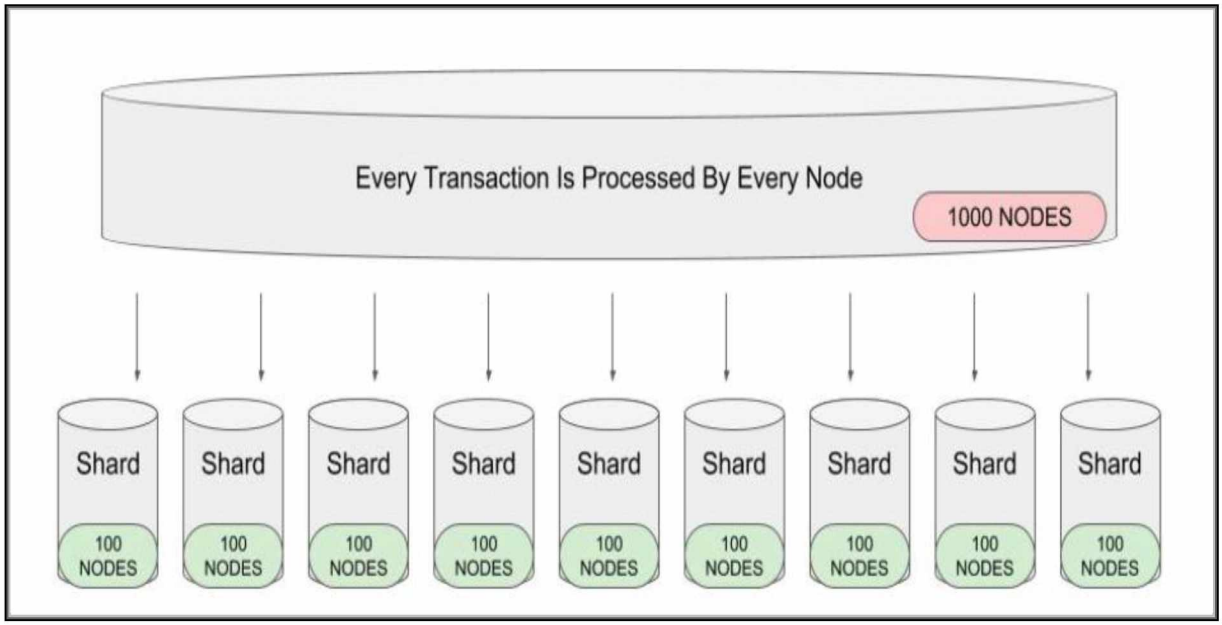
Με την αυξανόμενη δημοτικότητα και υιοθέτηση των κρυπτονομισμάτων, όπως bitcoin και ethereum, οι προγραμματιστές είναι αναγκασμένοι να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της επεκτασιμότητας του. Καθώς η χρήση των κρυπτονομισμάτων αυξάνεται καθημερινά αυξάνεται επίσης και ο αριθμός των συναλλαγών εκθετικά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο χρόνος αναμονής έγκρισης μίας συναλλαγής στο bitcoin να φτάνει τα 29 λεπτά. Δυστυχώς και ethereum δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσει το πρόβλημα του μεγάλου αιθρμού συναλλαγών καθώς είναι σε θέση να διεκπεραιώσει, σε πραγματικές συνθήκες, μέχρι 20 συναλλαγές το δευτερόλεπτο σε αντίθεση με το paypal και visa που διεκπεραιώνουν 193 και 1670 αντίστοιχα[73]. Για την λύση του προβλήματος της επεκτασιμότητας προτάθηκαν διάφορες λύσης όπως παρακάτω:

Lightning Network: Το Lightning Network στη ουσία προσθέτει ένα ακόμα επίπεδο στη blockchain του bitcoin και επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν κανάλια πληρωμών μεταξύ δύο μερών σε ένα επιπλέον επίπεδο. Αυτά τα κανάλια μπορούν να υφίστανται μόνο για την διάρκεια της πληρωμής και από την στιγμή που η συναλλαγή γίνεται μεταξύ δύο ανθρώπων αυτή θα γίνεται ακαριαία. Το Lightning Network θα δουλεύει πάνω από το blockchain αλλά δεν θα έχει την ασφάλεια του και πιθανόν να χρησιμοποιείται μόνο για μικροσυναλλαγές [74].



