



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

Η Προοπτική του Blockchain στην Ενεργειακή Βιομηχανία

Μεταπτυχιακή

Διπλωματική Εργασία

Μεγαπάνος Χρήστος

[ΜΕ 1623]

Επιβλέπων

Καθηγητής

Μαρίνος

Θεμιστοκλέους

Η Διπλωματική Εργασία παρουσιάστηκε ενώπιον του Διδακτικού Προσωπικού του Πανεπιστημίου Πειραιώς, ως μερική εκπλήρωση των φοιτητικών απαιτήσεων, για το Δίπλωμα του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.), «Ψηφιακά Συστήματα και Υπηρεσίες», με κατεύθυνση ειδικότητας, «Προηγμένα Πληροφοριακά Συστήματα», του τμήματος «Ψηφιακών Συστημάτων», της σχολής «Τεχνολογιών Πληροφορικής & Επικοινωνιών»

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή του τμήματος και επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, κ. Μαρίνο Θεμιστοκλέους, για την πολύτιμη βοήθεια στη διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας καθώς και για τις συμβουλές και τη γνώση που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους διδάσκοντες του μεταπτυχιακού προγράμματος για την άψογη συνεργασία και γνώση που μου προσέφεραν απλόχερα . Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους τους ανθρώπους που στάθηκαν στο πλευρό μου σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, και κυρίως στην *Εύα*, χωρίς τη μοναδική συμβολή της τίποτα από αυτά δεν θα ήταν εφικτό.

Εισαγωγικές Έννοιες	5
Περίληψη.....	9
Εισαγωγή	13
1. Ερευνητικός Στόχος και Ερωτήσεις.....	16
<i>Συμπεράσματα</i>	17
2. Θεωρητικό πλαίσιο	18
<i>Έννοιες του δικτύου</i>	18
<i>Επιχειρηματικά οικοσυστήματα</i>	19
3. Σχεδιασμός της Έρευνας	21
<i>Σχεδιασμός σεναρίων</i>	21
<i>Γιατί Επιλέχθηκε η Μέθοδος Σχεδιασμού Σεναρίων;</i>	21
<i>Περιορισμοί</i>	23
<i>Συμπεράσματα</i>	24
4. Blockchain.....	25
<i>Εισαγωγή</i>	25
<i>Σύντομα</i>	25
<i>Αναλυτικά</i>	25
<i>Διακλάδωση (Fork)</i>	26
<i>Πώς Λειτουργεί</i>	27
<i>Η ιστορία του blockchain από την οπτική των τεχνολογικών καινοτομιών</i>	28
<i>Μηχανισμοί Συναίνεσης</i>	31
<i>Κατηγοριοποίηση Δικτύων</i>	34
5. Εξελίξεις στον ενεργειακό τομέα.....	37
<i>Υπάρχουσες εφαρμογές</i>	37
<i>Συμπεράσματα</i>	39
6. Το Ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα	40
<i>Παραγωγή, Διανομή και Παροχή</i>	41
<i>Εμπόριο</i>	42
<i>Ενεργειακό Οικοσύστημα</i>	42
<i>Φυσική Ροή</i>	43
<i>Χρηματική Ροή και Ροή Πληροφοριών</i>	45
<i>Εποπτικά όργανα</i>	48

<i>Συμπεράσματα</i>	48
7. Επιλογή Σεναρίων Βελτιστοποίησης της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Βιομηχανίας	51
<i>Τάσεις και Εξελίξεις</i>	51
<i>Ομαδοποίηση</i>	56
<i>Συμπεράσματα</i>	62
8. Παρουσίαση Σεναρίων	64
<i>Σενάριο Πρώτο</i>	65
<i>Σενάριο Δεύτερο</i>	68
<i>Σενάριο Τρίτο</i>	71
<i>Σενάριο Τέταρτο</i>	74
<i>Συμπεράσματα</i>	76
9. Επίλογος – Συμπεράσματα	77
Βιβλιογραφία	79

Εισαγωγικές Έννοιες

- Κατάστιχο (Ledger)

Αρχείο ιδιοκτησίας.

- Μπλοκ (Block)

Το μπλοκ είναι ένα σύνολο από δεδομένα.

- Peer to Peer (P2P)

Ο όρος peer-to-peer αναφέρεται σε υπολογιστές που συμμετέχουν στο δίκτυο είναι ομότιμοι μεταξύ τους, και δεν υπάρχουν ειδικοί κόμβοι. Όλοι οι κόμβοι μοιράζονται τις υπηρεσίες δικτύου. Οι κόμβοι του δικτύου αλληλοσυνδέονται σε ένα δίκτυο πλέγματος με μια "επίπεδη" τοπολογία ενώ δεν υπάρχει καμία κεντρική υπηρεσία και καμία ιεραρχία εντός του δικτύου. Τα δίκτυα "peer-to-peer" είναι εγγενώς ανθεκτικά, αποκεντρωμένα και μπορεί ο οποιοσδήποτε να συμμετέχει.

- Hash

Το Hash είναι 64 αλφαριθμητικοί χαρακτήρες οι οποίοι προκύπτουν αφού εκτελέσουμε τον αλγόριθμο κρυπτογράφησης SHA-256 (Secure Hash Algorithm), ο οποίος κρυπτογραφεί τα δεδομένα και επιστρέφει πάντα ένα αλφαριθμητικό Hash 64 χαρακτήρων, το οποίο ισοδυναμεί με 32 byte. Η λειτουργία του αλγορίθμου χαρακτηρίζεται ως μη αντιστρέψιμη και λειτουργεί σαν ψηφιακό αποτύπωμα το οποίο είναι μοναδικό και δεν μπορεί να αποκρυπτογραφηθεί.

- BTC

Μονάδα μέτρησης των Bitcoins.

- dApps

Ένα dAPP ή decentralized Application, είναι μια εφαρμογή ή ένας ιστότοπος που χρησιμοποιεί την τεχνολογία των έξυπνων συμβολαίων (smart contracts) για να συνδεθεί και να αλληλεπιδράσει με ένα δίκτυο blockchain.

- Διακλάδωση (Fork)

Στον κόσμο των κρυπτονομισμάτων μια διακλάδωση συμβαίνει συνήθως όταν υπάρχει μια αλλαγή στους κανόνες του blockchain που λειτουργεί το νόμισμα ή οι κόμβοι διαφωνούν σε μια ιστορική συναλλαγή.

- Κόμβος (Node)

Κόμβος μπορεί να χαρακτηριστεί οποιαδήποτε ηλεκτρονική συσκευή που έχει τη δυνατότητα να επικοινωνεί με άλλες συσκευές μέσω διαδικτύου. Παραδείγματα τέτοιων συσκευών αποτελούν τα modems, τα κινητά τηλέφωνα, οι εκτυπωτές, οι υπολογιστές κτλ. Όταν αναφερόμαστε στο blockchain, κόμβος είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής ο οποίος επικοινωνεί με άλλους υπολογιστές στο δίκτυο.

- Εξόρυξη (Mining)

Η εξόρυξη ή mining είναι μια διαδικασία στην οποία επαληθεύονται οι συναλλαγές για διάφορες μορφές κρυπτονομισμάτων και προστίθενται στο ψηφιακό κατάστιχο.

- Ανθρακωρύχος (Miner)

Miner σε ένα δίκτυο blockchain είναι ο χρήστης ενός κόμβου που βοηθά στη διαδικασία εξόρυξης με τη ισχύ του υλικού (hardware) που διαθέτει.

- Application-Specific Integrated Circuit (ASIC)

Είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο έχει τροποποιηθεί για συγκεκριμένη χρήση, κατά συνέπεια δεν προορίζεται για γενική χρήση. Miners χρησιμοποιούν τέτοια κυκλώματα με σκοπό τη ταχύτερη εξόρυξη.

- Microgrid

Το Microgrid είναι μια τοπική ομάδα πηγών και φορτίων ηλεκτρικού ρεύματος που κανονικά λειτουργούν συνδεδεμένα και σύγχρονα με το παραδοσιακό κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο (macrogrid), αλλά μπορούν επίσης να αποσυνδεθούν και να λειτουργούν αυτόνομα.

- Prosumer

Ο prosumer είναι άτομο που καταναλώνει και παράγει ένα προϊόν. Στη περίπτωση μας αυτό το προϊόν είναι η ηλεκτρική ενέργεια.

- Πιλότος (Pilot)

Ένα πιλοτικό πρόγραμμα, που ονομάζεται και πειραματική δοκιμή, είναι ένα μικρής κλίμακας, βραχυπρόθεσμο πείραμα που βοηθά μια οργάνωση να μάθει πώς μπορεί να λειτουργήσει ένα έργο μεγάλης κλίμακας στην πράξη.

- Ίντερνετ των πραγμάτων - Internet of Things (IoT)

Το Ίντερνετ των πραγμάτων είναι το δίκτυο των φυσικών συσκευών, των οχημάτων, των οικιακών συσκευών και άλλων αντικειμένων που ενσωματώνουν ηλεκτρονικά κυκλώματα, λογισμικό, αισθητήρες, ενεργοποιητές και συνδεσιμότητα που επιτρέπει σε αυτά τα αντικείμενα να

συνδέονται μεταξύ τους και να ανταλλάσσουν δεδομένα. Κάθε συσκευή είναι μοναδικά αναγνωρίσιμη μέσω του ενσωματωμένου συστήματος πληροφορικής και είναι σε θέση να αλληλοεπιδράσει εντός της υπάρχουσας υποδομής του Διαδικτύου.

- Startup

Μια startup είναι μια εταιρεία που βρίσκεται στο πρώτο στάδιο των εργασιών της. Αυτές οι εταιρείες συχνά αρχικά χρηματοδοτούνται από τους επιχειρηματίες και τους ιδρυτές καθώς προσπαθούν να αξιοποιήσουν την ανάπτυξη ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας για την οποία πιστεύουν ότι υπάρχει ζήτηση.

- ΕΕ

Συντομογραφία της Ευρωπαϊκής Ένωσης

- Κρυπτονόμισμα (Cryptocurrency)

Ένα κρυπτονόμισμα είναι ένα ψηφιακό νόμισμα το οποίο έχει αξία και έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί ως μέσο συναλλαγής. Τα κρυπτονομίσματα χρησιμοποιούν κρυπτογραφία (εξίσου και το όνομα κρυπτο-νόμισμα) για να διασφαλιστούν οι συναλλαγές χωρίς να μπορεί κάποιος να αλλοιώσει τα δεδομένα.

- Έξυπνο συμβόλαιο (Smart Contract)

Ένα έξυπνο συμβόλαιο είναι ένα πρωτόκολλο ηλεκτρονικού υπολογιστή προοριζόμενο να διευκολύνει ψηφιακές συναλλαγές, να επαληθεύσει ή να επιβάλει τη διαπραγμάτευση ή την εκτέλεση μιας σύμβασης. Οι συμβάσεις αυτές επιτρέπουν την εκτέλεση αξιόπιστων συναλλαγών χωρίς τρίτους. Οι συναλλαγές είναι ανιχνεύσιμες και μη αναστρέψιμες.

- Αποκεντρωμένη Αυτόνομη Οργάνωση - Decentralized Autonomous Organization (DAO)

Μια αποκεντρωμένη αυτόνομη οργάνωση, είναι μια επιχείρηση ή ένας οργανισμός των οποίων οι αποφάσεις λαμβάνονται ηλεκτρονικά με γραπτό ηλεκτρονικό κώδικα ή με την ψήφο των μελών της. Στην ουσία είναι ένα σύστημα κανόνων που καθορίζουν ποιες ενέργειες θα λάβει μια οργάνωση.

- Οικοσύστημα

Ένα δικτυωμένο σύστημα διαφόρων τύπων παραγόντων που συνδέονται μεταξύ τους μέσω σχέσεων και αλληλοεπιδρούν τόσο συνεργατικά όσο και ανταγωνιστικά.

- Τεχνολογία Blockchain

Η βασική τεχνολογία των εφαρμογών blockchain.

- Bitcoin

Το Bitcoin είναι ένα ψηφιακό νόμισμα το οποίο δεν υποστηρίζεται από την κεντρική τράπεζα ή την κυβέρνηση οποιασδήποτε χώρας. Τα Bitcoins μπορούν να αποτελέσουν μέσο συναλλαγών για αγαθά ή υπηρεσίες με πωλητές που δέχονται Bitcoins ως πληρωμή.

Περίληψη

Το σημερινό ενεργειακό σύστημα αναπτύχθηκε αρχικά με βάση την κεντρική παραγωγή ενέργειας και έναν παθητικό καταναλωτή, του οποίου τα συμφέροντα πρέπει να αντιπροσωπεύονται από τους προμηθευτές ενέργειας και τους διαχειριστές συστημάτων διανομής. Ωστόσο, η βιομηχανία αλλάζει γρήγορα. Το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αυξάνεται και οι καταναλωτές συμμετέχουν όλο και περισσότερο στην παραγωγή ενέργειας. Ως αποτέλεσμα, το μερίδιο των εναλλακτικών πηγών ενέργειας αυξάνεται όπως και η ανάγκη για ευελιξία στην ενεργειακή βιομηχανία. Επομένως, τίθεται το ερώτημα κατά πόσο το σημερινό σύστημα του τομέα της ενέργειας εξακολουθεί να ταιριάζει με τις εξελίξεις.

Για να γίνει δυνατή η ευέλικτη ζήτηση και η προσφορά ενέργειας, θα καταστεί απαραίτητη η ψηφιακή τεχνολογία για την επικοινωνία μεταξύ ηλεκτρονικών υπολογιστών ή συσκευών, παροχών ηλεκτρικής ενέργειας και καταναλωτών. Αυτό θα συμβάλει στην εξισορρόπηση της παραγωγής και της κατανάλωσης σε κάθε επίπεδο, χωρίς υψηλό κόστος και περιττή ενόχληση των καταναλωτών. Το blockchain είναι μια τεχνολογία που θα μπορούσε ενδεχομένως να χρησιμεύσει ως λύση για ένα νέο σύστημα ενεργειακής βιομηχανίας. Το blockchain επιτρέπει άμεσες και αξιόπιστες συναλλαγές περιουσιακών στοιχείων, μεταξύ κάθε συμβαλλόμενου μέρους που επιθυμεί να το κάνει, χωρίς να χρειάζεται ο ενδιάμεσος ή γενικότερα μια κεντρική υπηρεσία που να ελέγχει την όλη διαδικασία.

Συχνά, το blockchain αντιμετωπίζεται από μια τεχνολογική σκοπιά, ως μια νέα τεχνολογία που μπορεί να υιοθετηθεί από τις επιχειρήσεις με διαφορετικούς τρόπους, γεγονός που οδηγεί σε έναν νέο γύρο τεχνολογικού ανταγωνισμού. Σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιούμε μια άλλη, λιγότερο συχνή προοπτική της τεχνολογίας, δηλαδή το blockchain ως «θεσμική τεχνολογία», διότι έχει την ικανότητα να συντονίζει τους ανθρώπους, για παράδειγμα, με την πραγματοποίηση οικονομικών συναλλαγών, δεδομένου ότι επιτρέπει νέους τύπους συμβάσεων και αγορών. Ως αποτέλεσμα, η εφαρμογή του blockchain θα μπορούσε να οδηγήσει σε μείωση των ενδιάμεσων και αποκέντρωση του συστήματος. Ως εκ τούτου, καθώς το σημερινό σύστημα της ενεργειακής βιομηχανίας αποτελείται από πολλούς ενδιάμεσους ρόλους, η τεχνολογία blockchain θα μπορούσε να αλλάξει τη βιομηχανία και να οδηγήσει στην απομάκρυνση, αλλαγή και εμφάνιση νέων ρόλων, σχέσεων και αλληλεξαρτήσεων που θα διαφέρουν θεμελιωδώς από το σημερινό σύστημα. Ως αποτέλεσμα, θεωρείται ότι η εφαρμογή του blockchain στην ενεργειακή βιομηχανία θα μπορούσε ενδεχομένως να οδηγήσει σε μια εντελώς νέα σύνθεση του ενεργειακού οικοσυστήματος.

Στόχος αυτής της μελέτης είναι να διερευνηθεί κατά πόσο είναι δυνατό να υπάρξουν διαφορετικοί τρόποι οργάνωσης του ενεργειακού οικοσυστήματος με τη χρήση του blockchain. Επειδή υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα, απαιτείται μια ποιοτική και εξερευνητική μελέτη. Ο στόχος που διατυπώθηκε για την έρευνα αυτή είναι:

Να κατασκευάσουμε μελλοντικά σενάρια για τη διαμόρφωση του οικοσυστήματος μέσα στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής ενεργειακής βιομηχανίας ώστε να εξερευνήσουμε τις προοπτικές της τεχνολογίας blockchain.

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα που θα απαντηθεί σε αυτή την έρευνα είναι:

Ποιες είναι οι πιθανές συνέπειες της εφαρμογής του blockchain ως θεσμική τεχνολογία στη διαμόρφωση των επιχειρηματικών οικοσυστημάτων της Ευρωπαϊκής ενεργειακής βιομηχανίας;

Τελικά κατασκευάσαμε κάποια σενάρια για το μέλλον της ευρωπαϊκής ενεργειακής βιομηχανίας. Τα επιχειρηματικά οικοσυστήματα χρησιμοποιούνται ως πρίσμα για την προβολή του συστήματος της βιομηχανίας ενέργειας των ευρωπαϊκών χωρών. Χρησιμοποιούμε τον ακόλουθο ορισμό των επιχειρηματικών οικοσυστημάτων για την έρευνά μας: Ένα επιχειρηματικό οικοσύστημα είναι ένα δικτυωμένο σύστημα διαφόρων τύπων συντελεστών που συνδέονται μεταξύ τους μέσω διαφόρων σχέσεων και αλληλοεπιδρούν τόσο συνεργατικά όσο και ανταγωνιστικά. Έχουμε διατυπώσει ένα θεωρητικό πλαίσιο βασισμένο στην έννοια των επιχειρηματικών οικοσυστημάτων για να περιγράψουμε και να αναλύσουμε το οικοσύστημα της Ευρωπαϊκής ενεργειακής βιομηχανίας.

Ο σχεδιασμός των σεναρίων θεωρήθηκε ως η κατάλληλη μέθοδος για αυτή τη μελέτη, λόγω της υπάρχουσας αβεβαιότητας σχετικά με τις μελλοντικές εξελίξεις στην ενεργειακή βιομηχανία, όσο και την ανάπτυξη της τεχνολογίας blockchain. Χρησιμοποιήσαμε την προσέγγιση οκτώ βημάτων του Schwartz (1991) για την δημιουργία των πέντε σταδίων αυτού του ερευνητικού έργου:

1. Ορισμός του προβλήματος. Καθορίστε το στόχο και τα όρια της μελέτης και δημιουργήστε μια σαφή εικόνα και επισκόπηση του πλαισίου της μελέτης.
2. Προσδιορίστε τους βασικούς παράγοντες. Προσδιορίστε και αναλύστε τις τάσεις που επηρεάζουν άμεσα και έμμεσα το πλαίσιο της μελέτης και καθορίστε τις πιο σημαντικές και αβέβαιες τάσεις.

3. Επιλέξτε τη λογική του σεναρίου. Καθορίστε το πλαίσιο σεναρίων με βάση τις δύο πιο σημαντικές και αβέβαιες τάσεις, για να δομήσετε τα σενάρια.
4. Διατυπώστε τα σενάρια. Περιγράψτε τις αρχές για κάθε σενάριο χρησιμοποιώντας ποιοτικές ιστορίες και τις πιο σημαντικές τάσεις.
5. Αξιολογήστε τις συνέπειες. Αξιολογήστε τις επιπτώσεις ή τις πιθανές επιπτώσεις των σεναρίων χρησιμοποιώντας ποιοτικές ιστορίες.