Εικόνα 38: Lightning Network

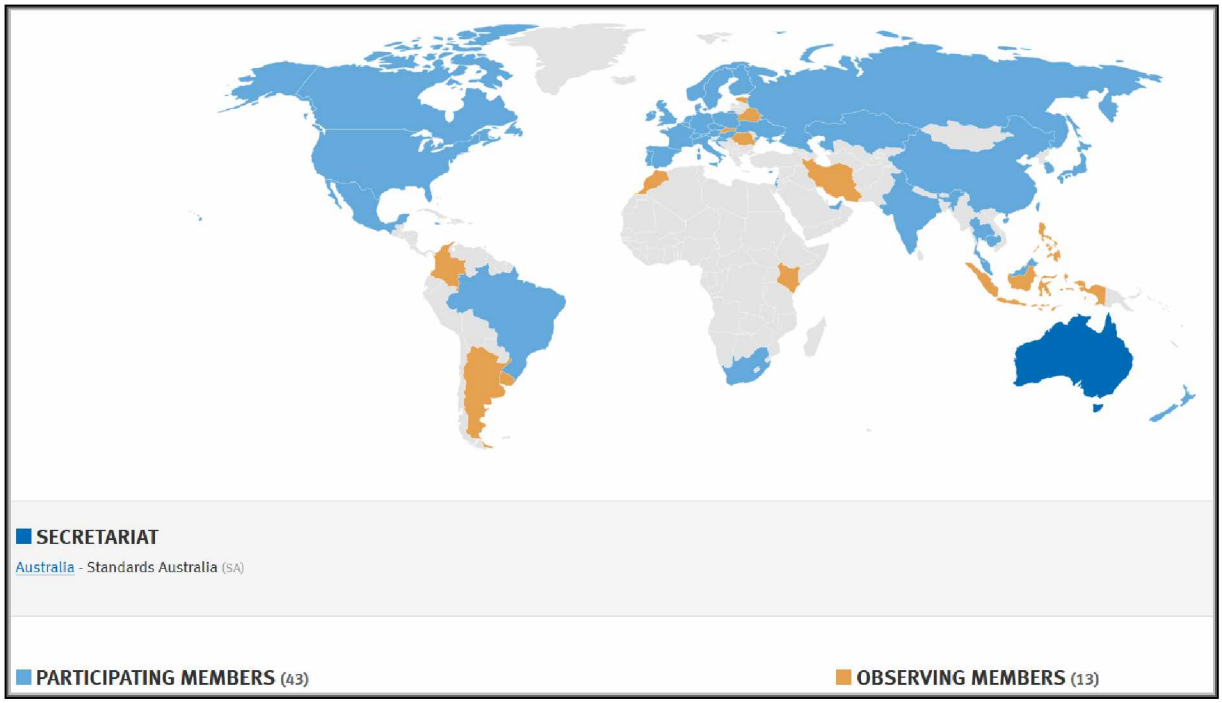
Sharding: Ενώ το bitcoin και άλλα PoW κρυπτονομίσματα αναζητούν την καλύτερη λύση στο θέμα της επεκτασιμότητας αρκετά προσπαθούν να ενσωματώσουν στην αλυσίδα τους το Sharding. Δηλαδή αντί το σύνολο των δεδομένων της αλυσίδας να βρίσκεται σε όλους του κόμβους όταν θα εφαρμοστεί το Sharding κάθε κόμβος θα έχει αποθηκευμένο ένα κομμάτι των δεδομένων με αποτέλεσμα να καταμερίζεται η εργασία της αλυσίδας μεταξύ των συμμετεχόντων. Ωστόσο προέκυψαν κάποιες ανησυχίες που αφορούν την ασφάλεια της αλυσίδας, δηλαδή τις επιθέσεις 51%, εάν αυτή τεμαχιστεί σε πολλά κομμάτια[75].