Πρώτα απ' όλα, σε καθένα από τα σενάρια που κατασκευάσαμε, διαπιστώσαμε ότι η εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain επηρέασε τη εξέλιξη των επιχειρηματικών οικοσυστημάτων της ευρωπαϊκής ενεργειακής βιομηχανίας. Δεύτερον, σε καθένα από τα σενάρια, οι ίδιες λειτουργίες στο πλαίσιο του ενεργειακού οικοσυστήματος αλλάζουν ή αντικαθίστανται ως άμεσο αποτέλεσμα της εφαρμογής της τεχνολογίας blockchain. Οι λειτουργίες του προμηθευτή, του διαχειριστή δεδομένων, του διαχειριστή της αγοράς, του παρόχου υπηρεσιών κινητικότητας και του ανεξάρτητου παρόχου υπηρεσιών αντικαθίστανται άμεσα από μια εφαρμογή που βασίζεται στην τεχνολογία blockchain. Τρίτον, σε καθένα από τα σενάρια οι άλλοι ρόλοι και οι λειτουργίες αλλάζουν ή αντικαθίστανται ως έμμεσο αποτέλεσμα της εφαρμογής της τεχνολογίας blockchain. Ο αντίκτυπος στις λειτουργίες του διαχειριστή συστήματος μεταφοράς, του διαχειριστή του δικτύου διανομής, του παραγωγού, του αποκεντρωμένου παραγωγού (prosumer) και του διαχειριστή σημείων φόρτισης είναι διαφορετικός ανά σενάριο. Οι λειτουργίες αυτές επηρεάζονται κυρίως λόγω τεχνολογικών ή/και πολιτικών εξελίξεων, οι οποίες διευκολύνεται από την τεχνολογία blockchain και τις εφαρμογές που βασίζονται στην τεχνολογία blockchain. Τέλος, για τη δομή του ενεργειακού οικοσυστήματος, είδαμε ότι σε κάθε ένα από τα σενάρια η πυκνότητα του οικοσυστήματος έγινε υψηλότερη, η κεντρικοποίηση μειώθηκε, ο αριθμός των «καρτέλ» μειώθηκε και η ποικιλία των ρόλων στο οικοσύστημα μειώθηκε επίσης. Ως εκ τούτου, η εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain οδηγεί στην αποκέντρωση και στην απομάκρυνση των μεσαζόντων στο ενεργειακό οικοσύστημα. Ως αποτέλεσμα, το ενεργειακό οικοσύστημα θα γίνει πιο ισχυρό, ευέλικτο, ασφαλές και αποτελεσματικό.

Συμπερασματικά, υποστηρίζουμε ότι η βιομηχανία ενέργειας θα πρέπει να αναγνωρίσει το blockchain ως θεσμική τεχνολογία. Αναγνωρίζουμε το γεγονός ότι υπάρχει ακόμα πολύς δρόμος για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε το blockchain με τον τρόπο που παρουσιάσαμε συγκεκριμένα σε αυτή τη μελέτη. Υπάρχουν ακόμα πολλές αβεβαιότητες, ζητήματα και δυσκολίες που πρέπει να επιλυθούν. Ωστόσο, όταν εστιάζουμε στις δυνατότητες που θα μπορούσε να προσφέρει θεωρητικά η τεχνολογία blockchain, υποστηρίζουμε ότι έχει τη δυνατότητα να διαταράξει το ενεργειακό οικοσύστημα. Σε όλα τα σενάρια, η διαμόρφωση του οικοσυστήματος για την ενεργειακή βιομηχανία μεταβλήθηκε λόγω της εφαρμογής της τεχνολογίας blockchain και του

αποκεντρωμένου ενεργειακού οικοσυστήματος. Αλλά πάνω απ' όλα, το blockchain είναι ένας δυναμικός ανταγωνιστής των οργανισμών και των αγορών στο πλαίσιο της ενεργειακής βιομηχανίας. Ως εκ τούτου, υποστηρίζουμε ότι το blockchain δεν είναι μόνο μια τεχνολογία που μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της αποτελεσματικότητας. Αντ' αυτού, το blockchain είναι μια τεχνολογία με τη δυνατότητα να αλλάξει ολόκληρο το επιχειρηματικό οικοσύστημα της βιομηχανίας ενέργειας.

Τέλος η έρευνα αυτή έχει αρκετούς περιορισμούς. Πρώτα απ' όλα, ως μεθοδολογία χρησιμοποιήθηκε ο σχεδιασμός σεναρίων. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε για να διερευνήσει τα άκρα της ενεργειακής βιομηχανίας, όμως τα σενάρια που προέκυψαν δεν είναι προβλέψεις του μέλλοντος. Οι αφηγήσεις σεναρίων βασίζονται στις προσδοκίες που εξέφρασαν και συλλέχθηκαν από διάφορους μελετητές και εμπειρογνώμονες και θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως παρεκτάσεις των σημερινών εξελίξεων. Ωστόσο, οι αφηγήσεις των σεναρίων που περιγράφονται δεν είναι προβλέψεις, αλλά πιθανές μελλοντικές εξελίξεις του κόσμου μας και ως εκ τούτου είναι φανταστικές. Δεύτερον, τα αποτελέσματα των σεναρίων βασίζονται στο προσωπικό μου επίπεδο γνώσης και εμπειρίας πάνω στις μεθόδους που ακολουθήθηκαν. Για να αντλήσουμε πολύτιμες πληροφορίες για τα σενάρια μας και να εμπλουτίσουμε τα αποτελέσματά μας, έχουμε συμπεριλάβει αντίστοιχες έρευνες τρίτων σε διάφορα στάδια της διαδικασίας. Ως εκ τούτου, δεν μπορεί να αποκλειστεί κάποια προκατάληψη. Για παράδειγμα, είναι πολύ πιθανό οι γράφοντες των ερευνών που συλλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς αυτής της διπλωματικής εργασίας, να είναι υπερβολικά αισιόδοξοι για τις εξελίξεις στον τομέα της ενέργειας ή για τις εξελίξεις στην τεχνολογία blockchain. Τελικά, τα σενάρια που προκύπτουν από αυτή την έρευνα βασίζονται στις λειτουργικές δυνατότητες που θα μπορούσε να προσφέρει το blockchain στη θεωρία, αλλά δεν είναι ακόμη δυνατά στην πράξη. Ως εκ τούτου, βασιζόμαστε στην υπόθεση ότι η τεχνολογία blockchain έχει αναπτυχθεί περαιτέρω και έχει ξεπεράσει τις δυσκολίες της. Κατά συνέπεια, δεν ελήφθησαν υπόψη οι τεχνολογικοί και ρυθμιστικοί περιορισμοί.

Εισαγωγή

Οι τρεις σημαντικότεροι πυλώνες του ευρωπαϊκού συστήματος της ενεργειακής βιομηχανίας είναι, η αξιοπιστία, η οικονομική προσιτότητα και η βιωσιμότητα. Για ένα αξιόπιστο ενεργειακό σύστημα, είναι απαραίτητη η ισορροπία της ζήτησης και της προσφοράς ανά πάσα στιγμή αλλά και η ικανότητα μεταφοράς ενέργειας μέσω του συστήματος. Για να είναι σε θέση να εξισορροπήσει τη ζήτηση και την προσφορά, ένα σύστημα διαφόρων αγορών έχει αναπτυχθεί, στο οποίο οι Διαχειριστές Συστημάτων Διανομής – **ΔΣΔ**, και οι Διαχειριστές Συστημάτων Μεταφοράς - **ΔΣΜ** έχουν αναλάβει την ευθύνη για τη σταθερότητα της ενεργειακής υποδομής. Ο σκοπός σ' αυτό το ενεργειακό σύστημα είναι ότι οι ΔΣΔ και οι ΔΣΜ πρέπει πάντα να διασφαλίζουν ότι έχουν επαρκή αποθέματα ενέργειας για να είναι σε θέση να ικανοποιούν τη ζήτηση.

Η ίδια η ηλεκτρική ενέργεια διατίθεται σε διάφορες αγορές: τη μακροπρόθεσμη αγορά, την αγορά ημέρας, την ενδο-ημερήσια αγορά και την αγορά ισορροπίας. Στις αγορές αυτές, οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας πωλούν την ηλεκτρική τους ενέργεια στους χρήστες. Επειδή η πωληθείσα ηλεκτρική ενέργεια δεν μπορεί ακόμη να αποθηκευτεί σε μεγάλης κλίμακας ποσότητες, πρέπει να παραχθεί κατά τη στιγμή της χρήσης. Για να είμαστε βέβαιοι ότι οι απαιτούμενες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να διατεθούν και να διανεμηθούν, έχουν καθιερωθεί οι διάφορες αγορές ηλεκτρικής ενέργειας. Το σημερινό σύστημα αναλαμβάνει έναν «παθητικό» καταναλωτή, του οποίου τα συμφέροντα πρέπει να εκπροσωπούνται από τον πάροχο ενέργειας και τους διαχειριστές συστημάτων μεταφοράς, επειδή οι αγορές ηλεκτρικής ενέργειας είναι όλες κεντρικά οργανωμένες και όχι ανοιχτές για μικρούς χρήστες όπως νοικοκυριά και μικρομεσαίους οργανισμούς.

Ωστόσο, το βιομηχανικό σύστημα αλλάζει γρήγορα, καθώς προκύπτουν νέες τεχνολογίες παραγωγής ή αποθήκευσης ενέργειας, και η συμπεριφορά των καταναλωτών αρχίζει να αλλάζει. Οι καταναλωτές αλλάζουν από το να είναι παθητικοί, σε ενεργούς, δηλαδή καταναλώνουν και παράγουν ενέργεια ταυτόχρονα, ο ορός που χρησιμοποιούμε σε αυτή την περίπτωση είναι prosumer (producer – consumer). Αυτές οι εξελίξεις οδήγησαν σε νέες τάσεις στην ευρωπαϊκή ενεργειακή βιομηχανία. Καταρχάς υπάρχει αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι στόχοι της ΕΕ έχουν ρυθμιστεί για μείωση της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου αφού και οι τεχνολογικές εξελίξεις επιτρέπουν την αύξηση των βιώσιμων τρόπων παραγωγής ενέργειας και την μείωση των τιμών για την βιώσιμη ενεργειακή τεχνολογία. Η αύξηση του ποσού ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμβαδίζει με την αύξηση των «διακοπτόμενων» ενεργειακών πηγών, όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια. Σαν αποτέλεσμα, η πρόκληση να εξισορροπηθεί η ζήτηση και η προσφορά, έχει αυξηθεί, τη στιγμή που η αιολική και η ηλιακή ενέργεια εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητα του ανέμου και του ηλιακού φωτός αντίστοιχα. Το σημερινό ενεργειακό σύστημα αναπτύχθηκε αρχικά με βάση την κεντρική παραγωγή

ενέργειας και ως εκ τούτου, η ευελιξία του συστήματος της βιομηχανίας ενέργειας που απαιτείται για αυτές τις νέες εξελίξεις δεν έχει ενσωματωθεί ακόμη στο σύστημα. Επομένως, το σημερινό ενεργειακό σύστημα δεν ταιριάζει πλέον με τις εξελίξεις.

Για να καταστεί δυνατή η ευέλικτη ζήτηση και παροχή ενέργειας, η χρήση ψηφιακής τεχνολογίας για την επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών, διαφόρων συσκευών, των παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας και των καταναλωτών γίνεται μείζονος σημασίας. Πρώτον, είναι απαραίτητο για να εξασφαλιστεί η ισορροπία της παραγωγής και της κατανάλωσης ενέργειας για κάθε χρονική στιγμή. Δεύτερον, αυτό θα μειώσει το κόστος και την περιττή ενόχληση των καταναλωτών.

Μία πιθανή τεχνολογία που βρίσκεται σήμερα σε εξέλιξη είναι η τεχνολογία blockchain. Η τεχνολογία blockchain επιτρέπει άμεσες και αξιόπιστες συναλλαγές περιουσιακών στοιχείων μεταξύ όλων των συμβαλλόμενων μερών, χωρίς την ανάγκη ενός μεσάζοντα. Η τεχνολογία blockchain θα μπορούσε ενδεχομένως να αλλάξει το ενεργειακό σύστημα και να οδηγήσει σε εντελώς νέους ρόλους, σχέσεις και αλληλεξαρτήσεις που θα διαφέρουν θεμελιωδώς από το σημερινό σύστημα. Θα αναλύσουμε διεξοδικά την ιστορία και τη δομή της τεχνολογίας αυτής σε επόμενα κεφάλαια.

Μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι ο τρόπος οργάνωσης του συστήματος της βιομηχανίας ενέργειας δεν ταιριάζει με τις τρέχουσες εξελίξεις στον κλάδο, συμπεριλαμβανομένων των δύο κύριων τάσεων της αύξησης τη διαθεσιμότητας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την αυξανόμενη ποσότητα ενέργειας που παράγεται τοπικά ή περιφερειακά. Η τεχνολογία blockchain έχει τη δυνατότητα να αλλάξει το σύστημα της βιομηχανίας ενέργειας και να διευκολύνει την αποκέντρωση του βιομηχανικού συστήματος. Ωστόσο, καθώς αυτή η τεχνολογία είναι ακόμα «ανώριμη», μόνο λίγες εφαρμογές της τεχνολογίας blockchain στον ενεργειακό κλάδο έχουν αναπτυχθεί. Ως εκ τούτου, οι πιθανές επιπτώσεις στην διαμόρφωση του οικοσυστήματος παραμένουν άγνωστες. Επειδή εξακολουθεί να υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα γύρω από τις δυνατότητες της τεχνολογίας blockchain, μια μελέτη σε αυτόν τον τομέα της έρευνας έχει εξαιρενητικό χαρακτήρα. Σε αυτή την έρευνα, οι μεγάλοι καταναλωτές δεν έχουν συμπεριληφθεί, επειδή η διαδικασία για τους μεγάλους καταναλωτές είναι πιο απλοποιημένη, με λιγότερους ενδιάμεσους. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την αγορά λιανικής, η οποία είναι ένα σύνθετο σύστημα με περισσότερους μεσάζοντες. Ως εκ τούτου, η έρευνα θα επικεντρωθεί στην αγορά λιανικής πώλησης ενέργειας.

Από πρακτική άποψη, είναι σαφές ότι υπάρχει ανάγκη για αλλαγή στο σημερινό ενεργειακό σύστημα. Οι εξελίξεις που συμβαίνουν στην ενεργειακή βιομηχανία, δηλαδή η αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η αύξηση των αποκεντρωμένων πόρων ενέργειας, ασκούν πίεση στο σημερινό σύστημα της βιομηχανίας ενέργειας. Αυτές οι εξελίξεις απαιτούν ένα επίπεδο ευελιξίας από το σύστημα, που δεν είναι ακόμα ικανό να παρέχει. Ως αποτέλεσμα, αμφισβητείται κατά πόσο το τρέχον ενεργειακό σύστημα εξακολουθεί να ταιριάζει στις σημερινές μας ανάγκες. Οι ανανεώσιμες πηγές

ενέργειας, και οι πρωτοβουλίες για παραγωγή τοπικής ενέργειας που δίνουν στους καταναλωτές την ευκαιρία να είναι οι ίδιοι παραγωγοί της ενέργειας και να ανατρέψουν τον μελλοντικό ρόλο των παραγωγών ενέργειας, των φορέων παροχής ενέργειας και των φορέων εκμετάλλευσης δικτύων, δε λαμβάνονται υπόψιν.

Δεύτερον, με την τεχνολογία blockchain αναδύονται νέες δυνατότητες κατασκευής βιομηχανιών. Διάφορες οργανώσεις αναπτύσσουν επί του παρόντος λύσεις blockchain για την ενεργειακή βιομηχανία και ορισμένες από τις ιδέες αναπτύσσονται ήδη σε πραγματικά έργα ή πιλότους, όπως το Block-Charge, το Power-peers και το Microgrid Brooklyn. Αν και αυτές οι ιδέες φαίνεται να είναι πολλά υποσχόμενες, η εφαρμογή του blockchain παραμένει σχετικά σταδιακή, εστιασμένη μόνο σε ένα μικρό μέρος του οικοσυστήματος. Ως αποτέλεσμα, αν και υποστηρίζεται από ορισμένους ότι το "blockchain θα φέρει επανάσταση στις επιχειρήσεις και θα επαναπροσδιορίσει τις εταιρείες και τις οικονομίες", δεν είναι πραγματικά γνωστή η αληθινή δύναμη του blockchain στην ενεργειακή βιομηχανία. Η τεχνολογία blockchain έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει εντελώς νέα οικοσυστήματα που διαφέρουν θεμελιωδώς από το σημερινό οικοσύστημα της ενεργειακής βιομηχανίας. Ωστόσο, η εστίαση στο σύνολο του οικοσυστήματος, και μια κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η μορφή του οικοσυστήματος θα μπορούσε να αλλάξει όταν η τεχνολογία blockchain έχει εφαρμοστεί, λείπει. Στο πλαίσιο αυτής της έρευνας θα εξετάσουμε τις συνέπειες της τεχνολογίας blockchain σχετικά με την πιθανή διαμόρφωση του οικοσυστήματος για την ευρωπαϊκή ενεργειακή βιομηχανία προκειμένου να καλυφθεί αυτό το χάσμα γνώσης.

1. Ερευνητικός Στόχος και Ερωτήσεις

Τόσο από πρακτικής όσο και από επιστημονικής άποψης, μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι οι νέες τεχνολογίες και πρωτοβουλίες έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν εντελώς το οικοσύστημα γύρω από την ενεργειακή βιομηχανία. Η εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain θα μπορούσε να αλλάξει ή να αντικαταστήσει τις δραστηριότητες εντός του σημερινού ενεργειακού οικοσυστήματος και θα μπορούσε κατά αυτόν τον τρόπο να αλλάξει ή να αντικαταστήσει τους ρόλους των οργανισμών που δραστηριοποιούνται σήμερα στο οικοσύστημα. Ως αποτέλεσμα, η μορφή του οικοσυστήματος θα μπορούσε να αλλάξει τελείως. Επειδή οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι τοπικές πρωτοβουλίες μόλις αρχίζουν να φτάνουν στο ευρύτερο κοινό και πολλά ακόμη είναι άγνωστα γύρω από τις δυνατότητες του blockchain, απαιτούνται ποιοτικές και εξερευνητικές μελέτες αυτών των εξελίξεων και των επιπτώσεων τους στη διαμόρφωση του οικοσυστήματος. Παρόλο που η μελέτη αυτή θα έχει ποιοτικό και διερευνητικό χαρακτήρα, τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας μπορούν στο μέλλον να αναλυθούν ή να διαμορφωθούν ποσοτικά.

Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να διερευνήσει εάν υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους θα εξελιχθεί το ενεργειακό οικοσύστημα με το blockchain ως βασική τεχνολογία της υποδομής του. Ως εκ τούτου, έχει διατυπωθεί ο ακόλουθος ερευνητικός στόχος:

Να κατασκευάσουμε μελλοντικά σενάρια για τη διαμόρφωση του οικοσυστήματος μέσα στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής ενεργειακής βιομηχανίας ώστε να εξερευνήσουμε τις προοπτικές της τεχνολογίας blockchain.

Προκειμένου να μπορέσουμε να απαντήσουμε στο ερώτημα αυτό, έχουμε διατυπώσει τις ακόλουθες ερωτήσεις.

Ερώτηση 1: Ποια είναι τα επιχειρηματικά οικοσυστήματα και πώς μπορεί να αναλυθεί σύνθεση τους;

Σημαντικό για αυτή τη μελέτη είναι να αναλύσει ποια μέρη εμπλέκονται στο σύστημα, τους ρόλους που εκπληρώνουν και ποιες σχέσεις αλληλεξάρτησης υπάρχουν. Για να μπορέσει να αναλυθεί το οικοσύστημα γύρω από το ενεργειακό σύστημα, είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα σαφές θεωρητικό και εννοιολογικό πλαίσιο για τα επιχειρηματικά οικοσυστήματα και το πώς αναλύονται.

Ερώτηση 2: Τι είναι η τεχνολογία blockchain, πώς λειτουργεί και ποιες είναι οι δυνατότητες αυτής της τεχνολογίας όσον αφορά τον ενεργειακό τομέα;

Απαιτείται σαφής κατανόηση της τεχνολογίας blockchain, της λειτουργίας και των δυνατοτήτων της για τη διερεύνηση των δυνατών λύσεων για το ενεργειακό σύστημα και ποιες δραστηριότητες και ρόλοι του ενεργειακού συστήματος θα μπορούσαν να αλλάξουν, ή ακόμη και να εξαλειφθούν, και με ποιον τρόπο.

Ερώτηση 3: Πώς οργανώνεται επί του παρόντος το σύστημα της ενεργειακής βιομηχανίας στις χώρες της Ευρώπης;

Με βάση την πρώτη ερώτηση, θα περιγραφεί το οικοσύστημα γύρω από το ενεργειακό σύστημα στην Ευρώπη. Αυτές οι πληροφορίες είναι απαραίτητες για να μπορέσουμε να διερευνήσουμε τον αντίκτυπο που θα μπορούσε να έχει η τεχνολογία blockchain στις δραστηριότητες και τους ρόλους του συστήματος.