Εικόνα 39: Blockchain Sharding

4.4 Τυποποίηση

ISO/TC 307: Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) δημιούργησε μία Τεχνική Επιτροπή η οποία εργάζεται πάνω σε μία σειρά προτύπων για την τεχνολογία blockchain και τις τεχνολογίες DLT(Distributed Ledger Technologies). Η Τεχνική Επιτροπή έως σήμερα έχει 43 συμμετέχοντες και 13 παρατηρητές.



Εικόνα 40: Μέλη και Συμμετέχοντες της τεχνικής Επιτροπή ISO/TC 307

Έως σήμερα έχει εκδοθεί 1 πρότυπο και είναι υπό ανάπτυξη άλλα 10 όπως φαίνεται στον Πίνακα 1 [76]. Η επιτροπή έχει δημιουργηθεί για την κάλυψη της αυξανόμενης ανάγκης τυποποίησης σε αυτόν τον τομέα παρέχοντας διεθνώς συμφωνημένους τρόπους συνεργασίας για τη βελτίωση της ασφάλειας, της ιδιωτικής ζωής και τη διευκόλυνση της παγκόσμιας χρήσης της τεχνολογίας μέσω καλύτερης διαλειτουργικότητας[77].

Εκδοθέντα Πρότυπα	
ISO/TR 23455:2019	Blockchain and distributed ledger technologies - Overview of and interactions between smart contracts in blockchain and distributed ledger technology systems
Πρότυπα υπό Ανάπτυξη	
ISO/CD TR 3242	Blockchain and distributed ledger technologies – Use cases
ISO/DIS 22739	Blockchain and distributed ledger technologies — Terminology

ISO/DTR 23244	Blockchain and distributed ledger technologies — Privacy and personally identifiable information protection considerations
ISO/CD TR 23245	Blockchain and distributed ledger technologies — Security risks, threats and vulnerabilities
ISO/NP TR 23246	Blockchain and distributed ledger technologies — Overview of identity management using blockchain and distributed ledger technologies
ISO/CD 23257.2	Blockchain and distributed ledger technologies — Reference architecture
ISO/WD TS 23258	Blockchain and distributed ledger technologies — Taxonomy and Ontology
ISO/AWI TS 23259	Blockchain and distributed ledger technologies — Legally binding smart contracts
ISO/CD TR 23576	Blockchain and distributed ledger technologies — Security management of digital asset custodians
ISO/NP TS 23635	Blockchain and distributed ledger technologies — Guidelines for governance

Πίνακας 1: Εκδοθέντα και υπό ανάπτυξη Πρότυπα

CEN-CENELEC : Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης [European Committee for Standardization (CEN)] και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης [European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)] δημιούργησαν μία ομάδα εργασίας με σκοπό την υποστήριξη της επιτροπής ,ISO/TC 307, προκειμένου να αναγνωριστούν πιθανές ανάγκης της Ευρώπης στην τυποποίηση της τεχνολογίας Blockchain και τις τεχνολογίες DLT(Distributed Ledger Technologies)[78]. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ήδη επενδύσει περισσότερα από 80 εκατομμύρια ευρώ σε σχέδια που

υποστηρίζουν τη χρήση της τεχνολογίας blockchain σε τεχνικούς και κοινωνικούς τομείς. Έως 300 εκατ. Ευρώ αναμένεται να επενδυθούν περαιτέρω μέχρι το τέλος του προγράμματος χρηματοδότησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης Horizon 2020[79].

5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά, η ασφάλεια και οι πιθανές εφαρμογές της τεχνολογίας Blockchain στην ναυτιλία. Η τεχνολογία blockchain είναι εκ φύσεως ανθεκτική στην αλλοίωση δεδομένων με αποτέλεσμα να αποτελεί ιδανική λύση για ασφαλείς συναλλαγές μεταξύ δυο μερών μέσω ενός p2p δικτύου. Η τεχνολογία blockchain προσφέρει αποκέντρωση, εμπιστοσύνη και διαφάνεια με αποτέλεσμα να μην απαιτείται κάποιου είδος κεντρικός κόμβος για την λειτουργία του δικτύου. Η ασφάλεια που προσφέρει είναι υψηλού επιπέδου διότι το σύνολο των δεδομένων τηρείται από κάθε κόμβο ξεχωριστά και οποιαδήποτε ενέργεια αλλοίωσης δεδομένων θα απαιτούσε ο εισβολέας να έχει στην διάθεση του τον έλεγχο ενός μεγάλου μέρους του δικτύου. Ο αλγόριθμος συναίνεσης εξασφαλίζει ότι ένας κόμβος, ή αριθμός κόμβων, δεν έχει την δυνατότητα τροποποίησης των δεδομένων. Η χρήση ασύμμετρης κρυπτογραφίας με την σειρά της εξασφαλίζει την ασφαλή επικοινωνία μεταξύ των κόμβων του δικτύου.

Η εξέλιξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας από τα κρυπτονομίσματα στα έξυπνα συμβόλαια και στην συνέχεια στις αποκεντρωμένες εφαρμογές προσφέρει μια πληθώρα εναλλακτικών επιλογών για την επίλυση αρκετών θεμάτων που απασχολούν την ναυτιλία.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η τεχνολογία blockchain μπορεί να βοηθήσει την ναυτιλία στην καταπολέμηση της γραφειοκρατίας με την ψηφιοποίηση και διανομή των απαιτούμενων εγγράφων. Επιπλέον με την χρήση των έξυπνων συμβολαίων (Smart Contracts) ένα μεγάλο μέρος των διαδικασιών θα εκτελείται σε ελάχιστο χρόνο και δεν θα είναι δυνατόν να μεταβάλλονται από του συμμετέχοντες.

Σήμερα όπου η χρήση ηλεκτρονικών συναλλαγών αποτελούν καθημερινότητα όλων η ασφάλεια αυτών είναι ένα θέμα που απασχολεί το σύνολο του επιχειρηματικού κόσμου και τα ποσά που δαπανώνται για ασφαλείς και γρήγορες συναλλαγές είναι τεράστια. Η τεχνολογία blockchain μπορεί να μειώσει τον χρόνο διεκπεραίωσης των συναλλαγών και με ασφαλή τρόπο.

Σε σχέση με το παρελθόν η πρόγνωση του καιρού είναι σε αρκετά υψηλότερο επίπεδο. Με την τεχνολογία blockchain όμως μπορούμε να πάμε ένα επίπεδο πιο πέρα

με την συλλογή δεδομένων, από τους χρήστες, σε μικρότερη κλίμακα από ότι στο παρελθόν.

Τα λιμάνια τα οποία παίζουν καθοριστικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη μιας περιοχής μπορούν να επωφεληθούν από το blockchain και σε συνδυασμό με την ποικιλία των νέων τεχνολογιών να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία και η αποδοτικότητα ενός λιμένα με ταυτόχρονη μείωση του χρόνου διακίνησης των φορτίων.

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

p2p	Peer to peer
PoW	Proof of Work
PoS	Proof of Stake
DApps	Decentralized applications
C-Node	Community Node
C-Rep	Community Representative
DDoS Attack	Distributed Denial of service attack
IoT	Internet of Things
AI	Artificial Intelligence
DAO	Decentralized Autonomous Organization
ISO	International Organization for Standardization
CEN	European Committee for Standardization
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
DLT	Distributed Ledger Technologies

Βιβλιογραφία

[1] Watson Farley & Williams, "BLOCKCHAIN SERIES – NO.1 BLOCKCHAIN AND SHIPPING", March 2018.

[2] Narayanan, Arvind; Bonneau, Joseph; Felten, Edward; Miller, Andrew; Goldfeder, Steven (2016). Bitcoin and cryptocurrency technologies: a comprehensive introduction. Princeton.

[3] https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain. «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[4] Decentralized Applications: Harnessing Bitcoin's Blockchain Technology 1st O'Reilly Media, Inc. ©2016

[5] Haber, Stuart; Stornetta, W. Scott (January 1991). "How to time-stamp a digital document".

[6] Bayer, Dave; Haber, Stuart; Stornetta, W. Scott (March 1992). Improving the Efficiency and Reliability of Digital Time-Stamping.