Ερώτηση 4: Ποια είναι τα πιθανά σενάρια για τη διαμόρφωση του οικοσυστήματος της ευρωπαϊκής ενεργειακής βιομηχανίας, όταν το blockchain εφαρμόζεται ως θεσμική τεχνολογία;

Με βάση τα αποτελέσματα των προηγούμενων ερωτήσεων, πιθανά μελλοντικά σενάρια για το ευρωπαϊκό σύστημα ενεργειακής βιομηχανίας μπορούν να διατυπωθούν.

Ερώτηση 5: Βάσει της αξιολόγησης των ενδεχόμενων μελλοντικών σεναρίων, ποια είναι η δυνατότητα της τεχνολογίας blockchain;

Τέλος, τα σενάρια που ορίζονται στην ερώτηση 4 πρέπει να αναλυθούν και να αξιολογηθούν για να διερευνηθεί η δυνατότητα του blockchain να μεταβάλει θετικά τον κλάδο της ενέργειας.

Συμπεράσματα

Με βάση τις ερωτήσεις που συζητήθηκαν προηγουμένως, αναπτύχθηκε το πλαίσιο της έρευνας μας. Το πρώτο ερώτημα χρησιμοποιείται για να περιγράψει το θεωρητικό υπόβαθρο αυτής της μελέτης. Περιλαμβάνει τη θεωρία για τα οικοσυστήματα των επιχειρήσεων και τις συνθέσεις επιχειρηματικών οικοσυστημάτων. Η δεύτερη και η τρίτη ερώτηση περιγράφουν τον τομέα του blockchain, καθώς και τον τομέα του τρέχοντος ενεργειακού συστήματος. Μέσα από τα δύο τελευταία ερωτήματα, θα αναπτυχθούν και θα αξιολογηθούν τα σενάρια για ένα μελλοντικό οικοσύστημα του ενεργειακού τομέα ώστε να μπορέσουμε να απαντήσουμε στο βασικό θέμα αυτής της έρευνας.

2. Θεωρητικό πλαίσιο

Στο προηγούμενο κεφάλαιο διατυπώθηκαν ο ερευνητικός στόχος και τα ερευνητικά ζητήματα αυτής της μελέτης. Ο στόχος του παρόντος κεφαλαίου, είναι να αναπτύξουμε ένα θεωρητικό πλαίσιο για να αναλύσουμε και να εξηγήσουμε τις αλλαγές στη σύνθεση του ενεργειακού οικοσυστήματος και να δώσουμε απάντηση στο εξής ερώτημα: Ποια είναι τα οικοσυστήματα των επιχειρήσεων και πώς μπορούν να αναλυθούν οι διαμορφώσεις των οικοσυστημάτων; Το θεωρητικό πλαίσιο θα παράσχει κατευθυντήριες γραμμές για την ανάλυση και τη σύγκριση των διαφόρων οικοσυστημάτων στα σενάρια που θα διατυπωθούν αργότερα στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Επιπλέον, με βάση τις έννοιες και τις θεωρίες που περιγράφηκαν προηγουμένως, θα αναπτυχθεί ένα θεωρητικό πλαίσιο το οποίο θα καθοδηγήσει τη διαδικασία ανάπτυξης σεναρίων και θα διαρθρώσει την περιγραφή και την ανάλυση των οικοσυστημάτων και τις διαμορφώσεις των σεναρίων.

Έννοιες του δικτύου

Το επίκεντρο αυτής της διπλωματικής είναι η δύναμη που έχει το blockchain να αλλάξει το Ευρωπαϊκό σύστημα της ενεργειακής βιομηχανίας. Επομένως, για να δούμε το σύστημα της ενεργειακής βιομηχανίας συνολικά, χρειαζόμαστε μια έννοια δικτύου. Υπάρχουν διαφορετικές μορφές δικτύου για την ανάλυση ενός συστήματος παραγόντων. Οι συχνά χρησιμοποιούμενες έννοιες είναι τα οικοσυστήματα επιχειρήσεων, η αλυσίδα αξίας του Porter και τα δίκτυα αξίας. Για να μπορέσουμε να επιλέξουμε μια ιδέα που ταιριάζει στην έρευνά μας, εμείς πρέπει πρώτα να καθορίσουμε τα κριτήρια που πρέπει να πληροί η έννοια του δικτύου.

Πρώτον, πρέπει να ορίσουμε την εστίαση της ιδέας του δικτύου μας. Σε γενικές γραμμές, η εστίαση της έρευνας δικτύων μπορεί να έχει δύο διαφορετικές κατευθύνσεις: 1) αυτή της συγκεκριμένης επιχείρησης ή οργανισμού στο δίκτυο, η οποία ονομάζεται εγωκεντρική και 2) αυτή του επιπέδου δικτύου, η οποία ονομάζεται κοινωνικοκεντρική προοπτική. Επειδή το επίκεντρο αυτής της διπλωματικής δεν είναι στο δίκτυο από την οπτική γωνία ενός συγκεκριμένου οργανισμού, αλλά μάλλον από το δίκτυο ως σύνολο, απαιτείται μια κοινωνικοκεντρική προοπτική.

Δεύτερον, ο στόχος αυτής της μελέτης είναι η ανάπτυξη μελλοντικών σεναρίων για το Ευρωπαϊκό σύστημα ενεργειακής βιομηχανίας. Επειδή εμείς δεν γνωρίζουμε ακόμα ποια μορφή θα έχουν τα δικτυωμένα συστήματα σε αυτά τα σενάρια, σε αυτό το χρονικό σημείο, χρειαζόμαστε μια έννοια που επιτρέπει κάποια ευελιξία. Με αυτό εννοούμε ότι δε θέλουμε μια έννοια με σαφείς κατευθυντήριες γραμμές ή στενά χαρακτηριστικά που θα περιορίσουν τις πιθανές διαμορφώσεις των δικτύων.

Τέλος, στο σημερινό σύστημα της ενεργειακής βιομηχανίας υπάρχουν παίκτες που ανταγωνίζονται μεταξύ τους, αλλά ταυτόχρονα πρέπει να συνεργαστούν. Ως εκ τούτου, το τελευταίο κριτήριο είναι ότι χρειαζόμαστε μια εννοιοποίηση ενός δικτυωμένου συστήματος στο οποίο η συνεργασία και ο ανταγωνισμός μπορούν να συνυπάρχουν (Schwartz, 1991).

Στην ακόλουθη υποενότητα παρέχουμε μια σύντομη πληροφόρηση σχετικά με τις έννοιες και τις θεωρίες των οικοσυστημάτων των επιχειρήσεων. Βάσει των τριών κριτηρίων που περιγράφονται παραπάνω, καταλήξαμε ότι η θεωρία των οικοσυστημάτων των επιχειρήσεων ταιριάζει καλύτερα με τον στόχο αυτής της μελέτης.

Επιχειρηματικά οικοσυστήματα

Ένα επιχειρηματικό οικοσύστημα μπορεί να θεωρηθεί ως προοπτική για να εξετάσει το περιβάλλον μιας επιχείρησης, ή σε μια βιομηχανία σαν ολότητα. Το φυσικό οικοσύστημα έχει χρησιμοποιηθεί ως αναλογία για να περιγράψει πολλές διαφορετικές διαδικασίες και δομές. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτές οι αναλογίες χρησιμεύουν ως εργαλείο για την κατανόηση ενός συγκεκριμένου συστήματος. Αντί να κοιτάξουμε ακριβώς το άμεσο δίκτυο μιας επιχείρησης, η μεταφορά του οικοσυστήματος στο επιχειρηματικό περιβάλλον φθάνει σε μεγαλύτερο βάθος. Ο Rothschild ήταν ο πρώτος που εισήγαγε το βιολογικό οικοσύστημα ως αναλογία για την οικονομία: "Βασικά φαινόμενα που παρατηρούνται στη φύση - ανταγωνισμός, εξειδίκευση, συνεργασία, εκμετάλλευση, μάθηση, ανάπτυξη, και άλλα - είναι επίσης βασικά για την επιχειρηματική ζωή". Λίγα χρόνια αργότερα, ο Moore ήταν ο πρώτος που είδε μια εταιρεία ως μέλος ενός επιχειρηματικού οικοσυστήματος, και όχι μόνο ως μέρος ενός συγκεκριμένου κλάδου (Moore, 1993). Σύμφωνα με τις ιδέες του, το επιχειρηματικό οικοσύστημα διαρρέει διάφορες βιομηχανίες και αποτελείται από συμμετέχοντες που αναπτύσσουν δυνατότητες γύρω από μια νέα καινοτομία μαζί. Τα μέλη ενός επιχειρηματικού οικοσυστήματος εργάζονται τόσο από κοινού όσο και ανταγωνιστικά για να "υποστηρίξουν νέα προϊόντα, να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των πελατών και να ενσωματώσουν τελικά την

επόμενη καινοτομία ". Αργότερα, στο βιβλίο του "Ο θάνατος του ανταγωνισμού", έδωσε έναν λίγο πιο περίπλοκο ορισμό ενός επιχειρηματικού οικοσυστήματος όταν είπε ότι ένα επιχειρηματικό οικοσύστημα είναι "μία οικονομική κοινότητα που υποστηρίζεται από ένα ίδρυμα αλληλεπιδρώντων οργανισμών και ατόμων - των οργανισμών του επιχειρηματικού κόσμου. Αυτή η οικονομική κοινότητα παράγει αγαθά και υπηρεσίες αξίας στους πελάτες, που είναι και οι ίδιοι μέλη του οικοσυστήματος. "Επιπλέον, σύμφωνα με την άποψη του Moore, το οικοσύστημα αποτελείται από προμηθευτές, παραγωγούς, ανταγωνιστές και άλλους ενδιαφερόμενους. Προσθέτει ότι το επιχειρηματικό οικοσύστημα δεν σταματά απαραίτητα στα όρια μιας παραδοσιακής βιομηχανίας, μπορεί να καλύψει πολλές βιομηχανίες ή τομείς μαζί. Από αυτό μπορούμε συμπεράνουμε ότι τα επιχειρηματικά οικοσυστήματα δεν έχουν σαφή όρια και ότι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του επιχειρηματικού οικοσυστήματος είναι ότι τόσο ο ανταγωνισμός όσο και η συνεργασία μπορούν να υπάρχουν ταυτόχρονα.

Τα επιχειρηματικά οικοσυστήματα μερικές φορές θεωρούνται μια νέα οργανωτική προσέγγιση. Επειδή θέλουμε να διαμορφώσουμε ένα δικτυωμένο σύστημα, προτιμούμε να χρησιμοποιήσουμε τα οικοσυστήματα ως μεταφορική παρά ως οργανωτική μορφή. Εκτός από τη μεταφορά των οικοσυστημάτων για την οικονομία και το επιχειρηματικό περιβάλλον, το φυσικό οικοσύστημα χρησιμοποιήθηκε ως μεταφορά για άλλα πεδία. Μετά τις οικολογικές αναλογίες του οικονομικού οικοσυστήματος και του κοινωνικού οικοσυστήματος, παρέχεται μια εναλλακτική περιγραφή των επιχειρηματικών οικοσυστημάτων: μια δυναμική δομή που αποτελείται από ένα διασυνδεδεμένο πληθυσμό οργανώσεων. Οι οργανώσεις αυτές μπορούν να είναι μικρές επιχειρήσεις, μεγάλες εταιρείες, πανεπιστημιακά ερευνητικά κέντρα, οργανώσεις του δημόσιου τομέα και άλλα μέρη που επηρεάζουν το σύστημα. Σημαντική σε αυτή την περιγραφή των επιχειρηματικών οικοσυστημάτων είναι η έννοια της διασύνδεσης μεταξύ των οργανώσεων του οικοσυστήματος. Λόγω της διασύνδεσης, η αποτυχία μιας επιχείρησης μπορεί να οδηγήσει στην αποτυχία άλλων μελών στο οικοσύστημα. Μερικοί μελετητές υποστηρίζουν ότι αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια κοινή μοίρα μεταξύ των μελών ενός επιχειρηματικού οικοσυστήματος, υποστηρίζουμε ότι αυτό δεν ισχύει αναγκαστικά για όλα τα οικοσυστήματα.

Άλλοι μελετητές τονίζουν το δίκτυο στην περιγραφή των επιχειρηματικών οικοσυστημάτων. Αναφέρουν ότι τα οικοσυστήματα των επιχειρήσεων αποτελούνται από μεγάλα και χαλαρά συζευγμένα δίκτυα διαφορετικών οντοτήτων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ή ορίζουν τα οικοσυστήματα ως "ένα δικτυωμένο σύστημα που περιέχει ένα σύνολο αντικειμένων (π.χ. παραγόντων, κόμβων κλπ. που συνδέονται μεταξύ τους. Αυτές οι δύο τελευταίες περιγραφές των επιχειρηματικών οικοσυστημάτων δίνουν έναν

ευρύτερο ορισμό στην έννοια των επιχειρηματικών οικοσυστημάτων που προσδίδει ευελιξία στη χρήση της.

3. Σχεδιασμός της Έρευνας

Σε προηγούμενα κεφάλαια, προσδιορίστηκαν οι αντικειμενικές και ερευνητικές ερωτήσεις για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία και δημιουργήθηκε ένα θεωρητικό πλαίσιο. Πριν ξεκινήσουμε την έρευνά μας για να καταλήξουμε σε μια απάντηση στο κύριο ερευνητικό ερώτημά μας, είναι απαραίτητο να προσδιορίσουμε και να διαρθρώσουμε τον σχεδιασμό της έρευνας μας. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα αναπτύξουμε τη μεθοδολογία και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη αυτή.

Σχεδιασμός σεναρίων

Είναι σημαντικό να εισαγάγουμε την προσέγγιση του σχεδιασμού - κατασκευής σεναρίων και να εξηγήσουμε γιατί χρησιμοποιείται. Πρώτον, παρουσιάζουμε μια επισκόπηση της μεθοδολογίας σχεδιασμού σεναρίων και εξηγούμε γιατί η μέθοδος αυτή είναι χρήσιμη για το ερευνητικό έργο μας. Δεύτερον, διευκρινίζουμε περαιτέρω τη μεθοδολογία μας επιλέγοντας μια συγκεκριμένη προσέγγιση για τον προγραμματισμό των σεναρίων. Τέλος, θα αναπτύξουμε τους βασικούς περιορισμούς αυτής της μεθοδολογίας.

Γιατί Επιλέχθηκε η Μέθοδος Σχεδιασμού Σεναρίων;

Γνωρίζουμε ότι υπάρχει ανάγκη αλλαγής στο σημερινό σύστημα της βιομηχανίας ενέργειας. Η τεχνολογία blockchain αναγνωρίζεται ως μια τεχνολογία που θα μπορούσε να ανταγωνιστεί δυνητικά τους οργανισμούς ή τις αγορές. Ως αποτέλεσμα, το blockchain έχει τη δυνατότητα να αλλάξει το οικοσύστημα της ενεργειακής βιομηχανίας. Ωστόσο, επειδή το blockchain αντιμετωπίζεται ως επί το πλείστον από τεχνολογική άποψη, παραμένει μάλλον ασαφές ποιος θα είναι ο αντίκτυπος αυτής της τεχνολογίας στον κλάδο ως σύνολο. Μια συχνά χρησιμοποιούμενη προσέγγιση για την κατασκευή πιθανών μελλοντικών καταστάσεων ή σεναρίων στον επιχειρηματικό σχεδιασμό είναι οι προβλέψεις. Ωστόσο, οι προβλέψεις βασίζονται στην υπόθεση ότι ο κόσμος του αύριο θα μοιάζει πολύ με τον σημερινό κόσμο. Ως αποτέλεσμα, όταν συμβαίνουν μεγάλες αλλαγές και οι προβλέψεις είναι μείζονος σημασίας, θα αποτύχουν επειδή δεν μπορούν να προβλέψουν τις σημαντικές αλλαγές. Ως εκ τούτου, όταν αυξάνεται το επίπεδο

της αβεβαιότητας, απαιτούνται και άλλες μέθοδοι σχεδιασμού που περιλαμβάνουν τους δυνητικούς κινδύνους. Επομένως, όταν υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα σχετικά με ένα μελλοντικό επιχειρηματικό περιβάλλον, ο σχεδιασμός σεναρίων χρησιμοποιείται για τη μελέτη πιθανών «μελλοντικών κόσμων».

Εδώ παραθέτουμε τον ορισμό του σεναρίου που θα χρησιμοποιήσουμε ως βάση αυτής της διπλωματικής εργασίας, "Ένα σενάριο είναι μια αφηγηματική περιγραφή ενός συνεκτικού συνόλου παραγόντων, που καθορίζει με πιθανολογική έννοια, εναλλακτικά σύνολα μελλοντικών επιχειρηματικών συνθηκών". Η βασική ιδέα πίσω από την κατασκευή των σεναρίων είναι να εντοπίσουμε πιθανά μελλοντικά γεγονότα που μας ενδιαφέρουν άμεσα, αντί να επικεντρωθούμε σε μια πρόβλεψη του μέλλοντος με μεγάλη ακρίβεια. Ακόμη πρέπει να τονίσουμε ότι τα σενάρια έχουν εντελώς διαφορετική λογική από τα οράματα. Ένα όραμα είναι ένα επιθυμητό μέλλον ή ένα μέλλον που πρέπει να επιδιώξουμε. Από την άλλη πλευρά, τα σενάρια παρέχουν μια απάντηση στις ερωτήσεις του τύπου "τι μπορεί ή θα μπορούσε να συμβεί αν ...;". Σε αυτή τη μελέτη θέλουμε να απαντήσουμε στην ερώτηση "τι μπορεί ή θα μπορούσε να συμβεί στην ενεργειακή βιομηχανία εάν το blockchain εφαρμοστεί ως θεσμική τεχνολογία;".

Η κατασκευή σεναρίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαφορετικούς σκοπούς. Σε γενικές γραμμές, αναπτύσσονται σενάρια για σχεδιασμό ή υποστήριξη αποφάσεων. Όταν τα σενάρια χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό, ο στόχος μας είναι κυρίως να μάθουμε, να οδηγηθούμε σε κάποια αλλαγή ή να δημιουργήσουμε νέες ιδέες. Από την άλλη μεριά όταν θέλουμε να υποστηρίξουμε αποφάσεις, χρησιμοποιούμε σενάρια για σχεδιασμό και ανάπτυξη στρατηγικής ή για αξιολόγηση υφιστάμενων επιχειρηματικών εννοιών, στρατηγικών ή προϊόντων.

Επειδή η κατασκευή των σεναρίων χρησιμοποιείται για διαφορετικούς σκοπούς, υπάρχουν και πολλοί διαφορετικοί τύποι σεναρίων. Πρώτον, ένα σενάριο μπορεί να είναι περιγραφικό ή κανονιστικό. Σε περιγραφικά σενάρια, το μέλλον συχνά μελετάται χρησιμοποιώντας παρεκβολές των σημερινών τάσεων. Στην πράξη, αυτά τα σενάρια συχνά είναι διερευνητικά. Τα κανονιστικά σενάρια είναι κατευθυνόμενα από κάποιους στόχους και έχουν σχεδιαστεί για να επιτύχουν τους επιθυμητούς αυτούς στόχους. Δεύτερον, τα σενάρια μπορεί να διαφέρουν ως προς το πεδίο του θέματος: τα σενάρια μπορούν είτε να σχετίζονται με ένα πρόβλημα που αφορά ένα πολύ συγκεκριμένο θέμα ή να είναι πιο σφαιρικά. Τέλος, τα σενάρια μπορούν να απευθύνονται σε έναν συγκεκριμένο τομέα ή σε πολλούς τομείς.

Είμαστε στην αρχή μιας μετάβασης στην ενεργειακή βιομηχανία, επομένως εξακολουθεί να υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα για τον τρόπο με τον οποίο θα εξελιχθεί αυτή η μετάβαση. Επιπρόσθετα, θα θέλαμε να διερευνήσουμε πώς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η ακόμη «ανώριμη» τεχνολογία του blockchain σε αυτόν τον κλάδο και τι επιπτώσεις μπορεί να έχει η εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας στο οικοσύστημα της ενεργειακής βιομηχανίας. Η αβεβαιότητα μέσα στον κλάδο, μαζί με την αβεβαιότητα της ανάπτυξης του blockchain, κάνει την κατασκευή των σεναρίων μια χρήσιμη μέθοδο για τη διερεύνηση των μελλοντικών εξελίξεων του κλάδου της ενέργειας με την εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain.

Περιορισμοί

Παρόλο που η κατασκευή των σεναρίων θεωρείται γενικά ως ένα πολύτιμο εργαλείο που παρέχει πληροφορίες για διάφορες μελλοντικές εξελίξεις, η μέθοδος αυτή έχει ορισμένους περιορισμούς που πρέπει να αναγνωριστούν. Ένας από τους πιο σημαντικούς περιορισμούς είναι ο υποκειμενικός χαρακτήρας των σεναρίων. Οι απόψεις και οι κρίσεις είναι πολύ σημαντικές σε όλες τις προσεγγίσεις προγραμματισμού σεναρίων, επειδή τα σεναρία προσπαθούν να πουν κάτι για περιβαλλοντικές αλλαγές που γνωρίζουμε ελάχιστα. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα των σεναρίων βασίζονται στο επίπεδο γνώσης και εμπειρίας των συμμετεχόντων στη διαδικασία κατασκευής σεναρίων. Είναι σημαντικό λοιπόν, να υπάρχει διαφάνεια στην έκφραση υποθέσεων και επιλογών.

Δεύτερον, σε αντίθεση με άλλες επιστημονικές μεθόδους, τα αποτελέσματα της κατασκευής των σεναρίων είναι δύσκολο να επικυρωθούν, επειδή δεν υπάρχουν εμπειρικά δεδομένα έναντι των οποίων μπορούν να εξεταστούν τα σεναρία, καθώς περιγράφουν κόσμους που θα μπορούσαν να υπάρχουν στο μέλλον. Ως αποτέλεσμα, μπορεί να αμφισβητηθεί σχετικά εύκολα η αξιοπιστία τους. Επιπλέον, η κατασκευή των σεναρίων χρησιμοποιείται συχνά στην πράξη, όμως δεν έχει πραγματοποιηθεί εκτεταμένη ακαδημαϊκή έρευνα σχετικά με τις επιδόσεις και τις θεμελιώδεις θεωρίες πίσω από αυτή τη μεθοδολογία. Αυτό συμβαίνει κυρίως επειδή η τεχνική κατασκευής σεναρίων έχει αναπτυχθεί στην πράξη και με την εμπειρία. Ως αποτέλεσμα, οι ακαδημαϊκοί μοιράζονται αρκετές ανησυχίες για το πώς μπορούμε να γνωρίζουμε αν έχουμε τα «σωστά» σεναρία και πώς μπορούμε να μεταβούμε από τα σεναρία στις αποφάσεις. Επομένως, είναι σημαντικό να έχουμε κατά νου ότι δεν αναπτύσσουμε σεναρία με σκοπό τη δημιουργία μιας ακριβούς εικόνας του μέλλοντος. Αντ' αυτού, τα σεναρία πρέπει να θεωρηθούν ως τα όρια ενός πλαισίου πιθανών μελλοντικών εξελίξεων.

Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό καθορίστηκε ο ερευνητικός σχεδιασμός της παρούσας ερευνητικής εργασίας. Η κατασκευή σεναρίων διαπιστώθηκε ότι είναι μια ιδιαίτερα κατάλληλη μέθοδος για τη μελέτη αυτή, λόγω της υπάρχουσας αβεβαιότητας όσον αφορά τις εξελίξεις στην ενεργειακή βιομηχανία και την ανάπτυξη της τεχνολογίας blockchain. Η κατασκευή των σεναρίων χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό πιθανών μελλοντικών καταστάσεων διαφόρων βιομηχανιών και εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο θα εξελιχθούν αυτές οι καταστάσεις. Αυτό βοηθά τους οργανισμούς να καθορίζουν μια στρατηγική για το μέλλον. Ως εκ τούτου, αυτή η μεθοδολογία είναι πολύ χρήσιμη για την εξαγωγή των δυνητικών συνεπειών της τεχνολογίας blockchain στο ενεργειακό οικοσύστημα και την εξέλιξη του.

4. Blockchain

Εισαγωγή

Το blockchain είναι μια κρυπτογραφική δομή δεδομένων (Nakamoto, 2018), ή ένα κατακευματισμένο κρυπτογραφικό γενικό καθολικό, ή αλλιώς κατάστιχο (ledger), όρος που παίρνει την ονομασία του από το λογιστικό βιβλίο, το οποίο περιέχει περιληπτικά όλες τις οικονομικές συναλλαγές μιας εταιρείας. Για λόγους συντομίας, θα αναφέρεται ως κατάστιχο.

Σύντομα

Με λίγα λόγια (Tapscott και Tapscott, 2016), το blockchain λειτουργεί ως κατακευματισμένη βάση δεδομένων που περιέχει μια συνεχώς αυξανόμενη λίστα αρχείων δεδομένων, τα λεγόμενα μπλοκ. Αυτά τα μπλοκ έχουν χρονοσημάνσεις (timestamp), είναι κοινά σε όλο το δίκτυο, αμετάβλητα και συνδεδεμένα με τα προηγούμενα μπλοκ. Περιέχουν δεδομένα, προγράμματα και εκτελέσιμα αρχεία, κατά κύριο λόγο όμως περιέχουν παρτίδες μεμονωμένων συναλλαγών. Οι συναλλαγές αυτές επαληθεύονται από υπολογιστές σε σύντομα χρονικά διαστήματα, οι οποίοι συντηρούνται από τους τους χρήστες του δικτύου, οι επονομαζόμενοι κόμβοι (nodes). Τα αρχεία των συναλλαγών διανέμονται σε όλους τους κόμβους, είναι δημόσια και κρυπτογραφούνται. Αν ένας κακόβουλος χρήστης ήθελε να τροποποιήσει ένα κατάστιχο, το σύνολο του blockchain θα έπρεπε να αναμορφωθεί σε κάθε κόμβο, ένα δύσκολο υπολογιστικά και οργανωτικά έργο.

Αναλυτικά

Η δομή δεδομένων του blockchain είναι μια αναδρομικά ταξινομημένη λίστα με μπλοκ που περιέχουν συναλλαγές, δηλαδή μεταφέρουν και καταγράφουν αξία. Το κάθε μπλοκ είναι συνδεδεμένο «προς τα πίσω» με το προηγούμενο μπλοκ, σχηματίζοντας έτσι μια αλυσίδα πληροφορίας (Nakamoto, 2018). Το blockchain συχνά απεικονίζεται ως μια κατακόρυφη στοίβα, με τα μπλοκ να στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο και το πρώτο μπλοκ να χρησιμεύει ως το θεμέλιο της στοίβας.

Κάθε μπλοκ εντός του blockchain ταυτοποιείται και αναγνωρίζεται από ένα hash, που δημιουργείται χρησιμοποιώντας αλγόριθμους κρυπτογράφησης,

όπως ο SHA-256 και ο MD5. Μέσα σε ένα μπλοκ εκτός από το αναγνωριστικό του hash, περιέχεται και το hash του προηγούμενου μπλοκ το οποίο είναι γνωστό και ως γονικό μπλοκ (parent block). Η αλληλουχία αυτή από hash που συνδέει κάθε μπλοκ με το γονικό του, δημιουργεί μια αλυσίδα προς τα πίσω, φτάνοντας έτσι στο πρώτο μπλοκ που δημιουργήθηκε ποτέ στο συγκεκριμένο blockchain, γνωστό και ως Genesis μπλοκ.

Διακλάδωση (Fork)

Παρόλο που ένα μπλοκ έχει μόνο έναν γονέα, μπορεί παρωδικά να έχει πολλούς γόνους (children blocks). Κάθε γόνος αναφέρεται στο ίδιο μπλοκ με τον γονέα του και περιέχει το ίδιο (γονικό) hash. Πολλαπλοί γόνοι εμφανίζονται κατά τη διάρκεια ενός blockchain “fork”, μια προσωρινή κατάσταση που συμβαίνει όταν ανακαλύπτονται σχεδόν ταυτόχρονα διαφορετικά μπλοκ από διαφορετικούς ανθρακωρύχους (miners). Τελικά, μόνο ένα, ο γόνος - μπλοκ γίνεται μέρος του blockchain και το “fork” επιλύεται. Ακόμα κι αν ένα γονικό μπλοκ μπορεί να έχει περισσότερα από ένα παιδιά, κάθε μπλοκ μπορεί να έχει μόνο έναν γονέα. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι ένα μπλοκ μπορεί να έχει μόνο ένα πεδίο που αναφέρει εκεί το hash ενός και μόνο γονέα.

Το παραπάνω μοναδικό πεδίο επηρεάζει το hash που θα δημιουργηθεί για το εκάστοτε μπλοκ, έτσι αν αλλάξει η ταυτότητα (hash) του γονέα, θα αλλάξει με τη σειρά της και η ταυτότητα του γόνου, σε μια αλληλουχία που θα επηρεάσει ολόκληρο το κατάστιχο. Αυτό το γνώρισμα του blockchain μας εξασφαλίζει ότι, όταν αν ένα μπλοκ έχει αποκτήσει πολλές γενιές από μπλοκ που το ακολουθούν, δεν μπορεί να αλλάξει χωρίς τον επανυπολογισμό όλων των επόμενων μπλοκ. Επειδή ένας τέτοιος επανυπολογισμός θα απαιτούσε τεράστια υπολογιστική ισχύ, η ύπαρξη μιας μακράς αλυσίδας από μπλοκ καθιστά το κατάστιχο του blockchain πρακτικά αμετάβλητο, το οποίο αποτελεί και το βασικό στοιχείο της ασφάλειας του. Μπορούμε λοιπόν να συμπεράνουμε με ευκολία ότι τα μπλοκ που έχουν δημιουργηθεί στην κορυφή της στοιβάς, δηλαδή τα πιο πρόσφατα, είναι και τα πιο ευάλωτα σε σχέση με τα μπλοκ που έχουν καταχωρηθεί στο κατάστιχο παλιότερα.

Ένα τέτοιο κατάστιχο ανήκει συνήθως σε μία κεντρική ηγεσία ή αρχή. Ως εκ τούτου, ένα κατάστιχο μπορεί να θεωρηθεί αρχείο ιδιοκτησίας. Ένα καταναμημένο κατάστιχο (distributed ledger) είναι στην ουσία ένα ψηφιακό αρχείο ιδιοκτησίας που δεν ανήκει σε κανέναν, κανείς δεν μπορεί να το ελέγξει ή να το αλλοιώσει και διανέμεται σε ένα δίκτυο. Στην περίπτωση του blockchain, το καταναμημένο αυτό κατάστιχο συνεχώς συγχρονίζεται, πράγμα που σημαίνει ότι όλοι στο δίκτυο έχουν πάντα μια ενημερωμένη έκδοση του. Η

κρυπτογραφία χρησιμοποιείται για να κωδικοποιήσει τις πληροφορίες στο κατανεμημένο κατάστιχο, και να καταστήσει την βάση δεδομένων ασφαλή από κακόβουλες ενέργειες. Αυτό επιτρέπει την απρόσκοπτη μεταφορά περιουσιακών στοιχείων, τα οποία μπορεί να είναι φυσικά, άυλα ή ψηφιακά, σε ένα δίκτυο χωρίς να υπάρχει απαραίτητα, εμπιστοσύνη μεταξύ των χρηστών του. Με άλλα λόγια το blockchain είναι ένα «πρωτόκολλο εμπιστοσύνης» (A. Antonopoulos, 2017).

Πώς Λειτουργεί

Για να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο αυτή η τεχνολογία μεταβάλλει τις τρέχουσες διαδικασίες συναλλαγών, θα αναφερθούμε στην ανταλλαγή ενός φυσικού περιουσιακού στοιχείου (asset). Για παράδειγμα η ανταλλαγή ενός εισιτηρίου για μια θεατρική παράσταση, μεταξύ δύο ανθρώπων είναι σχετικά απλή: Το πρόσωπο A δίνει το εισιτήριο στο άτομο B και το άτομο B κατέχει πλέον το εισιτήριο. Επειδή και τα δύο άτομα ήταν φυσικά εκεί και η μεταφορά πραγματοποιήθηκε με φυσικό τρόπο, τόσο το πρόσωπο A όσο και το B, γνωρίζουν τι ακριβώς έχει ανταλλαχθεί. Έτσι, το άτομο A δεν μπορεί να ανταλλάξει το εισιτήριο ξανά επειδή το περιουσιακό στοιχείο δε βρίσκεται πλέον στην κατοχή του.

Τα πράγματα αλλάζουν όταν μεταφέρεται ένα άυλο ή ψηφιακό στοιχείο μεταξύ του ατόμου A και του ατόμου B. Στην περίπτωση αυτή, ένα παράδειγμα ψηφιακού στοιχείου θα μπορούσε να είναι ένα ηλεκτρονικό εισιτήριο για το θέατρο. Το άτομο B δεν γνωρίζει αν αυτός είναι ο μόνος που έλαβε το ηλεκτρονικό εισιτήριο από το άτομο A ή αν το άτομο A έχει περισσότερα αντίγραφα από αυτό το ηλεκτρονικό εισιτήριο. Αυτό ονομάζεται πρόβλημα διπλής δαπάνης (double-spending problem). Σήμερα, χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο κεντρικοποιημένα κατάστιχα για να επιβεβαιωθεί ότι το άτομο A δεν έχει μεταφέρει το ψηφιακό αγαθό σε πολλά άτομα. Ένα κεντρικό κατάστιχο, είναι μια βάση δεδομένων στην οποία όλες οι συναλλαγές έχουν ελεγχθεί και αξιολογηθεί από έναν αξιόπιστο τρίτο πάροχο υπηρεσιών. Παραδείγματα αξιόπιστων τρίτων είναι οι τράπεζες, οι συμβολαιογράφοι, οι υπηρεσίες νέφους (cloud), το κράτος κ.λπ.

Το blockchain εξαλείφει την ανάγκη για ένα αξιόπιστο τρίτο μέρος μέσω της χρήσης ενός δημόσιου κατάστιχου. Αυτό το κατάστιχο διανέμεται μέσω ενός δικτύου που επικυρώνει τις συναλλαγές για να οδηγήσει σε συναίνεση εντός του δικτύου. Ο αξιόπιστος τρίτος δεν χρειάζεται πλέον, καθώς το δίκτυο είναι σε θέση να δημιουργήσει, να εξελίξει και να παρακολουθήσει ένα αμετάβλητο αρχείο συναλλαγών.

Συνεχίζοντας με το παράδειγμα του ηλεκτρονικού εισιτηρίου γίνεται αντιληπτό το πως η έλευση του blockchain μπορεί να αλλάξει τις σημερινές διαδικασίες. Κατ'αρχάς όταν δύο μέρη συμφωνήσουν για μια συναλλαγή, πρέπει να καθορίσουν τις πληροφορίες σχετικά με τη συναλλαγή, όπως τον αποστολέα και τον παραλήπτη, τον τύπο και το μέγεθος της συναλλαγής. Η συναλλαγή και οι σχετικές πληροφορίες αποστέλλονται σε κάθε κόμβο του δικτύου. Ένας κόμβος (node) είναι ένας υπολογιστής που είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο blockchain, ο οποίος συλλέγει νέες συναλλαγές, τις επικυρώνει και τοποθετεί τις επικυρωμένες συναλλαγές σε ένα μπλοκ που πρέπει να επαληθευτεί για να προστεθεί στο κατάστιχο του blockchain. Η διαδικασία επαλήθευσης ονομάζεται εξόρυξη. Οι κόμβοι ή ανθρακωρύχοι αρχίζουν να δημιουργούν ένα νέο μπλοκ προσθέτοντας μη επαληθευμένες συναλλαγές σε αυτό το μπλοκ. Για να αποδείξει την εγκυρότητα του μπλοκ, ο ανθρακωρύχος πρέπει να λύσει με επιτυχία ένα κρυπτογραφικό παζλ: πρέπει να βρει το σωστό hash που αντιστοιχεί στις πληροφορίες του τρέχοντος συνόλου συναλλαγών και το hash του προηγούμενου τμήματος συναλλαγών (A. Antonopoulos, 2017). Η διαδικασία λύσης αυτού του παζλ είναι υπολογιστικά πολύ δύσκολη, αλλά μόλις έχει λυθεί, είναι εύκολο να εξακριβωθεί η εγκυρότητά του. Μόλις ο ανθρακωρύχος βρει την απόδειξη εργασίας για το μπλοκ του, μεταδίδει το μπλοκ στους άλλους κόμβους του δικτύου. Αν οι άλλοι κόμβοι δεχθούν το νέο πρόσθετο μπλοκ, χρησιμοποιούν το hash του νέου προστιθέμενου μπλοκ για να ξεκινήσουν την οικοδόμηση ενός νέου μπλοκ με βάση τις πιο πρόσφατες συναλλαγές. Ο πρώτος που θα παράγει την απάντηση στο παζλ, ανταμείβεται με κρυπτονομίσματα, αμέσως μόλις το μπλοκ γίνει αποδεκτό από τους άλλους κόμβους και προστεθεί στο blockchain. Όσο περισσότερη επεξεργαστική δύναμη έχει ο ανθρακωρύχος, τόσο μεγαλύτερες είναι οι πιθανότητες να λύσει το παζλ πρώτος. Η παραπάνω διαδικασία είναι μια τυπική διαδικασία συναλλαγής με τη χρήση του πρωτοκόλλου blockchain. Οι περισσότερες διαδικασίες ενός blockchain συστήματος λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο, ωστόσο, μερικές λεπτομέρειες από σύστημα σε σύστημα είναι αυτές που τα κάνουν να διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό. Είναι σημαντικό να προστεθεί εδώ ότι δεν είναι όλα όσα καταγράφονται σε ένα αποκεντρωμένο κατάστιχο αναγκαστικά ορθά. Οι μηχανισμοί συναίνεσης (consensus mechanisms) που χρησιμοποιούνται στο blockchain επαληθεύουν ότι ένα κομμάτι δεδομένων προστέθηκε επιτυχώς σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, αλλά δεν επαληθεύουν την πληροφορία που δύναται να περιέχει.

Η ιστορία του blockchain από την οπτική των τεχνολογικών καινοτομιών

Σύμφωνα με τον Campbell (1969), η τεχνολογική αλλαγή μπορεί να περιγραφεί ως μια κοινωνικοπολιτισμική, εξελικτική διαδικασία διαφοροποίησης, επιλογής και διατήρησης (Campbell and Wilson, 1996). Εάν

και η προσέγγιση αυτή είναι περιορισμένη στην περιγραφή καινοτομιών όπως το blockchain, μπορεί να παρατηρηθεί ότι οι καινοτομίες συχνά ακολουθούν ένα πρότυπο μίας ιδέας, αρχικό πειραματισμό, ποικίλα σχίσματα και υλοποιήσεις, ενοποίηση και τελικά (αλλά όχι πάντα) την εμφάνιση ενός κυρίαρχου προτύπου. Με βάση τις εργασίες των Suarez και Utterback (1995), η τροχιά του blockchain ως τεχνολογική καινοτομία μπορεί να ερμηνευτεί ως εξής:

Φάση 1: Ο Satoshi Nakamoto και η έλευση των τεχνολογιών αποκεντρωμένων συναλλαγών.

Η αρχή κάθε νέας βιομηχανίας χαρακτηρίζεται από ασυνέχεια (Utterback and Suárez, 1993), νέα ιδέα ή νέα σχεδιαστική αρχή. Στην περίπτωση του blockchain, ένα άτομο ή μια ομάδα ατόμων με άγνωστη ταυτότητα που αποκαλούν τους εαυτούς τους Satoshi Nakamoto, περιγράφουν ένα πρωτόκολλο που διευκολύνει τις ομότιμες (peer-to-peer) συναλλαγές μέσω ενός κρυπτονομίσματος ονόματι Bitcoin, χωρίς την ανάγκη ενός αξιόπιστου τρίτου μέρους που θα δρα ως δικλίδα ασφαλείας μεταξύ των δύο μερών. Το δίκτυο χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο απόδειξης εργασίας (proof of work algorithm) για να καταγράψει ένα δημόσιο ιστορικό συναλλαγών που πολύ σύντομα γίνεται υπολογιστικά μη πρακτικό για έναν επιτιθέμενο να αλλοιώσει, με μόνο περιορισμό η πλειοψηφία των κόμβων του δικτύου να είναι ειλικρινείς.

Το θεωρητικό έγγραφο (White paper) που εξέδωσε ο Satoshi Nakamoto ενέπνευσε προγραμματιστές και επιχειρηματίες από όλο το κόσμο να συνεισφέρουν στον σχεδιασμό των θεμελίων των κρυπτονομισμάτων (cryptocurrencies) ώστε να αποκτήσουν τη σημερινή μορφή τους. Στις αρχές του 2009, εκδόθηκαν τα πρώτα Bitcoins και η πρώτη συναλλαγή πραγματοποιήθηκε στις 12 Ιανουαρίου 2009 (historyofbitcoin.org, 2016).