[7] https://www.economist.com/briefing/2015/10/31/the-great-chain-of-being-sure-about-things «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[8] https://www.blockchain.com/el/charts/blocks-size?timespan=all «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[9] D. Lee Kuo Chuen, Handbook of Digital Currency, 1st ed Elsevier, 2015.

[10] Nomura Research Institute Survey on Blockchain Technologies and Related Services FY2015 Report 2015

[11] Don Johnson and Alfred Menezes ''The Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA)''

[12] Karim Sultan, Umar Ruhi, and Rubina Lakhani ''CONCEPTUALIZING BLOCKCHAINS: CHARACTERISTICS & APPLICATIONS ''

[13] Pavel Vasin '' BlackCoin's Proof-of-Stake Protocol v2'' 2014

[14] Sunny King, Scott Nadal «PPCoin: Peer-to-Peer Crypto-Currency with Proof-of-Stake» August 2012.

[15] Remya Stephen and Aneena Alex '' A Review on BlockChain Security''IOP Conf. Series: Materials Science and Engineer (2018)

[16] Iuon-Chang Lin and Tzu-Chun Liao ''A Survey of Blockchain Security Issues and Challenges'' (2017)

[17] Department of Telecommunication Government of India ''Study Paper on Security Aspects of Blockchain''

[18] Tuukka Mäkitie and Magnus Guldbrandsen ''Confronting the Blockchain Åslund, Oktober 2016''

[19] Abdul Ghaffar Khan, Sana Basharat and Muhammad Usama Riaz "Analysis of asymmetric cryptography in information security based on computational study to ensure confidentiality during information exchange".

[20] "A next-generation smart contract and decentralized application platform," White Paper, https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper. «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[21] Script: https://en.bitcoin.it/wiki/Script. «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[22] Joseph Bonneau, Andrew Miller, Jeremy Clark, Arvind Narayanan, Joshua A. Kroll, Edward W. Felten. Sok: Research perspectives and challenges for bitcoin and cryptocurrencies. 2015 IEEE Symposium on Security and Privacy

[23] https://solidity.readthedocs.io/en/develop/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[24] https://www.hyperledger.org/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[25] Miguel Castro and Barbara Liskov. Practical byzantine fault tolerance and proactive recovery. ACM Transactions on Computer Systems, Vol. 20, No. 4, November 2002.

[26] https://www.ibm.com/blockchain/hyperledger «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[27] https://medium.com/@UnibrightIO/blockchain-evolution-from-1-0-to-4-0-3fbdbccfc666 «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[28] https://icon.foundation/contents/icon/introduce?lang=en «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[29] ICON Foundation. ICON Hyperconnecting the World (Aug 2017) «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[30] https://ihodl.com/tutorials/2018-07-11/icon-token-swap-icx-coins-and-services-review/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[31] https://www.iota.org/get-started/what-is-iota «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[32] https://www.technologyreview.com/s/609771/a-cryptocurrency-without-a-blockchain-has-been-built-to-outperform-bitcoin/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[33] https://blog.iota.org/the-tangle-an-illustrated-introduction-4d5eae6fe8d4 «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[34] https://blog.iota.org/the-tangle-an-illustrated-introduction-c0a86f994445 «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[35] https://blog.iota.org/the-tangle-an-illustrated-introduction-f359b8b2ec80 «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[36] https://www.seatrade-maritime.com/news/europe/avocados-and-the-global-trade-paperchase/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[37] https://newsroom.accenture.com/news/industry-consortium-successfully-tests-blockchain-solution-developed-by-accenture-that-could-revolutionize-ocean-shipping.htm «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[38] https://www.theguardian.com/sustainable-business/supply-chain-transparency-relationships-suppliers «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[39] https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2017/07/blockchain-for-fraud-prevention-industry-use-cases/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[40] https://www.ledgerinsights.com/everledger-upgrades-blockchain-platform-expands-beyond-diamonds/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[41] Blockchain Based Anti-Counterfeit Solution, http://www.blockverify.io/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[42] https://cointelegraph.com/news/block-verify-uses-blockchains-to-end-counterfeiting-and-make-world-more-honest «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[43] www.chronicled.com «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[44] https://web.archive.org/web/20160809222307/http://chronicled.com/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[45] https://www.linkedin.com/pulse/blockchain-shipping-how-real-we-ready-don-miller «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[46] http://hackingdistributed.com/2016/03/01/bitcoin-guarantees-strong-not-eventual-consistency/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[47] https://en.wikipedia.org/wiki/Eventual_consistency «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[48] https://www.oracle.com/technetwork/database/database-technologies/nosqldb/documentation/consistency-explained-1659908.pdf «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[49] https://www.us-cert.gov/ncas/tips/ST04-015 «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[50] https://www.cloudflare.com/learning/ddos/what-is-a-ddos-attack/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[51] Claudio Buttice. Will Blockchain Technology Make DDoS Attacks Obsolete? Διαθέσιμο στο: https://www.techopedia.com/will-blockchain-technology-make-ddos-attacks-obsolete/2/33115 «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[52] Rowan Marley. How Blockchain Can Fight DDoS Attacks. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: https://vocal.media/theChain/how-blockchain-can-fight-ddos-attacks «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[53] Jake Frankenfield. Double-Spending. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: https://www.investopedia.com/terms/d/doublespending.asp «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[54] Wikipedia. Double-spending. Διαθέσιμο στο: https://en.wikipedia.org /wiki/Double-spending «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[55] Zachary, Does Blockchain Have the Potential to Improve Weather Forecasts? Διαθέσιμο στο https://bitcoinnews.com/does-blockchain-have-the-potential-to-improve-weather-forecasts/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[56] WeatherBlock WhitePaper, A decentralized ecosystem for peer-to-peer weather data exchange Version 1.3, 1-11-2018