Φάση 2: Ζύμωση και παραλλαγές

Ενώ το Bitcoin παραμένει το κυρίαρχο κρυπτονόμισμα, μια σειρά από εναλλακτικές πλατφόρμες p2p (peer-to-peer) έχουν αναδυθεί και έχει αρχίσει η εποχή της "ζύμωσης". Όπως ο Anderson και ο Tushman (1990, σελ. 611) έχουν παρατηρήσει, κατά τη διάρκεια της εποχής αυτής, μια διαδικασία ανταγωνισμού μεταξύ των κυρίαρχων τεχνολογιών λαμβάνει χώρα. Τη στιγμή που γράφεται η παρούσα διπλωματική εργασία υπάρχουν σε κυκλοφορία πάνω από 1.400 κρυπτονομίσματα, 667 από αυτά, δεν έχουν σχεδόν καμία διαφορά από την αρχιτεκτονική του Bitcoin (mapofcoins.com).

Ενώ αυτές οι παραλλαγές αποτελούν παραδείγματα μικρών τροποποιήσεων του αρχικού πρωτοκόλλου του blockchain, μία πρώτη σημαντική διαφοροποίηση σημειώνεται με την άνοδο του Ethereum το 2014, το οποίο επινοήθηκε από τον Ρώσο προγραμματιστή Vitalik Buterin. Το Ethereum επεκτείνει το φάσμα των συναλλαγών που βασίζονται στο blockchain σε οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο που μπορεί να αναπαρασταθεί από ένα πρόγραμμα και περιέχει αξία, όπως τραπεζικά προϊόντα, υπηρεσίες ή ακόμα και ακίνητη περιουσία.

Το Ethereum καταργεί ορισμένους από τους περιορισμούς του Bitcoin, για παράδειγμα το ανώτατο όριο όλων των Bitcoins που θα είναι δυνατό να εκδοθεί ποτέ (ένας περιορισμός που θα μπορούσε να καταργηθεί μόνο με τη συναίνεση όλων των συμμετεχόντων του δικτύου), που ορίζεται σε 21 εκατομμύρια BTC. Πιο συγκεκριμένα, το Ethereum επιτρέπει πιο περίπλοκες συναλλαγές, όπως π.χ. έξυπνα συμβόλαια (smart contracts) και καταναμημένες εφαρμογές (Dapps) και χρησίμευσε ως βάση για το πρώτο Αποκεντρωμένο Αυτόνομο Οργανισμό στο blockchain του Ethereum (DAO: Decentralized Autonomous Organization), ο οποίος συγκέντρωσε 160 εκατομμύρια δολάρια σε μια πολύ σύντομη χρονική περίοδο κατά τη διάρκεια της άνοιξης του 2016 και προοριζόταν να γίνει μια πλατφόρμα για τη συλλογή επενδυτικών κεφαλαίων και τη διανομή τους σε έργα που ψηφίζονται από μια ανοιχτή κοινότητα δωρητών με σκοπό την περαιτέρω ανάπτυξη αποκεντρωμένων τεχνολογιών.

Η δημιουργία του Ethereum μπορεί να ερμηνευθεί ως μια λογική συνέπεια της εξέλιξης του blockchain. Λειτουργεί με μη αντιπαραβαλλόμενο τρόπο και σε συνύπαρξη με διάφορες πλατφόρμες. Παρόλα αυτά, μία λεγόμενη «σκληρή διακλάδωση» (Hard Fork) οδήγησε σε σχίσμα μέσα στην κοινότητα του Ethereum, το οποίο προκλήθηκε από ένα ελάττωμα στον κώδικα του έργου, το οποίο επέτρεψε σε έναν άγνωστο εισβολέα να διοχετεύσει κεφάλαια από περίπου 60 εκατομμύρια δολάρια σε έναν ιδιωτικό λογαριασμό τον Ιούνιο του 2016. Στη συνέχεια, η κοινότητα αντιμετώπισε ένα θεμελιώδες φιλοσοφικό δίλημμα: Θα πρέπει η μη αναστρεψιμότητα - ένας από τους ιδεολογικούς πυλώνες του πυρήνα του blockchain - να τεθεί σε κίνδυνο για την ανάκτηση των κεφαλαίων που χάθηκαν στη συναλλαγή; Ογδόντα πέντε τοις εκατό των ανθρακωρύχων (miners) που εμπλέκονται στο Ethereum ψήφισαν θετικά στο "Hard Fork" για την αντιστροφή του hack, ενώ 15 τοις εκατό επέλεξε να αποδεχθεί την επίθεση και να συμμορφωθεί με τις αρχές που είχαν δημιουργήσει. Είναι γεγονός ότι η κοινότητα Ethereum διακύβευσε τις αρχές του για τη διάσωση ενός πελάτη. Έκτοτε, παρέμεινε μια υποομάδα υποστηρικτών της διατήρησης της "αναλλοίωτης φύσης" του blockchain με την παλιά κρυπτογράφηση και ενεργά συνεχίζουν την εξόρυξη,

δημιουργώντας ένα ανταγωνιστικό κρυπτονόμισμα που ονομάζουν "Ethereum Classic" παράλληλα με το κυρίαρχο νόμισμα Ethereum.

Υπό το πρίσμα των κοινών δομών της καινοτομίας, το blockchain, με τις ποικίλες υλοποιήσεις του, δεν έχει φτάσει ακόμα στην κατάσταση στην οποία έχει εμφανιστεί μια κυρίαρχη δομή, όπως μπορεί να παρατηρηθεί με τα λειτουργικά συστήματα της Microsoft ή το Google ως την προτιμώμενη μηχανή αναζήτησης του δυτικού ημισφαιρίου. Σε αντίθεση, φαίνεται πιθανό ότι η φάση της διακύμανσης των διαφόρων δομών θα συνεχιστεί. Το πότε ακριβώς, μια σταθερή διαμόρφωση της δομής του blockchain θα επικρατήσει δεν είναι ακόμη προβλέψιμο, δεδομένου του ρυθμού της καινοτομίας στον κλάδο της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών και του γεγονότος ότι η έλευση και αφομοίωση της τεχνολογίας αυτής φέρει σημαντικές αλλαγές σε δύο πολύ βασικές πτυχές της σημερινής κοινωνίας, την οργανωτική και την ιδεολογική.

Φάση 3: Η εδραίωση του blockchain τα επόμενα χρόνια

Το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ (World Economic Forum) ρώτησε 800 ειδικούς για το έτος κατά το οποίο ανέμεναν συγκεκριμένες τεχνολογίες να «χτυπήσουν» την ευρεία αγορά, ποιο δηλαδή θα είναι το λεγόμενο κρίσιμο σημείο (tipping point). Για το Bitcoin και το blockchain, το WEF θεωρεί ως κρίσιμο σημείο τη στιγμή που το 10% του παγκόσμιου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος θα αποθηκεύεται μέσω της τεχνολογίας blockchain. Περισσότεροι από τους μισούς ειδικούς στο χώρο αυτό, προέβλεψαν ότι αυτό το κρίσιμο σημείο θα είναι το 2025. Ωστόσο, το ένα πέμπτο των ερωτηθέντων δήλωσαν ότι αυτό δεν θα συμβεί ποτέ (Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ, 2015).

Μηχανισμοί Συναίνεσης

Ενώ κάθε οντότητα που συμμετέχει σε ένα δίκτυο blockchain μπορεί να ελέγξει τις αποθηκευμένες πληροφορίες, οι αλλαγές στο κατάστιχο μπορούν να πραγματοποιηθούν μόνο με την επίτευξη ομοφωνίας μέσω ενός μηχανισμού συναίνεσης. Ένας μηχανισμός συναίνεσης είναι στην ουσία ένα πρωτόκολλο που εγγυάται την ασφάλεια του δικτύου. Αυτή τη στιγμή υπάρχει μια πληθώρα τέτοιων μηχανισμών που είτε είναι σε λειτουργία, είτε σε επίπεδο πειραματισμού και ανάπτυξης. Θα αναφέρουν οι πιο δημοφιλείς:

POW (Proof-of-Work)

Η διαδικασία εξόρυξης που περιγράφηκε παραπάνω, λειτουργεί σύμφωνα με το μηχανισμό συναίνεσης της απόδειξη εργασίας (Proof-of-Work). Για να συμμετάσχει στη διαδικασία εξόρυξης, κάθε κόμβος πρέπει να λύσει ένα δύσκολο κρυπτογραφικό πρόβλημα, το οποίο απαιτεί υπολογιστική ισχύ, και κάθε λύση ανταμείβεται. Εάν ένας “ανέντιμος” κόμβος θέλει να επιτεθεί στο δίκτυο, πρέπει να επιλύσει το ίδιο πρόβλημα με τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου. Ως εκ τούτου, μόνο εάν ο επιτιθέμενος έχει σημαντικό αριθμό υπολογιστικών πόρων (πάνω από 51% του συνόλου του δικτύου), η επίθεση θα είναι επιτυχής. Τα μειονεκτήματα αυτού του μηχανισμού είναι το κόστος του εξειδικευμένου υλικού (ASIC) που απαιτείται για την εκτέλεση των υπολογισμών και η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που πρέπει να δαπανηθεί για τους υπολογισμούς. Τόσο το Bitcoin όσο και το Ethereum χρησιμοποιούν αυτό το είδος μηχανισμού συναίνεσης.

POS (Proof-of-Stake)

Ένας άλλος πιθανός μηχανισμός συναίνεσης είναι ο μηχανισμός της απόδειξης συμμετοχής (Proof-of-Stake). Ο μηχανισμός αυτός, είναι ένας εναλλακτικός αλγόριθμος, ο οποίος χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο, και σχεδιάζεται να χρησιμοποιηθεί και στην καινούρια έκδοση του Ethereum. Αντί της υπολογιστικής ισχύος, το ποσοστό συμμετοχής στο δίκτυο, πρακτικά ο αριθμός νομισμάτων που έχει στην κατοχή του ένας κόμβος, καθορίζει τη δυνατότητα του να δημιουργήσει και να προσθέσει ένα νέο μπλοκ στο blockchain. Με την απόδειξη συμμετοχής, εξόρυξη μπορεί να κάνει μόνο αυτός που έχει ήδη νομίσματα και η ανταμοιβή είναι ανάλογη με τον αριθμό νομισμάτων του καθενός, όχι ανάλογη με την εργασία. Έτσι, ουσιαστικά ανταμείβεται η επένδυση και όχι το έργο (Buterin, 2015). Αυτός ο μηχανισμός βασίζεται στο σκεπτικό ότι οι χρήστες με υψηλό ποσό συμμετοχής θα υποφέρουν περισσότερο εάν κάτι κακόβουλο συμβεί με το blockchain, επομένως θα έχουν το μεγαλύτερο κίνητρο να προσθέσουν μόνο τις σωστές συναλλαγές στο blockchain. Μια συχνή κριτική του αλγορίθμου αυτού είναι ότι οι πλούσιοι γίνονται πλουσιότεροι χωρίς απαραίτητα να συμμετέχουν ενεργά.

POI (Proof-of-Importance)

Όπως υποδηλώνει το όνομα, ο αλγόριθμος απόδειξης σημασίας (Proof-of-Importance) εκχωρεί στους χρήστες μια βαθμολογία σημαντικότητας για να

καθορίσει ποιος πρέπει να προσθέσει την επόμενη ομάδα συναλλαγών (μπλοκ) στην αλυσίδα. Αυτός ο βαθμός εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η ποσότητα των νομισμάτων που κρατούνται, η δραστηριότητα του δικτύου, το κύρος (reputation) και το ποσό των συναλλαγών που πραγματοποιούνται προς και από τον συγκεκριμένο χρήστη του δικτύου. Οι συμμετέχοντες που συχνά στέλνουν και λαμβάνουν συναλλαγές έχουν το δικαίωμα να προσθέτουν πιο συχνά νέα μπλοκ στην αλυσίδα, με αποτέλεσμα να αμείβονται περισσότερο. Η ανίχνευση της δόλιας χρήσης και των μοντέλων χειραγώγησης του δικτύου συμπεριλαμβάνονται φυσικά σε αυτόν τον αλγόριθμο, για να αποτρέψει τους ανεπιθύμητους συμμετέχοντες να κερδίσουν υψηλότερη βαθμολογία. Αυτός ο μηχανισμός εξασφαλίζει ότι οι χρήστες που είναι και οι μεγαλύτεροι υποστηρικτές ενός τέτοιου δικτύου θα έχουν μεγαλύτερη έκφραση σε αυτό, σε αντίθεση με τους παθητικούς επενδυτές κρυπτονομισμάτων. Η πρώτη πλατφόρμα κρυπτονομισμάτων που υλοποίησε τον αλγόριθμο απόδειξης σημασίας ήταν η NEM.
[https://en.wikipedia.org/wiki/NEM_\(cryptocurrency\)](https://en.wikipedia.org/wiki/NEM_(cryptocurrency))

PoET (Proof-of-Elapsed-Time)

Η γνωστή εταιρεία κατασκευής επεξεργαστών Intel, έχει καταλήξει στο δικό της εναλλακτικό πρωτόκολλο συναίνεσης που ονομάζεται απόδειξη διάρκειας (Proof-of-Elapsed-Time). Ο μηχανισμός αυτός λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με τον μηχανισμό απόδειξη της εργασίας, αλλά καταναλώνει πολύ λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια. Περαιτέρω, αντί να έχουν οι συμμετέχοντες να λύσουν ένα κρυπτογραφικό παζλ, ο αλγόριθμος χρησιμοποιεί ένα έμπιστο περιβάλλον εκτέλεσης (Trusted Execution Environment - TEE) - όπως το SGX - για να εξασφαλίσει ότι τα μπλοκ παράγονται τυχαία, αλλά χωρίς την απαιτούμενη εργασία. Η προσέγγιση της Intel βασίζεται σε έναν εγγυημένο χρόνο αναμονής που παρέχεται μέσω του TEE. Σύμφωνα με την Intel, ο αλγόριθμος απόδειξης διάρκειας κλιμακώνεται σε χιλιάδες κόμβους και θα λειτουργεί αποτελεσματικά σε κάθε επεξεργαστή Intel που υποστηρίζει το SGX.

Practical-Byzantine-Fault-Tolerance (PBFT)

Πριν προσεγγίσουμε τον τελευταίο μηχανισμό συναίνεσης, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε το πρόβλημα του Βυζαντινού Στρατηγού.

Μια ομάδα στρατηγών, κάθε ένας από τους οποίους διοικεί τμήμα του βυζαντινού στρατού, πολιορκεί μια εχθρική πόλη. Οι στρατηγοί πρέπει να συμφωνήσουν σε ένα κοινό σχέδιο μάχης για την κατάληψη της πόλης. Ωστόσο, οι στρατηγοί μπορούν να επικοινωνούν μόνο μέσω αγγελιοφόρων. Οι αγγελιοφόροι μπορεί να συλληφθούν από τον εχθρό και τότε το μήνυμα δε

θα φτάσει στον άλλο στρατηγό. Η δυσκολία στη συμφωνία είναι ότι ένας ή περισσότεροι στρατηγοί μπορεί να είναι προδότες και να επιθυμούν να σαμποτάρουν το σχέδιο μάχης. Είναι πιθανό να στείλουν ψευδή μηνύματα, να αλλοιώσουν μηνύματα ή να καταστείλουν την αποστολή τους. Όλοι οι πιστοί στρατηγοί θα ενεργούν σύμφωνα με το σχέδιο. Ένας μικρός αριθμός προδοτών μπορεί λοιπόν να ανατρέψει την πορεία των γεγονότων που έχουν σχεδιάσει οι πιστοί στρατηγοί.

Έτσι, στο πρόβλημα του βυζαντινού στρατηγού εντάσσονται κάποιες βασικές απειλές. Πώς αντιμετωπίζει κάποιος την αποτυχία οποιουδήποτε άλλου στρατηγού; Τι γίνεται αν η ταυτότητα ενός στρατηγού είναι πλαστογραφημένη; Όταν εφαρμόζεται στο blockchain, η απάντηση στην πρώτη ερώτηση έγκειται στην παροχή ενός μηχανισμού ανοχής σφάλματος (μηχανισμός ανάκτησης) και η απάντηση στο τελευταίο ερώτημα έγκειται σε ένα μηχανισμό ασφαλείας που αναπτύσσεται από τη κοινότητα του blockchain, και μπορεί να προστατεύει τα ομότιμα δίκτυα αυτά από τις επιθέσεις τύπου Sybil και DoS.

Ο αλγόριθμος PBFT ήταν η πρώτη ουσιαστική λύση για την επίτευξη συναίνεσης εν όψει του παραπάνω προβλήματος. Κάθε κόμβος δημοσιεύει ένα δημόσιο κλειδί. Τα μηνύματα που έρχονται μέσω του κόμβου υπογράφονται από τον κόμβο αυτό. Μόλις επιτευχθούν αρκετές ταυτόσημες απαντήσεις, τότε επιτυγχάνεται συναίνεση, δηλαδή το μήνυμα περιέχει μία έγκυρη συναλλαγή. Συνεπώς, δεν χρειάζεται μεγάλη επεξεργαστική ισχύς και κατανάλωση ενέργειας. Το PBFT είναι ένα σύστημα σχεδιασμένο για σύστημα αποθήκευσης που απαιτούν μεγάλη ταχύτητα συναλλαγών. Η συναίνεση μπορεί να επιτευχθεί γρήγορα και αποτελεσματικά .

Το Hyperledger Fabric είναι η πιο δημοφιλής blockchain πλατφόρμα που υλοποίησε έναν αλγόριθμο PBFT. Η πλατφόρμα αναπτύχθηκε από το Linux Foundation και την IBM, παρέχει μια ευέλικτη αρχιτεκτονική η οποία υποστηρίζει διάφορους μηχανισμούς συναίνεσης, καθώς και διάφορες παραλλαγές του ίδιου του PBFT.

Κατηγοριοποίηση Δικτύων

Ενώ ο όρος blockchain αναφέρεται κατά κύριο λόγο σε δημόσια καταναμημένα κατάστιχα όπως το bitcoin, πολλές εκδόσεις τέτοιων συστημάτων διαφοροποιούνται, ώστε να μιλάμε πλέον για τρεις μεγάλες κατηγορίες, τα δημόσια (public), τα ιδιωτικά (private) και τα δίκτυα κοινοπραξίας (consortium).

Δημόσια

Ένα δημόσιο blockchain είναι ένα blockchain που ο καθένας στον κόσμο μπορεί να διαβάσει, ο καθένας μπορεί να πραγματοποιήσει συναλλαγές μέσω αυτού και να τις δει να συμπεριλαμβάνονται στην αλυσίδα αν είναι έγκυρες, και τέλος ο καθένας μπορεί να συμμετάσχει στη διαδικασία συναίνεσης, δηλαδή τη διαδικασία για τον προσδιορισμό των μπλοκ που προστίθενται στην αλυσίδα ακόμη και τον προσδιορισμό της τρέχουσας κατάστασης της αλυσίδας αυτής. Ως υποκατάστατο της κεντρικής αρχής για την εγκαθίδρυση εμπιστοσύνης, τα δημόσια blockchain ασφαλίζονται από τα λεγόμενα «κρυπτοοικονομικά», ο συνδυασμός οικονομικών κινήτρων και κρυπτογραφικής επαλήθευσης χρησιμοποιώντας μηχανισμούς όπως η απόδειξη εργασίας ή η απόδειξη συμμετοχής, ακολουθώντας μια γενική αρχή, ότι ο βαθμός στον οποίο κάποιος μπορεί να έχει επιρροή στη διαδικασία συναίνεσης είναι αναλόγως με την ποσότητα των οικονομικών πόρων που μπορεί να κατέχει. Αυτά τα blockchains θεωρούνται γενικά "πλήρως αποκεντρωμένα".

Ιδιωτικά

Ένα ιδιωτικό blockchain είναι πλήρως ιδιωτικό που σημαίνει ότι τα δικαιώματα εγγραφής σε αυτό κρατούνται κεντρικά από έναν οργανισμό. Τα δικαιώματα ανάγνωσης της αλυσίδας ενδέχεται να είναι δημόσια ή περιορισμένα σε αυθαίρετο βαθμό. Οι πιθανές εφαρμογές ενός ιδιωτικού blockchain περιλαμβάνουν τη διαχείριση βάσεων δεδομένων, και τον εσωτερικό έλεγχο μιας επιχείρησης, επομένως το δικαίωμα ανάγνωσης της αλυσίδας του από το ευρύ κοινό μπορεί να μην είναι απαραίτητο σε πολλές περιπτώσεις, αν και μερικές φορές μπορεί να είναι επιθυμητή η ικανότητα δημόσιου ελέγχου.