[57] Saurabh Singla, Weather Forecasting Through The Eyes Of WeatherBlock Using Blockchain Technology, AI and IoT , Διαθέσιμο στο https://kryptomoney.com/weatherblock-weather-forecasting-using-blockchain-artificialinteligence-iot/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[58] Lu Zhang, Junjie Zhao, Youping Shou, Ning Wang, Jianzhe Qiao1 and Mingjing Tian 2018 The construction strategy and measures for ecological analysis of China's ports. 2018 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 133 012027

[59] Jens Riedl , Francois-Xavier Delenclos , and Alexander Rasmussen, To Get Smart Ports Go Digital, https://www.bcg.com/publications/2018/to-get-smart-ports-go-digital.aspx «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[60] Tseng Po-hsing, Liao, Chun-hsiung "Supply chain integration, information technology, market orientation and firm performance in container shipping firms". The International Journal of Logistics Management, 26(1), 2015, pp. 82-106.

[61] IAPP Glossary, Διαθέσιμο στο https://iapp.org/resources/glossary/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[62] JENNIFER VALENTINO-DeVRIES, NATASHA SINGER, MICHAEL H. KELLER and AARON KROLIK DEC. 10, 2018, Your Apps Know Where You Were Last Night, and They're Not Keeping It Secret, Διαθέσιμο στο https://www.nytimes.com/interactive/2018/12/10/business/location-data-privacy-apps.html «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[63] Andrew LR, Douglas AO (2018) Bitcoin Investigations: Evolving Methodologies and Case Studies. J Forensic Res 9: 420. doi:10.4172/2157-7145.1000420

[64] Andy Greenberg 01-14-15, Undercover Agent Reveals How He Helped the FBI Trap Silk Road's Ross Ulbricht, Διαθέσιμο στο https://www.wired.com/2015/01/silk-road-trial-undercover-dhs-fbi-trap-ross-ulbricht/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[65] Abilash Soundararajan, 22-1-19, 10 Blockchain and New Age Security Attacks You Should Know Διαθέσιμο στο https://blogs.arubanetworks.com/solutions/10-blockchain-and-new-age-security-attacks-you-should-know/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[66] Five Kinds of Attack, 12/21/2018, Διαθέσιμο στο https://www.pp.io/docs/guide/Five_Kinds_of_Attacks.html#sybil-attacks «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[67] Ittay Eyal and Emin Gun Sirer, "Majority is not enough: Bitcoin mining is vulnerable," Department of Computer Science, Cornell University.

[68] Ghassan O. Karame, Elli Androulaki, Srdjan Capkun, "Two bitcoins at the price of one? double-spending attacks on fast payments in bitcoin,"

[69] Arthur Gervais , Hubert Ritzdorf , Ghassan O. Karame and Srdjan ˇCapkun, "Tampering with the Delivery of Blocks and Transactions in Bitcoin"

[70] K. Nayak, S. Kumar, A. Miller and E. Shi, "Stubborn Mining: Generalizing Selfish Mining and Combining with an Eclipse Attack," 2016 IEEE European Symposium on

Security and Privacy (EuroS&P), Saarbrucken, 2016, pp. 305-320.doi: 10.1109/EuroSP.2016.32

[71] X. Zhao, Z. Chen, X. Chen, Y. Wang and C. Tang, "The DAO attack paradoxes in propositional logic," 2017 4th International Conference on Systems and Informatics (ICSAI), Hangzhou, 2017, pp. 1743-1746. doi: 10.1109/ICSAI.2017.8248566

[72] Rachel Rose O'Leary, 11-01-19, What to Expect When Ethereum's Constantinople Hard Fork Happens, https://www.coindesk.com/what-to-expect-when-ethereums-constantinople-hard-fork-happens «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[73] A. Chauhan, O. P. Malviya, M. Verma and T. S. Mor, "Blockchain and Scalability," 2018 IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion (QRS-C), Lisbon, 2018, pp. 122-128. doi: 10.1109/QRS-C.2018.00034.

[74] What Is Lightning Network And How It Works Διαθέσιμο στο: https://cointelegraph.com/lightning-network-101/what-is-lightning-network-and-how-it-works «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[75] Shahab Behzadi, Blockchain Scalability Solutions: Lightning Network and Sharding, Διαθέσιμο στο: https://medium.com/stakenet/blockchain-scalability-solutions-lightning-network-and-sharding-efdb9d5c6703

[76] ISO/TC 307 Blockchain and distributed ledger technologies, Διαθέσιμο στο : https://www.iso.org/committee/6266604.html «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[77] STRATEGIC BUSINESS PLAN ISO/TC 307 Διαθέσιμο στο: https://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/2000/2122/687806/customview.html?func=ll&objId=687806&objAction=browse&sort=name «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[78] CEN and CENELEC publish a White Paper on standards in Blockchain & Distributed Ledger Technologies, https://www.cencenelec.eu/aboutus/Pages/default.aspx «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

[79] CEN-CENELEC Focus Group on Blockchain and Distributed Ledger Technologies (FG-BDLT) White Paper Subgroup: N 001, Recommendations for Successful Adoption in Europe of Emerging Technical Standards on Distributed Ledger/Blockchain Technologies Version 1.1, 20-09-18