Κοινοπραξία

Ένα blockchain κοινοπραξίας μπορεί να οριστεί ως το blockchain στο οποίο η διαδικασία συναίνεσης ελέγχεται από ένα προεπιλεγμένο σύνολο κόμβων. Για παράδειγμα, μπορεί να φανταστεί κανείς μια κοινοπραξία 15 χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων, καθένα από τα οποία συντηρεί έναν κόμβο, και ορίζεται ότι τουλάχιστον 10 από τους κόμβους πρέπει να υπογράψουν ηλεκτρονικά κάθε συναλλαγή προκειμένου να είναι έγκυρο το μπλοκ. Το δικαίωμα ανάγνωσης του blockchain μπορεί να είναι δημόσιο ή να περιορίζεται στους συμμετέχοντες μόνο. Υπάρχουν επίσης υβριδικές λύσεις, για παράδειγμα είναι δυνατό το σύνολο των μπλοκ να είναι δημόσια ορατό μέσω ενός API που επιτρέπει στο κοινό να κάνει έναν περιορισμένο αριθμό ερωτημάτων (queries) και να λαμβάνει ως απάντηση κρυπτογραφικές αποδείξεις ορισμένων τμημάτων της κατάστασης της αλυσίδας. Τα blockchain τέτοιου τύπου μπορούν να θεωρηθούν "μερικώς αποκεντρωμένα".

5. Εξελίξεις στον ενεργειακό τομέα

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα παρουσιαστούν διάφορες εφαρμογές του blockchain στην ενεργειακή βιομηχανία. Αν και οι εφαρμογές που αναφέρονται σε αυτό το τμήμα είναι πιθανώς μόνο η κορυφή του παγόβουνου όταν πρόκειται για πιθανές εφαρμογές της τεχνολογίας αυτής για την ενεργειακή βιομηχανία, παρέχουμε αυτήν την επισκόπηση για να κατανοήσουμε την τρέχουσα 'τάση' των εφαρμογών blockchain στον τομέα της ενέργειας.

Υπάρχουσες εφαρμογές

Η περίπτωση χρήσης του blockchain στην ενεργειακή βιομηχανία, η οποία έρχεται αμέσως στο μυαλό όλων, είναι η ανταλλαγή ενέργειας από ομότιμους χρήστες. Μερικά έργα και πιλότοι σχετικά με την εφαρμογή του blockchain έχουν ήδη δημιουργηθεί σε όλο τον κόσμο. Στο Μπρούκλιν, για παράδειγμα, υπάρχει το έργο Microgrid στο οποίο δοκιμάζονται οι πωλήσεις ηλιακής ενέργειας από «γείτονα προς γείτονα» (PwC, 2016). Στο έργο αυτό, απαιτούνται έξυπνοι μετρητές για την καταγραφή της παραγόμενης ενέργειας, η τεχνολογία blockchain χρησιμοποιείται για συναλλαγές και τέλος τα έξυπνα συμβόλαια για την αυτόματη εκτέλεση και διασφάλιση των συναλλαγών. Σε αυτό το έργο, οι συμμετέχοντες εξακολουθούν να συνδέονται με το παραδοσιακό δίκτυο, αλλά μπορούν επίσης να λάβουν ενέργεια από ένα μικροδίκτυο (Brooklyn Microgrid, n.d., Engerati, 2016, PwC, 2016). Στην Αυστραλία και στη Ν. Ζηλανδία διενεργείται επίσης πιλοτική έρευνα, όπου αναπτύχθηκε ένα ειδικό blockchain, το οποίο ονομάζεται Ecochain, ενώ το σχέδιο του Μπρούκλιν χρησιμοποιεί το blockchain Ethereum. Αυτό που έχει ιδιαίτερη σημασία για το Ecochain είναι ότι χρησιμοποιεί τον μηχανισμό συναίνεσης για την απόδειξη της συμμετοχής αντί του μηχανισμού συναίνεσης για την απόδειξη της εργασίας, γεγονός που καθιστά το Ecochain blockchain λιγότερο ενεργοβόρο από ότι για παράδειγμα ένα Ethereum blockchain. Η startup της Vattenfall, Powerpeer επικεντρώνεται σε μια αγορά ψηφιακής ομότιμης αγοράς για την αυτοπαραγωγή ενέργειας στην Ολλανδία. Επίσης, στην Ολλανδία, η Quantoz Technology και η Energy21 συνεργάζονται για να διερευνήσουν τις λύσεις που θα μπορούσε να προσφέρει το blockchain για τις τοπικές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας. Στη Γερμανία, η TSO TenneT, μαζί με τον πάροχο μπαταριών Sonnen, εκτελούν έναν πιλότο στον οποίο ένα δίκτυο συνδεδεμένων οικιακών συσσωρευτών χρησιμοποιείται για την απορρόφηση και την απελευθέρωση της πλεονάζουσας αιολικής ενέργειας, χρησιμοποιώντας ένα blockchain της IBM (Sonnen, 2017). Η αυστριακή startup Grid Singularity, που ιδρύθηκε από τον Gavin Wood (CTO και

συνιδρυτής του Ethereum), χρησιμοποιεί το blockchain του Ethereum για την ανάπτυξη μιας αποκεντρωμένης πλατφόρμας ανταλλαγής ενέργειας που μπορεί να φιλοξενήσει εφαρμογές διαφόρων τύπων και τεχνολογιών, από την επικύρωση των συναλλαγών ηλεκτρικής ενέργειας έως τον έλεγχο του εξοπλισμού του δικτύου. Ως εκ τούτου, αυτό το πιλοτικό πρόγραμμα επικεντρώνεται περισσότερο στην εξισορρόπηση του δικτύου στην περίπτωση μεταβλητής χρήσης ανανεώσιμης ενέργειας. Η TenneT έχει δημιουργήσει επίσης πιλοτικό blockchain και στην Ολλανδία, που επικεντρώνεται επίσης στην ισορροπία του δικτύου υψηλής τάσης, αλλά αυτή τη φορά ηλεκτρικά οχήματα (EVs) χρησιμοποιούνται ως μπαταρίες για την εξισορρόπηση του δικτύου. Το blockchain χρησιμοποιείται για την καταγραφή της διαθεσιμότητας και της δράσης των EVs σε απόκριση σημάτων από της TenneT (Engerati, 2017c). Ένα άλλο έργο στη Γερμανία, το οποίο ονομάζεται Blockcharge, επιτρέπει την κοινή χρήση σταθμών φόρτισης για τα EVs και τη χρέωση των ενεργειακών συναλλαγών. Οι ιδιοκτήτες των σταθμών φόρτισης καθορίζουν τα τιμολόγια χρέωσης για τους σταθμούς φόρτισης τους (Share & Charge, n.d.). Η φινλανδική εταιρεία ενέργειας Fortum συνδυάζει το blockchain με το Internet-of-Things, έχουν αναπτύξει μια λύση βασισμένη σε blockchain που επιτρέπει στους καταναλωτές να ελέγχουν συσκευές μέσω του διαδικτύου.

Μια διαφορετική εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain στη βιομηχανία ενέργειας που διερευνάται είναι η εφαρμογή blockchain, η οποία θα επιτρέπει πολλαπλούς προμηθευτές σε μια σύνδεση. Επί του παρόντος, ένας καταναλωτής μπορεί να έχει μόνο έναν προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά στο μέλλον το blockchain θα μπορούσε να επιτρέψει στον καταναλωτή να έχει, για παράδειγμα, έναν προμηθευτή για χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στο σπίτι και έναν άλλο προμηθευτή ηλεκτρικού ρεύματος για το σημείο φόρτισης για το EV του. Επιπλέον, η τεχνολογία blockchain θα μπορούσε να επιτρέψει τις λεγόμενες μικρόσυναλλαγές (micro-transactions). Αυτό θα έδινε, για παράδειγμα, τη δυνατότητα στους καταναλωτές να αλλάζουν συνεχώς μεταξύ των προμηθευτών ενέργειας για να λάβουν τη φθηνότερη διαθέσιμη ενέργεια.

Τέλος στη Γερμανία, η εταιρεία Innogy είναι εξαιρετικά δραστήρια στον τομέα του blockchain και της ηλεκτρικής μετακίνησης. Έχει αναπτύξει 100 σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων με βάση το Ethereum, με στόχο τη δημιουργία πλήρως αυτοματοποιημένης, παγκόσμιας πλατφόρμας, ηλεκτρικής φόρτισης και χρέωσης. Η Innogy ξεκίνησε επίσης το Share & Charge, το οποίο παρέχει μια κεντρική πλατφόρμα καταγραφής για τους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών αυτοκινήτων και τους φορείς εκμετάλλευσης σταθμών φόρτισης και εκτελούν δοκιμαστικά eWallets αυτοκινήτων για να διαπιστώσουν αν η τεχνολογία blockchain μπορεί να πιστοποιήσει και να

διαχειριστεί τη διαδικασία τιμολόγησης για την αυτόνομη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων.

Οι περισσότερες εφαρμογές blockchain στον ενεργειακό κλάδο δε νοούνται χωρίς έξυπνους μετρητές. Ο συνδυασμός έξυπνων μετρητών με τεχνολογία blockchain μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας χρέωσης για τους καταναλωτές. Τα ευφυή συστήματα μέτρησης παρέχουν ακριβέστερα δεδομένα για την κατανάλωση ενέργειας και παρέχουν στους καταναλωτές πρόσβαση και προβολή των δεδομένων τους. Αυτό δημιουργεί περισσότερη διαφάνεια, η οποία είναι πιθανό να οδηγήσει σε δικαιότερη τιμολόγηση. Επιπλέον, το blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή πιστοποιητικών προέλευσης για να εξασφαλίσει στους καταναλωτές ότι πράγματι λαμβάνουν πράσινη ενέργεια.

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα παραπάνω, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι υπάρχει μεγάλη προσοχή στη χρήση της τεχνολογίας blockchain στον ενεργειακό κλάδο. Ωστόσο, υποστηρίζουμε ότι τα τρέχοντα έργα στο blockchain και οι πιλότοι στην ενεργειακή βιομηχανία βασίζονται στον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί το παρόν σύστημα της βιομηχανίας αυτής. Επιπλέον, αμφισβητείται ότι η τεχνολογία blockchain αντιμετωπίζεται με τον κατάλληλο τεχνολογικό τρόπο σε κάθε ένα από τα έργα που περιγράφονται. Ως αποτέλεσμα, πολλά από τα έργα και τους πιλότους δεν είναι πιθανό να προκαλέσουν μεγάλες αλλαγές στο ενεργειακό οικοσύστημα, αλλά απλώς διευκολύνουν τις τρέχουσες διαδικασίες που οδηγούν σε σχετικά μικρές αλλαγές, χωρίς να χρησιμοποιούν τις δυνατότητες της τεχνολογίας πλήρως.

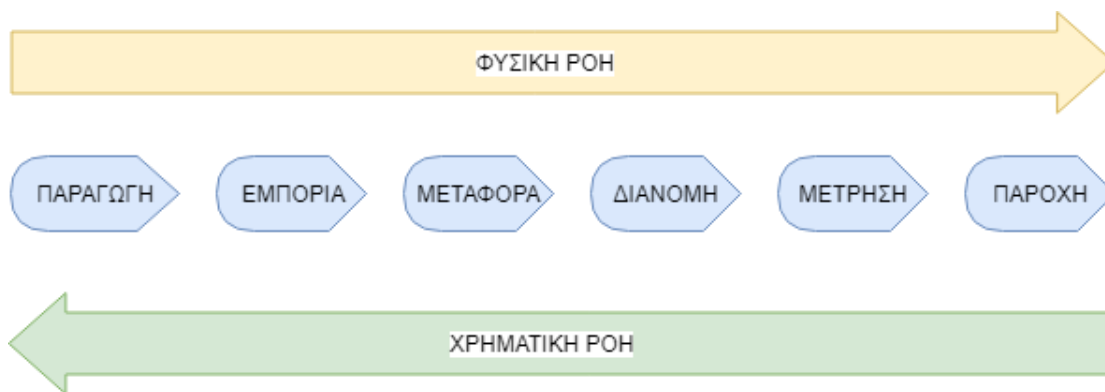
Μέσω της αποκέντρωσης, το blockchain μειώνει τα εμπόδια εισόδου. Για την ενεργειακή βιομηχανία αυτό σημαίνει ότι το blockchain θα μπορούσε να ανοίξει τις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας για τους καταναλωτές. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη διαφάνεια και πιο ακριβή καταγραφή των συναλλαγών. Δεύτερον, το blockchain προσφέρει έναν αποτελεσματικό τρόπο καταγραφής και διανομής δεδομένων. Στον τομέα της ενέργειας, αυτό θα ήταν επωφελές για τις εταιρείες ενέργειας αλλά και για τους καταναλωτές, καθώς αυτό θα επιτρέψει έναν ευκολότερο και γρήγορο τρόπο διαχείρισης των λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος και καλύτερη προβολή των δεδομένων και των συναλλαγών τους. Τρίτον, το blockchain θα μπορούσε να προσδιορίσει την προέλευση της ενέργειας (αν προέρχεται δηλαδή με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο ή όχι) και την αντίστοιχη τιμή, με αποτέλεσμα την αύξηση της ακεραιότητας και της διαφάνειας του κλάδου.

Οι περιπτώσεις χρήσης του blockchain μπορούν να επεκταθούν σε όλες τις διαδικασίες και τα στάδια του ενεργειακού κλάδου, από την παραγωγή, το εμπόριο, τη μετάδοση, τη διανομή και την προμήθεια στον καταναλωτή. Εάν η τεχνολογία blockchain εφαρμοστεί σε ολόκληρη τη βιομηχανία, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μετατροπή ολόκληρου του κλάδου.

6. Το Ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα

Οι αγορές ενέργειας έχουν ορισμένα τυπικά χαρακτηριστικά που τα διαφοροποιούν από τις άλλες αγορές. Πρώτον, τα προϊόντα που προέρχονται από την ενεργειακή βιομηχανία είναι απαραίτητα για τη λειτουργία της κοινωνίας. Δεύτερον, ο ενεργειακός κλάδος απαιτεί έναν ειδικό σχεδιασμό της αγοράς, λόγω της φυσικής υποδομής στην οποία κατασκευάζεται η ενεργειακή βιομηχανία. Το 1996, η οδηγία 96/92/EC² για την ηλεκτρική ενέργεια ξεκίνησε την ελευθέρωση της ευρωπαϊκής βιομηχανίας ηλεκτρικής ενέργειας (Jakonas, 2011). Αυτό σήμαινε την εισαγωγή του ανταγωνισμού στον κλάδο. Η βασική υπόθεση πίσω από την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας είναι ότι θα αναγκάσει τους οργανισμούς να είναι πιο αποτελεσματικοί, πράγμα που θα ωφελούσε τους καταναλωτές. Επειδή δεν είναι όλα τα μέρη της βιομηχανίας κατάλληλα για ανταγωνισμό, τα δίκτυα διανομής θεωρούνται φυσικά μονοπώλια. Προκειμένου να αποφευχθεί η δυνατότητα των ανταγωνιστικών μερών να εκμεταλλευτούν τον έλεγχο των μονοπωλιακών λειτουργιών, πρέπει να διαχωριστούν οι ανταγωνιστικές και μονοπωλιακές λειτουργίες.

Σύμφωνα με την αλυσίδα ενεργειακής αξίας, το ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα αποτελείται από έξι διαδοχικές κύριες διαδικασίες: παραγωγή, εμπορία, μεταφορά, διανομή, μέτρηση και παροχή ενέργειας. Η μετάδοση και η διανομή ενέργειας ρυθμίζονται από το νόμο, τα άλλα τμήματα της αλυσίδας αξίας δεν ρυθμίζονται. Οι οργανισμοί διανομής ενέργειας μπορούν να θεωρηθούν ως φυσικά μονοπώλια. Τα άλλα στοιχεία του ενεργειακού συστήματος θεωρούνται ανταγωνιστικές δραστηριότητες. Οι τρεις κύριες ροές ή οι τρεις κύριες διαδικασίες ανταλλαγής στην ενεργειακή αλυσίδα είναι η φυσική ροή (ηλεκτρική ενέργεια), η ροή πληροφοριών και η χρηματική ροή. Θα ακολουθήσουμε την αλυσίδα αξίας που απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα για να ξεκινήσουμε την ανάλυση του σημερινού ενεργειακού τομέα.



Παραγωγή, Διανομή και Παροχή

Η αλυσίδα ενεργειακής αξίας αρχίζει με την παραγωγή ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίοι είναι ιδιοκτήτες των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Υπάρχουν δύο διαφορετικές περιπτώσεις:

- Οι παραγωγοί πωλούν την ηλεκτρική τους ενέργεια σε προμηθευτές, οι οποίοι πωλούν στην συνέχεια την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές.
- Ή οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας πωλούν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν στους ίδιους τους καταναλωτές. Στην τελευταία περίπτωση, οι παραγωγοί ενέργειας είναι επίσης οι προμηθευτές ενέργειας στον τελικό καταναλωτή.

Η διαδικασία διανομής χωρίζεται σε δύο διαδικασίες: μεταφορά και διανομή. Σε κάθε ευρωπαϊκή χώρα, υπάρχουν διάφοροι σε αριθμό διαχειριστές του συστήματος μεταφοράς. Το βασικό καθήκον των διαχειριστών είναι να διασφαλίζουν την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, διατηρώντας ισορροπημένη τη ζήτηση και την προσφορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι διαχειριστές του συστήματος διανομής είναι υπεύθυνοι για τα περιφερειακά ενεργειακά δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο μεταφοράς προς τον τελικό καταναλωτή. Όταν ο προμηθευτής ενέργειας δεν έχει αναθέσει εξωτερικό συμβαλλόμενο μέρος για τη μέτρηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στον τελικό καταναλωτή, ο εκάστοτε διαχειριστής του συστήματος διανομής είναι επίσης υπεύθυνος και για τη διαδικασία μέτρησης.

Οι προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας έχουν ήδη αναφερθεί μερικές φορές. Οι εν λόγω οργανισμοί είτε παράγουν ηλεκτρική ενέργεια είτε πωλούν την

ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν στους τελικούς καταναλωτές είτε αγοράζουν ηλεκτρική ενέργεια από τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας και πωλούν την ηλεκτρική ενέργεια στους τελικούς καταναλωτές τους. Οι προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας είναι οι οργανισμοί που συνδέονται άμεσα με τον τελικό καταναλωτή. Ο καταναλωτής είναι ελεύθερος να επιλέξει τον προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας που προτιμά. Οι καταναλωτές βασίζουν την επιλογή τους αυτή, σε διάφορους παράγοντες όπως το επίπεδο των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας ή στην κατανάλωση πράσινης ή γκρίζας ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο καταναλωτής είναι ο τελικός χρήστης της ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά ο καταναλωτής παίρνει μερικές φορές έναν δεύτερο ρόλο: την παραγωγή της δικής του ενέργειας. Στην περίπτωση αυτή, ο καταναλωτής ονομάζεται *prosumer*. Οι καταναλωτές χωρίζονται σε δύο ομάδες: 1) μικρούς καταναλωτές (νοικοκυριά και μικρό-μεσαίες επιχειρήσεις) και 2) μεγάλους καταναλωτές (μεγάλες ή/και βιομηχανικές επιχειρήσεις). Η κύρια διαφορά μεταξύ αυτών των δύο ομάδων καταναλωτών είναι ότι επιτρέπεται στους μεγάλους καταναλωτές να συμμετέχουν στις ενεργειακές αγορές που περιγράφονται στην επόμενη ενότητα.

Εμπόριο

Η ίδια η ηλεκτρική ενέργεια διατίθεται σε διάφορες αγορές ηλεκτρικής ενέργειας. Στον τομέα του εμπορίου ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχει η αποκαλούμενη ευθύνη του προγράμματος, η οποία απαιτεί από τα μέρη της διαδικασίας εμπορίας ηλεκτρικής ενέργειας να ενημερώνουν το διαχειριστή του συστήματος μεταφοράς για τον όγκο ηλεκτρικής ενέργειας που θα προμηθεύουν στο σύστημα ή θα καταναλώνουν από το σύστημα κάθε δεκαπέντε λεπτά, ακόμη και για μια μέρα μπροστά. Εάν τα υπεύθυνα μέρη του προγράμματος δεν ενεργήσουν σύμφωνα με το πρόγραμμα που έχει παραδοθεί την προηγούμενη ημέρα, ο διαχειριστή του συστήματος μεταφοράς μπορεί να ζητήσει από τα εν λόγω μέρη να παράγουν λιγότερη ή περισσότερη ενέργεια, ή να καταναλώσουν λιγότερη ή περισσότερη ενέργεια για την εξισορρόπηση της αγοράς. Για τους μικρούς καταναλωτές, ο προμηθευτής ενέργειας πρέπει να φροντίσει για όλα τα παραπάνω.