Εικόνες – Σχήματα

Εικόνα 1: https://hackernoon.com/merkle-trees-181cb4bc30b4 «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 2: https://openledger.info/insights/blockchain-consensus/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 3: http://www.halcom.si/en/products/time-stamping/time-stamping-2/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 4: https://vitalflux.com/blockchain-linked-list-like-data-structure/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 5: https://www.bitlanders.com/blogs/the-concept-of-proof-of-work-in-the-bitcoin-ecosystem/255977 «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 6: https://lightrains.com/blogs/what-is-meant-by-forking-blockchain «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 7: https://www.masmic.com/question/how-would-you-explain-proof-of-stake--pos--to-a-la-fKxL3YEbwNjKArfzXeJM56/JpKgSVkWrPqSj4eisLg4EV#highlighted_answer «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 8: https://www.oodlestechnologies.com/blogs/The-Blockchain-and-Decentralized-Consensus/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 9: https://medium.com/swlh/the-age-of-trust-the-problem-blockchain-solves-that-others-cannot-6024ebf47cad «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 10: https://www.inddist.com/article/2019/02/blockchain-supply-chain-cooperating-maximum-transparency-and-traceability «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 11: https://tradeix.com/distributed-ledger-technology/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 12: https://www.guru99.com/images/1/053018_0719_BlockchainT6.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 13: https://www.guru99.com/images/1/053018_0719_BlockchainT9.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 14: https://chrispacia.wordpress.com/2013/09/07/bitcoin-cryptography-digital-signatures-explained/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 15: https://steemitimages.com/DQmd8berC1kWcivoPzbuCFJFiRGQtyAVcqiffLpRzjvAPc7/2.jpg «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 16: https://www.blockchain-council.org/wp-content/uploads/2017/04/8-Smart-Contracts-copy-2.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 17: https://www.brsoftech.com/images/design_15/hyperledger/Hyperledger_Fabric.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 18: https://insdrcdn.com/media/attachments/b/e6/c5e8b4e6b.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 19: https://insdrcdn.com/media/attachments/5/31/c5e8b4315.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 20: https://camo.githubusercontent.com/842a0078517fee461adb2af301f7d05d4756c932/68747470733a2f2f692e696d6775722e636f6d2f6e4a45453647702e706e67«Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 21: http://www.tangleblog.com/wp-content/uploads/2017/10/DAG.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 22: https://miro.medium.com/max/1164/1*2Dw9h2JmDkUCSC4yjNVpKg.jpeg «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 23: https://lab.getapp.com/wp-content/uploads/2018/07/Ddos-attack-ex.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 24: https://i.pinimg.com/originals/61/4a/68/614a68c360a0e91f84972b1ff6247325.jpg «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 25: https://coinsutra.com/wp-content/uploads/2017/06/Double_Spending-e1498717806835.jpg «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 26: http://weatherblock.org/ «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 27: https://boston-consulting-group-res.cloudinary.com/image/fetch/w_1440,q_auto,f_auto/http://image-src.bcg.com/Images/To%20Get%20Smart%2C%20Ports%20Go%20Digital_ex01_tcm-188401.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 28: https://boston-consulting-group-res.cloudinary.com/image/fetch/w_1440,q_auto,f_auto/http://image-src.bcg.com/Images/To%20Get%20Smart%2C%20Ports%20Go%20Digital_ex02_tcm-188402.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 29: https://boston-consulting-group-res.cloudinary.com/image/fetch/w_1440,q_auto,f_auto/http://image-src.bcg.com/Images/To%20Get%20Smart%2C%20Ports%20Go%20Digital_ex03_tcm-188403.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 30: https://boston-consulting-group-res.cloudinary.com/image/fetch/w_1440,q_auto,f_auto/http://image-src.bcg.com/Images/To%20Get%20Smart%2C%20Ports%20Go%20Digital_ex04_tcm-188404.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 31: https://www.sciencemag.org/sites/default/files/styles/inline_colwidth__4_3/public/images/bitcoin_graphic_0308_0.jpg?itok\\u003dWkQ2ED_8 «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 32: https://www.pp.io/docs/assets/img/eclipseattack.6a7c1dfc.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 33: https://www.pp.io/docs/assets/img/sybilattack.7a5d2d5e.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 34: https://hackernoon.com/hn-images/1*FEnUC0vRkfSsViJMNo5Tlw.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 35: https://miro.medium.com/max/4128/1*wsfcuDbXnSeVJHCA611oyg.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 36: https://steemitimages.com/p/5s4dzRwnVbzGiFhujzp6V2Esf3UZgx16moEHqnj2mmYr18Bqd2Xqu9ZMhZfMbZmQQahWMF1eCNqQKJnrn9QKjXQA3EnPoRuFDvSk8ZesyHSPy2keJsXnC9r1xPkW9dTGqeis918iSo18WuTofKMoqgYMpbEVCPwXiRGsojv?format=match&mode=fit «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 37: https://miro.medium.com/max/5500/1*mbh8RjL-calblN8--sfu_w.jpeg «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 38: http://theblockpro.com/wp-content/uploads/2018/03/bitcoin-lightning-network-basic.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 39: https://genesisblockhk.com/wp-content/uploads/2019/01/Screen-Shot-2019-01-04-at-3.41.19-PM.png «Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»

Εικόνα 40: https://www.iso.org/committee/6266604.html?view=participation«Τελευταία προσπέλαση την 10-11-19»