Ενεργειακό Οικοσύστημα

Η ενεργειακή αλυσίδα αξίας, όπως αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα, είναι χρήσιμη ως σημείο εκκίνησης για να εξηγήσουμε τις βασικές διαδικασίες

στον ενεργειακό κλάδο. Ωστόσο, η βιομηχανία δεν είναι πλέον τόσο γραμμική όσο η ενεργειακή αλυσίδα αξίας και δεν συμπεριλαμβάνονται όλες οι συναφείς λειτουργίες. Επομένως, σε αυτή την ενότητα η έννοια του οικοσυστήματος χρησιμοποιείται για την ανάλυση και την απεικόνιση των ρόλων, των λειτουργιών και των σχέσεων εντός της ενεργειακής βιομηχανίας. Αυτό σημαίνει ότι πρόκειται να μοντελοποιήσουμε το δικτυωμένο σύστημα διαφόρων παραγόντων που συνδέονται μεταξύ τους μέσω διαφόρων σχέσεων και αλληλοεπιδρούν τόσο συνεργατικά όσο και ανταγωνιστικά εντός της ενεργειακής βιομηχανίας.

Οι διαδικασίες που περιγράφονται στην αλυσίδα ενεργειακής αξίας χρησιμοποιούνται ως σημείο εκκίνησης για την ανάπτυξη του ενεργειακού οικοσυστήματος. Θα χρησιμοποιήσουμε κόμβους και συνδέσμους για να εκπροσωπήσουμε τους συντελεστές και τις σχέσεις στο οικοσύστημα. Οι κόμβοι θα επισημαίνονται με τον τύπο του ρόλου ή της συνάρτησης που έχουν και για κάθε κόμβο θα δοθούν παραδείγματα των κομμάτων που πληρούν αυτή τη λειτουργία ή ρόλο. Από το προηγούμενο κεφάλαιο κατέστη σαφές ότι η χρήση του blockchain μπορεί να διευκολύνει τις συναλλαγές μεταξύ των μερών που κατ' αρχήν δεν εμπιστεύονται ο ένας τον άλλον. Η φυσική ροή, η ροή πληροφοριών και η χρηματική ροή μπορούν να θεωρηθούν ως οι κύριες διαδικασίες ανταλλαγής ή συναλλαγές που λαμβάνουν χώρα στο οικοσύστημα. Ως εκ τούτου, θα διακρίνουμε φυσικούς, πληροφοριακούς και χρηματικούς δεσμούς ή σχέσεις μεταξύ των κόμβων. Λόγω των χαρακτηριστικών αυτών των συναλλακτικών συνδέσεων, θα γίνει επίσης ορατή η κατεύθυνση των συνδέσμων. Για τον προσδιορισμό των ορίων του οικοσυστήματος έχουν καθοριστεί τα ακόλουθα κριτήρια:

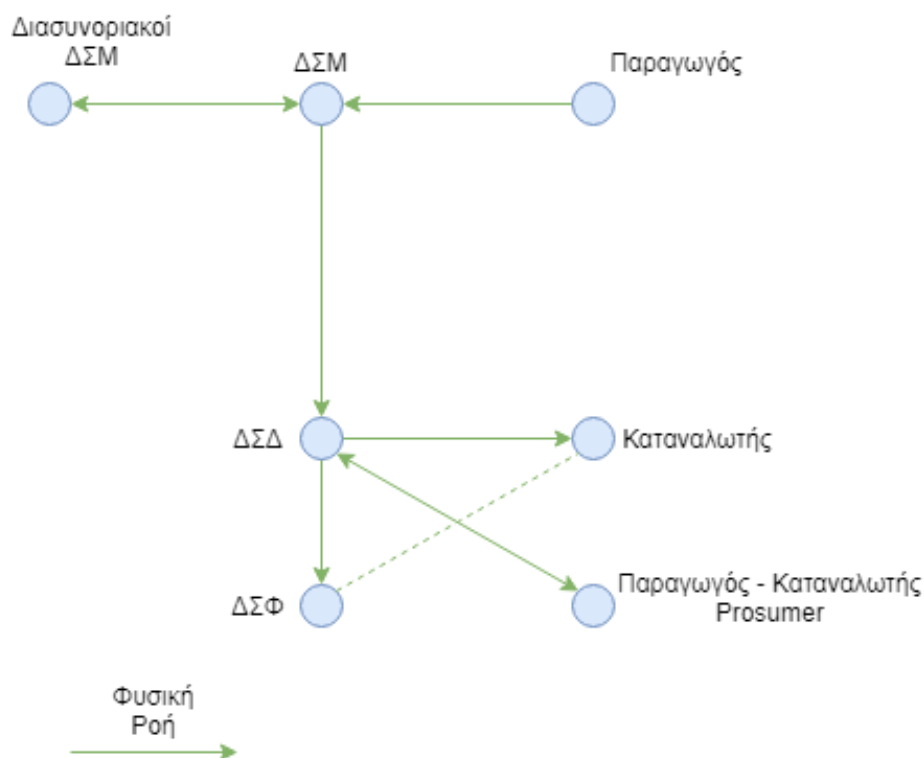
Κάθε κόμβος στο οικοσύστημα πρέπει να:

1. Να σχετίζεται άμεσα ή να επηρεάζει μία ή περισσότερες διαδικασίες της ενεργειακής αλυσίδας αξίας ή/και
2. Να επηρεάζει τις υπηρεσίες που σχετίζονται με την ενεργειακή αλυσίδα αξίας ή/και
3. Να επηρεάζει τις δυνάμεις της αγοράς στο οικοσύστημα.

Φυσική Ροή

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει τις φυσικές ροές μεταξύ των κόμβων, που στην περίπτωση αυτή είναι η ανταλλαγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως είδαμε στην αλυσίδα ενεργειακής αξίας, η φυσική ροή αρχίζει από τον παραγωγό, όταν ο παραγωγός παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Ο διαχειριστής συστήματος μεταφοράς - **ΔΣΜ** διανέμει την ηλεκτρική ενέργεια μέσω του δικτύου υψηλής

τάσης στο περιφερειακό δίκτυο που διαχειρίζεται ένας από τους διαχειριστές του συστήματος διανομής - **ΔΣΔ**. Οι ΔΣΜ συνεργάζονται επίσης με τους ΔΣΜ σε άλλες χώρες για να αντισταθμίζουν τα εθνικά πλεονάσματα και τις ελλείψεις ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτό σημαίνει ότι ο ΔΣΜ εισάγει ή εξάγει ηλεκτρική ενέργεια από ή προς άλλες χώρες όταν υπάρχουν πλεονάσματα ή ελλείψεις σε χώρες που συνδέονται με το εκάστοτε δίκτυο υψηλής τάσης μέσω διασυνοριακών συνδέσεων. Με απλά λόγια όταν η παροχή ενέργειας είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση, ο ΔΣΜ διανέμει το πλεόνασμα σε έναν από τους διασυνοριακούς ΔΣΜ. Όταν μια άλλη χώρα έχει πλεόνασμα, ο ΔΣΜ μπορεί να αναλάβει (μέρος) του πλεονάσματος της άλλης χώρας. Χαρακτηρίζουμε αυτούς τους ΔΣΜ ως διασυνοριακούς ΔΣΜ. Τέλος οι ΔΣΜ διανέμουν την ηλεκτρική ενέργεια στον τελικό καταναλωτή.



Όλο και περισσότερο, ο καταναλωτής ενεργεί επίσης ως prosumer. Όταν ένας prosumer έχει πλεόνασμα, μπορεί να πουλήσει το πλεόνασμα του στον τον προμηθευτή ενέργειας, παρέχοντας έτσι το ενεργειακό του πλεόνασμα πίσω στο δίκτυο. Αυτό απεικονίζεται από τη σχέση μεταξύ του ΔΣΔ και του prosumer. Στις περισσότερες περιπτώσεις η ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται από αυτά τα μέρη είναι πιθανό να παραχθεί από ιδιωτικούς ηλιακούς συλλέκτες ή μερικές φορές ακόμη και από ανεμογεννήτριες.

Καθώς ο αριθμός των ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυξάνεται μέσα στα ευρωπαϊκά σύνορα, ο αριθμός των διαχειριστών σημείων φόρτισης – **ΔΣΦ** αυξάνεται επίσης αναλογικά. Ένας ΔΣΦ είναι υπεύθυνος για τη σωστή

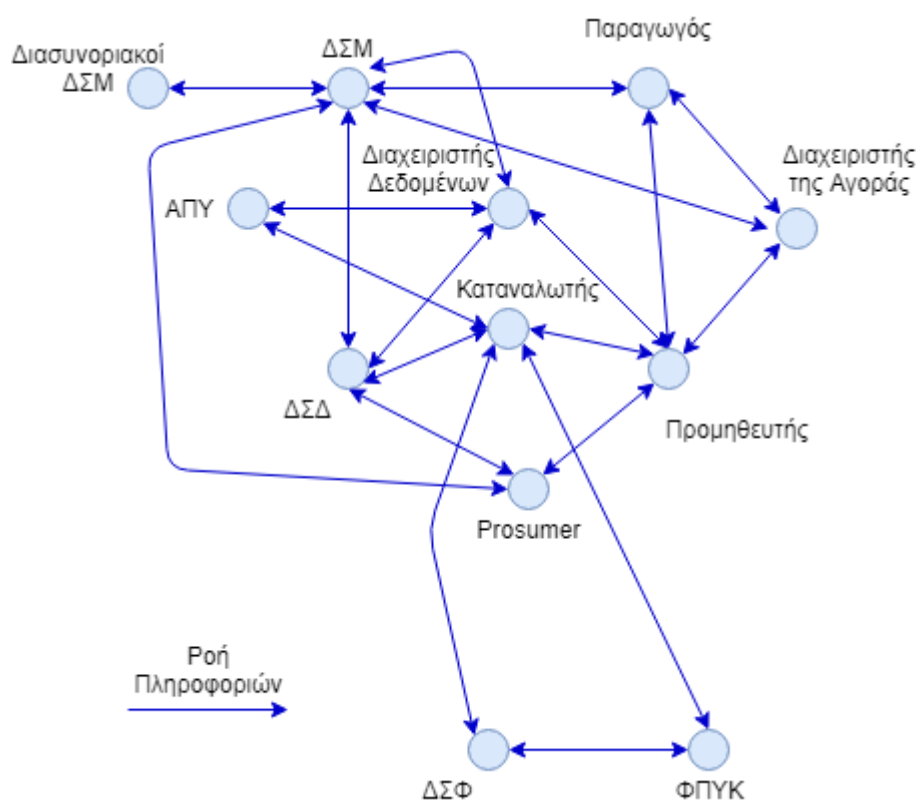
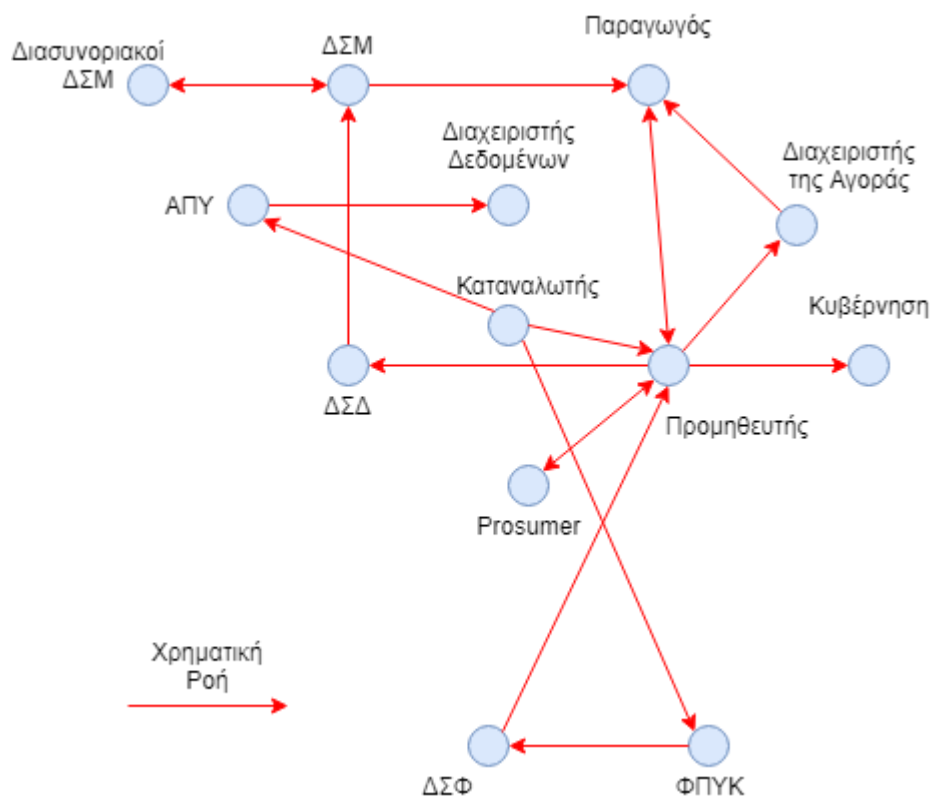
λειτουργία των σημείων επαναφόρτισης των μπαταριών των ηλεκτρικών οχημάτων. Εξασφαλίζουν την παροχή, εγκατάσταση, συντήρηση και επισκευή των σημείων φόρτισης. Στην περίπτωση αυτή, η ενέργεια διανέμεται μέσω του δικτύου στα σημεία φόρτισης και τελικά παρέχεται στον ιδιοκτήτη ενός ηλεκτρικού οχήματος (διακεκομμένη σύνδεση μεταξύ ΔΣΦ και καταναλωτή).

Από το σχήμα είναι σαφές ότι ο Διαχειριστής Συστήματος Μεταφοράς, ο Διαχειριστής Συστήματος Διανομής και ο Διαχειριστής Σημείων Φόρτισης έχουν το ρόλο του ενδιάμεσου στη φυσική ανταλλαγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον παραγωγό στον καταναλωτή. Έτσι γίνεται αντιληπτό πως τόσο ο παραγωγός όσο και ο καταναλωτής εξαρτώνται από τους ΔΣΜ, τους ΔΣΔ και τους ΔΣΦ. Μόνο όταν ο καταναλωτής ενεργεί ως prosumer μπορεί (εν μέρει) να παρακάμψει τους ενδιάμεσους αυτούς.

Επιπλέον, από αυτό το σχεδιάγραμμα προκύπτει ότι ο προμηθευτής, ο κόμβος δηλαδή από τον οποίο ο καταναλωτής αγοράζει την ενέργειά του, δεν συμμετέχει στη διαδικασία της φυσικής ανταλλαγής ενέργειας, αν και θα μπορούσε να θεωρηθεί έτσι κοιτάζοντας μόνο στην αλυσίδα ενεργειακής αξίας. Ως εκ τούτου, η λειτουργία του προμηθευτή υφίσταται αποκλειστικά για τη διευκόλυνση των χρηματικών και πληροφοριακών ροών μεταξύ του καταναλωτή και των άλλων μερών.

Χρηματική Ροή και Ροή Πληροφοριών

Το πρώτο διάγραμμα απεικονίζει τη χρηματοοικονομική ανταλλαγή μεταξύ κόμβων στο οικοσύστημα, ενώ το δεύτερο, τις ροές πληροφοριών και δεδομένων μεταξύ των κόμβων. Ενώ το προηγούμενο διάγραμμα εξακολουθούσε να είναι σχετικά απλό και παρόμοιο με τις διαδικασίες που περιγράφονται στην αλυσίδα ενεργειακής αξίας, σε αυτά τα δύο διαγράμματα βλέπουμε περισσότερη πολυπλοκότητα, εμφανίζονται πολλά νέα κόμματα και δεν υπάρχει γραμμικότητα. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε τις νέες λειτουργίες που εμφανίστηκαν σε αυτά τα διαγράμματα και θα αναλύσουμε τους δεσμούς τους με τους άλλους κόμβους.



Καταρχάς, εμφανίζονται ορισμένα «μέρη παροχής υπηρεσιών», τα οποία παρέχουν διαφόρων ειδών διευκολύνσεις στον καταναλωτή. Αυτά είναι: ο προμηθευτής / συγκεντρωτής, ο φορέας παροχής υπηρεσιών κινητικότητας - **ΦΠΥΚ** και ένας ανεξάρτητος πάροχος υπηρεσιών – **ΑΠΥ** (Independent Service Provider). Η πρώτη ομάδα, ο προμηθευτής / συγκεντρωτής, έχει την πιο άμεση επαφή με τον καταναλωτή. Παραδοσιακά, ένας καταναλωτής υπογράφει συμφωνία με έναν προμηθευτή για την παραλαβή ηλεκτρικής ενέργειας σε μια ορισμένη τιμή και ένας προμηθευτής αγοράζει ηλεκτρική ενέργεια είτε απευθείας από έναν παραγωγό είτε σε μια αγορά, δηλαδή ακολουθείται σχεδόν η ίδια διαδικασία με αυτή που περιγράφηκε στην ενεργειακή αλυσίδα αξίας. Επιπλέον, σε αυτή την παραδοσιακή περίπτωση, η χρηματική ροή ξεκινά από τον καταναλωτή, ο οποίος πληρώνει τον λογαριασμό ηλεκτρικής ενέργειας στον προμηθευτή. Μέρος αυτού του λογαριασμού πηγαίνει απευθείας στον παραγωγό ή μέσω του διαχειριστή της αγοράς καταλήγει και πάλι στον παραγωγό. Ένα άλλο μέρος αυτού του λογαριασμού πηγαίνει στο ΔΣΔ για τη χρήση του περιφερειακού ηλεκτρικού δικτύου. Η κυβέρνηση περιλαμβάνεται επίσης στο χρηματοοικονομικό διάγραμμα, επειδή ένα σημαντικό μέρος του λογαριασμού που πληρώνει ο καταναλωτής πηγαίνει, μέσω του προμηθευτή, στην κυβέρνηση με τη μορφή φόρων.

Επειδή ο αριθμός των μικρών και αποκεντρωμένων παραγωγών ενέργειας αυξάνεται, εμφανίζονται νέοι τύποι προμηθευτών που αγοράζουν ηλεκτρική ενέργεια απευθείας από αυτούς τους μικρούς παραγωγούς. Μερικές φορές ο απλός καταναλωτής μπορεί ακόμη να επιλέξει από ποιον μικρό παραγωγό θέλει να αγοράσει ηλεκτρική ενέργεια. Από την άλλη μεριά ένας prosumer, πληρώνεται από τον προμηθευτή όταν παρέχει την πλεονάζουσα ενέργεια του στο δίκτυο (με τη μορφή έκπτωσης στον τελικό λογαριασμό ηλεκτρικής ενέργειας). Εάν ο prosumer δεν παράγει αρκετή ηλεκτρική ενέργεια, τότε λειτουργεί σαν κανονικός καταναλωτής, δηλαδή αγοράζει το υπόλοιπο της ενέργειας που καταναλώνει από το δίκτυο.

Μια άλλη αναδυόμενη λειτουργία είναι αυτή του συγκεντρωτή. Ένας συγκεντρωτής προσφέρει στους καταναλωτές βοήθεια για την εξοικονόμηση ενέργειας μέσω ευέλικτης προμήθειας ή επιστροφής ενέργειας. Συχνά, ο προμηθευτής εκπληρώνει αυτόν τον ρόλο.

Με την εμφάνιση των ηλεκτρικών οχημάτων, προέκυψε επίσης η λειτουργία του παρόχου υπηρεσιών κινητικότητας - **ΠΥΚ**. Ένας ΠΥΚ πουλάει προϊόντα και υπηρεσίες κινητικότητας, όπως μια συνδρομή φόρτισης, και μια κάρτα χρέωσης. Ως εκ τούτου, εάν φορτίσει τις μπαταρίες του ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο σε κάποιο σημείο φόρτισης, ο φορέας παροχής υπηρεσιών κινητικότητας στέλνει ένα τιμολόγιο στο σωστό ΠΥΚ, ο οποίος με τη σειρά του

χρεώνει τον καταναλωτή. Η λειτουργία του ΠΥΚ μοιάζει πολύ με τη λειτουργία ενός τακτικού προμηθευτή ενέργειας, αλλά ειδικά για τους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων.

Ο τρίτος πάροχος υπηρεσιών που βλέπουμε να αναδύεται είναι ο ΑΠΥ ή ο ανεξάρτητος πάροχος υπηρεσιών. Ένας ΑΠΥ είναι ένα συμβαλλόμενο μέρος το οποίο έχει πιστοποιηθεί κατάλληλα, με σκοπό να δέχεται δεδομένα μέτρησης από τον διαχειριστή δεδομένων. Στη συνέχεια ο ΑΠΥ απεικονίζει τα δεδομένα αυτά κατόπιν αιτήματος του καταναλωτή, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτές τις πληροφορίες για σκοπούς παρακολούθησης της ενέργειας που καταναλώνει.

Ο διαχειριστής δεδομένων και ο διαχειριστής της αγοράς μπορούν επίσης να θεωρηθούν ως φορείς παροχής υπηρεσιών, ωστόσο αντί να παρέχουν υπηρεσίες στους καταναλωτές, παρέχουν υπηρεσίες σε διάφορα άλλα τμήματα της αγοράς. Ο διαχειριστής δεδομένων είναι μια κεντρική πλατφόρμα για διοικητικούς δεσμούς μεταξύ διαφορετικών ρόλων της αγοράς.

Εποπτικά όργανα

Για να ολοκληρώσουμε το οικοσύστημα μας, πρέπει να προστεθούν στο μοντέλο μας δύο κύριοι εποπτικοί φορείς. Κάθε χώρα της Ευρώπης έχει ένα ανεξάρτητο εποπτικό όργανο που προστατεύει τόσο τους καταναλωτές όσο και τις επιχειρήσεις. Δουλειά τους είναι να κρατούν την ισότητα στην αγορά, τους καταναλωτές καλά ενημερωμένους και να ελέγχουν τις επιχειρήσεις του τομέα. Τέλος το Ευρωπαϊκό Δίκτυο Διαχειριστών Συστημάτων Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ENTSO-E) είναι ένα δίκτυο ΔΣΜ που αντιπροσωπεύει 43 ΔΣΜ από 36 ευρωπαϊκές χώρες. Έχει την ευθύνη να ενισχύσει τη συνεργασία μεταξύ των μελών και να βοηθήσει στην ανάπτυξη ενός ευρωπαϊκού δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό διερευνήθηκε ο τομέας της ενεργειακής βιομηχανίας. Ξεκινήσαμε την περιγραφή αυτού του τομέα με την ενεργειακή αλυσίδα αξίας. Η αλυσίδα ενεργειακής αξίας συχνά χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις διαφορετικές διαδικασίες στο πλαίσιο της ενεργειακής βιομηχανίας. Διαπιστώσαμε ότι η ενεργειακή αλυσίδα αξίας αποτελείται από έξι κύριες

διαδοχικές διαδικασίες: παραγωγή, εμπορία, μεταφορά, διανομή, μέτρηση και παροχή ενέργειας. Ωστόσο, η βιομηχανία ενέργειας δεν φαίνεται να είναι τόσο γραμμική όσο η αλυσίδα αξίας, λόγω της εμφάνισης νέων λειτουργιών, παραγόντων και υπηρεσιών. Για την απεικόνιση του οικοσυστήματος χρησιμοποιήσαμε κόμβους που αντιπροσωπεύουν τους ρόλους που υπάρχουν στο οικοσύστημα και συνδέσεις που αντιπροσωπεύουν τις αμοιβαίες σχέσεις μεταξύ των κόμβων. Η ενεργειακή αλυσίδα αξίας χρησίμευσε ως σημείο εκκίνησης για αυτό το ενεργειακό οικοσύστημα. Για τον προσδιορισμό των ορίων του οικοσυστήματος χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα κριτήρια.

Κάθε κόμβος στο οικοσύστημα πρέπει:

1. Να σχετίζεται άμεσα ή να επηρεάζει μία ή περισσότερες διαδικασίες της ενεργειακής αλυσίδας αξίας ή
2. Να επηρεάζει τις υπηρεσίες που σχετίζονται με την ενεργειακή αλυσίδα αξίας ή
3. Να επηρεάζει τις δυνάμεις της αγοράς στο οικοσύστημα.

Επειδή οι κύριες διαδικασίες ανταλλαγής στην ενεργειακή βιομηχανία είναι η ανταλλαγή ηλεκτρικής ενέργειας, χρημάτων και δεδομένων/πληροφορίας, έχουμε διακρίνει φυσικούς, νομισματικούς και πληροφοριακούς δεσμούς για να περιγράψουμε τις σχέσεις μεταξύ των κόμβων. Το ενεργειακό οικοσύστημα έχει κατασκευαστεί βήμα προς βήμα. Πρώτον, ξεκινήσαμε με την απεικόνιση των κόμβων και των συνδέσεων σχετικά με τη φυσική ροή. Στη συνέχεια έχουμε απεικονίσει τους κόμβους και τους συνδέσμους σχετικά με τη ροή πληροφοριών και τη νομισματική ροή.

Η απεικόνιση του ενεργειακού οικοσυστήματος οδήγησε σε δύο βασικά ευρήματα. Καταρχάς, από τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν προηγουμένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι έχουν προκύψει νέες τεχνολογίες και έχουν διαμορφωθεί νέοι ρόλοι και υπηρεσίες γύρω από αυτό, σε σύγκριση με την πιο απλοϊκή ενεργειακή αλυσίδα αξίας. Για παράδειγμα, η βελτιωμένη απόδοση των ηλιακών συλλεκτών έχει δημιουργήσει χώρο για τον prosumer. Η εμφάνιση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου έχει ανοίξει το οικοσύστημα για τους παρόχους υπηρεσιών κινητικότητας και ο αυξανόμενος αριθμός των έξυπνων μετρητών στα νοικοκυριά οδήγησε στην είσοδο των διαχειριστών συστημάτων διανομής στο οικοσύστημα για να βοηθήσει τους καταναλωτές να παρακολουθήσουν την κατανάλωση ενέργειας τους.

Όλα αυτά τα μέρη χρησιμεύουν ως αξιόπιστα τρίτα μέρη για να διευκολύνουν τις συναλλαγές μεταξύ των διαφόρων κόμβων στο οικοσύστημα. Όπως έχουμε δει στα προηγούμενα κεφάλαια, αυτές είναι λειτουργίες στις οποίες η τεχνολογία blockchain θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο.

Για τα επόμενα κεφάλαια, το μοντέλο του οικοσυστήματος που έχει διατυπωθεί σε αυτό το κεφάλαιο θα χρησιμοποιηθεί ως βάση για το σύστημα της βιομηχανίας ενέργειας. Το μοντέλο του οικοσυστήματος θα βοηθήσει να εντοπιστεί πού και πώς το blockchain θα μπορούσε ενδεχομένως να αλλάξει τη διαμόρφωση του ενεργειακού οικοσυστήματος.

7. Επιλογή Σεναρίων

Βελτιστοποίησης της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Βιομηχανίας

Για να εκτιμηθεί η δύναμη της τεχνολογίας blockchain στο ευρωπαϊκό ενεργειακό οικοσύστημα, θα διατυπωθούν διαφορετικά μελλοντικά σενάρια σχετικά με τη βελτίωση των οικοσυστημάτων για την ευρωπαϊκή ενεργειακή βιομηχανία. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των τριών σταδίων της διαδικασίας κατασκευής σεναρίων.

Ο στόχος της διαδικασίας κατασκευής των σεναρίων προκύπτει από το γενικό στόχο της παρούσας μελέτης. Το κεντρικό ζήτημα είναι ο δυνητικός αντίκτυπος της τεχνολογίας blockchain στην ενεργειακή βιομηχανία, με κύριο άξονα τις αλλαγές στη λειτουργία του αντίστοιχου οικοσυστήματος. Οι κύριοι ενδιαφερόμενοι έχουν εντοπιστεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, ως μέλη του ενεργειακού οικοσυστήματος. Τα όρια αυτού του οικοσυστήματος αποτελούν επίσης τα όρια για τη διαδικασία κατασκευής των σεναρίων, εστιάζονται στις διαδικασίες, τους ρόλους και τις λειτουργίες που σχετίζονται άμεσα με την ενεργειακή αλυσίδα αξίας για τους μικρούς καταναλωτές. Οι μεγάλοι καταναλωτές ενέργειας δεν εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής της παρούσας μελέτης, διότι έχουν διαφορετική ενεργειακή αλυσίδα αξίας, εξ ου και διαφορετικό ενεργειακό οικοσύστημα.

Τα ερωτήματα που διατυπώθηκαν για την ανάλυση των σεναρίων είναι:

1. Πώς θα μπορούσε να διαμορφωθεί το ευρωπαϊκό ενεργειακό οικοσύστημα στο μέλλον;
2. Ποιος είναι ο δυνητικός αντίκτυπος της τεχνολογίας blockchain στο ευρωπαϊκό ενεργειακό οικοσύστημα, με έμφαση στην εξαφάνιση, την αλλαγή και την εμφάνιση νέων ρόλων και λειτουργιών;

Τάσεις και Εξελίξεις

Σε αυτό το τμήμα της διαδικασίας, ήταν απαραίτητο να αναζητηθούν και να συλλεχθούν οι τάσεις και οι εξελίξεις στην ενεργειακή βιομηχανία της Ευρώπης. Συγκεντρώσαμε συνολικά 29 τάσεις και εξελίξεις από διάφορες πηγές, όπως η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (<https://ec.europa.eu/energy/en/data->

[analysis/market-analysis](#)) και αρκετές μελέτες που παραθέτουμε στη βιβλιογραφία. Οι τάσεις αυτές κατηγοριοποιήθηκαν και τις παρουσιάζουμε πιο κάτω. Καταρχάς, οι τελευταίες, θα αναλυθούν κριτικά για να προσδιοριστεί η συνάφεια τους με το συγκεκριμένο σκοπό που έχουμε θέσει ώστε να κατασκευαστούν τα σενάρια μας. Επιπλέον, επειδή ο αριθμός αυτών των 29 τάσεων είναι υπερβολικά μεγάλος για τους σκοπούς αυτής της μελέτης, θα περιοριστούν αρκετά για να εντοπιστούν οι πιο σημαντικές. Αυτό είναι απαραίτητο για το επόμενο στάδιο, στο οποίο πρέπει να κατασκευαστεί το πλαίσιο για τα σενάρια, με βάση τους παράγοντες κλειδιά. Παρακάτω παρουσιάζουμε τον κατάλογο των τάσεων που αναπτύξαμε, συμπεριλαμβανομένης της περιγραφής κάθε ομάδας.

1. Επιτάχυνση των τεχνολογικών ανακαλύψεων

Νέες τεχνολογικές εξελίξεις αναδύονται για τις υπάρχουσες τεχνολογίες.

2. Αύξηση των προσιτών και διαθέσιμων τρόπων αποθήκευσης ενέργειας

Αποθήκευση και μετατροπή σε φορείς ενέργειας που μπορούν να αποθηκευτούν σχετικά εύκολα.

3. Αύξηση της μεγάλης (κεντρικής) βιώσιμης ηλεκτρικής παραγωγής

Μετατοπίσεις μεταξύ φορέων ενέργειας (ηλεκτρισμός, φυσικό αέριο, θερμότητα) στην κεντρική παραγωγή ενέργειας.

4. Αύξηση της αποκεντρωμένης παραγωγής ενέργειας

Η παραγωγή ενέργειας μετατοπίζεται από την κεντρική παραγωγή στην αποκεντρωμένη.

5. Αύξηση της ευαισθητοποίησης/προσοχής για την βιωσιμότητα

Υπάρχει αυξανόμενη συνειδητοποίηση και προσοχή στη βιωσιμότητα, τόσο από τους καταναλωτές όσο και από τις κυβερνήσεις (με τη μορφή επιδοτήσεων, φόρων CO₂).

6. Αυξανόμενη έλλειψη πόρων

Πόροι όπως τα ορυκτά καύσιμα και τα ακατέργαστα μέταλλα καθίστανται λιγοστά. Επίσης, υπάρχει έλλειψη χώρου για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Το αποτέλεσμα είναι μια αύξηση τιμής των πόρων.

7. Αύξηση της πολυπλοκότητας της κατανομής ενέργειας

Λόγω αλλαγών στην προσφορά και τη ζήτηση, οι απαιτήσεις για το φυσικό ενεργειακό δίκτυο αλλάζουν. Τα δίκτυα καθίστανται πιο περίπλοκα, μεταξύ άλλων και λόγω της αύξησης της χρήσης πληροφορικής.

8. Αύξηση του όγκου των νέων ενεργειακών υπηρεσιών και παρόχων υπηρεσιών

Υπάρχει αύξηση των παρόχων υπηρεσιών στον τομέα της ενέργειας και αντίστοιχη αύξηση του όγκου των υπηρεσιών που μπορούν να παρασχεθούν.

9. Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας του τελικού χρήστη/πελάτη

Η κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα μειώνεται, αφενός λόγω της καλύτερης μόνωσης και της τοπικής παραγωγής ενέργειας, αφετέρου λόγω της αυξανόμενης συνειδητοποίησης της περιβαλλοντολογικής βλάβης.

10. Αύξηση της ανάμειξης των πελατών με την ενέργεια

Η ενέργεια γίνεται πιο σημαντική. Οι πελάτες γίνονται συνεπώς πιο απαιτητικοί και περιμένουν περισσότερα από τους Διαχειριστές Συστημάτων Διανομής όσον αφορά την πληροφόρηση, τις υπηρεσίες κ.λπ.

11. Αύξηση της αστικοποίησης

Η ολοένα αυξανόμενη αστικοποίηση μεταβάλλει τις απαιτήσεις για επενδύσεις στις περιοχές αυτές.

12. Το οικονομικό μοντέλο κινείται προς την κατεύθυνση περισσότερων πρωτοβουλιών εκ των κάτω προς τα άνω

Υπάρχουν όλο και περισσότερες πρωτοβουλίες μικρής κλίμακας, στις οποίες η κυριότητα και η χρήση αντιμετωπίζονται διαφορετικά.

13. Αύξηση της αστάθειας των παγκόσμιων χρηματοπιστωτικών συστημάτων

Η ενσωμάτωση των παγκόσμιων χρηματοπιστωτικών αγορών επεκτείνει τα τοπικά προβλήματα σε μια ευρύτερη περιοχή.

14. Αύξηση της επιθυμίας για νόημα/σημασία

Ο δημόσιος διάλογος αλλάζει από το να κάνει «τα πράγματα σωστά», στο να κάνει «τα σωστά πράγματα». Αυτό οδηγεί σε διαφορετικές επιλογές όσον αφορά την ισορροπία της εργασίας και το ιδιωτικό περιβάλλον.

15. Αύξηση της κυβερνητικής διεύθυνσης/ρύθμισης στην αγορά ενέργειας

Η ενέργεια γίνεται ένα σημαντικό θέμα στην πολιτική. Οι κανονισμοί αυξάνονται τόσο σε εθνικό επίπεδο όσο και από την ΕΕ.

16. Αύξηση της ευελιξίας της αγοράς εργασίας

Όλο και περισσότεροι άνθρωποι έχουν μια ευέλικτη εργασιακή σχέση.

17. Αύξηση των βιώσιμων μεταφορών

Καθώς ο τομέας των μεταφορών πρέπει να γίνει βιώσιμος, σημειώνεται μετατόπιση προς τις μεταφορές χωρίς άμεση χρήση ορυκτών καυσίμων. Παρατηρούμε λοιπόν μια αύξηση στη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, οχημάτων υδρογόνου και μεταφορές με βάση το πράσινο φυσικό αέριο.

18. Αύξηση της συμμετοχής του κοινού σε θέματα που σχετίζονται με την ενέργεια

Το κοινό ασχολείται περισσότερο με έργα που αφορούν αποθήκευση, φυσικό αέριο, συλλέκτες CO₂ κλπ. Ενώ, έχει επίσης, ισχυρές απόψεις για αυτά.

19. Αύξηση της επιθυμίας για αυτάρκεια

Αύξηση της ανθρώπινης (ατομικής) ανεξαρτησίας.

20. Αύξηση του αριθμού (και των καθηκόντων) των εταιρειών ενέργειας

Η συλλογική αυτάρκεια αυξάνεται. Τα καθήκοντα και η πολυπλοκότητα των εταιρειών θα αυξηθούν, από την παραγωγή έως τη διανομή και την παράδοση.

21. Η εμφάνιση νέων ενεργειακών φορέων/μορφών ενέργειας

Μεταξύ άλλων πυρηνική σύντηξη, βιοαέριο, φυσικό αέριο σχιστόλιθου, υδρογόνο.

22. Αύξηση της ανάγκης για ευελιξία όσον αφορά τις διακυμάνσεις της προσφοράς και της ζήτησης ενέργειας

Αυξανόμενη ανάγκη για ελεγχόμενη παραγωγή και ελεγχόμενη χρήση για βελτιστοποίηση της μεταβλητής προσφοράς και ζήτησης. Παραδείγματα είναι η ελεγχόμενη παραγωγή και η δυναμική διατίμηση χρήσης της ενέργειας.

23. Αύξηση της σημασίας και της χρήσης των δεδομένων

Ο όγκος των δεδομένων και η σύνδεση μεταξύ δεδομένων από διάφορες πηγές είναι ολοένα και πιο σημαντική, παρέχοντας επιλογές για νέες μορφές υπηρεσιών και παρακολούθηση.

24. Αυξανόμενες αντιφάσεις στην κοινωνία

Αυξανόμενες αντιφάσεις προκύπτουν μεταξύ των πλουσίων και των λιγότερο εύπορων κοινωνικών στρωμάτων. Για μια αυξανόμενη ομάδα ατόμων η πρόσβαση σε νέες ψηφιακές εφαρμογές γίνεται πρόβλημα. Ο λογαριασμός του ηλεκτρικού ρεύματος απειλεί να γίνει υπερβολικά μεγάλος.

25. Αύξηση των γεωπολιτικών αναταραχών

Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε νέες συνεργατικές προσπάθειες και/ή μεγαλύτερη ανάγκη για αυτάρκεια.

26. Αύξηση εξειδίκευσης και συνεργασίας στην αλυσίδα αξίας

Μέσω της αυξανόμενης πολυπλοκότητας στην ενεργειακή αλυσίδα αξίας και την εξειδίκευση των επιχειρήσεων, υπάρχει αυξανόμενη ανάγκη αλληλεξάρτησης.

27. Η εμφάνιση της (βίο-βασισμένης) κυκλικής οικονομίας

Η αυξανόμενη έλλειψη πόρων οδηγεί στην εμφάνιση μιας κυκλικής και βιο-βασισμένης οικονομίας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η επαναχρησιμοποίηση των πόρων είναι καθοριστικής σημασίας.

28. Αύξηση της ενσωμάτωσης ηλεκτρικής ενέργειας, αερίου και θερμότητας μέσω τοπικής βελτιστοποίησης

Συχνά, οι άνθρωποι αναζητούν την καλύτερη λύση σε τοπικό επίπεδο με την ενσωμάτωση φορέων ενέργειας.

29. Αύξηση της γήρανσης του πληθυσμού

Ο γηράσκων πληθυσμός οδηγεί σε έλλειψη εργατικού δυναμικού και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στον τομέα της επικοινωνίας με τους πελάτες.

Ομαδοποίηση

Η ομαδοποίηση είναι μια υποκειμενική διαδικασία. Ως αποτέλεσμα, άλλοι ερευνητές θα μπορούσαν να έχουν καταλήξει σε διαφορετικό σύνολο ομάδων από το δικό μας. Για να μειώσουμε αυτόν τον κίνδυνο, ακολουθήσαμε μια δομημένη διαδικασία βασισμένη σε δύο βήματα για να αυξήσουμε την αντικειμενικότητα της διαδικασίας ομαδοποίησης. Το πρώτο βήμα αφορά τον προσδιορισμό της συνάφειας κάθε ομάδας με την έρευνά μας με βάση τέσσερα κριτήρια. Το δεύτερο βήμα αφορά την κατηγοριοποίηση των ομάδων χρησιμοποιώντας τη μέθοδο STEEP.

Πρώτον, έπρεπε να αναλυθεί η συνάφεια των τάσεων για αυτή τη διαδικασία κατασκευής σεναρίων. Τα ακόλουθα κριτήρια χρησιμοποιήθηκαν για να προσδιοριστεί κατά πόσον μια ομάδα τάσεων έχει σημασία για τη μελέτη αυτή. Κάθε ομάδα πρέπει να καλύπτει τα εξής κριτήρια:

1. Να συσχετίζεται άμεσα ή να επηρεάζει μία ή περισσότερες διαδικασίες της ενεργειακής αλυσίδας αξίας, ή
2. Να επηρεάζει υπηρεσίες που σχετίζονται με την ενεργειακή αλυσίδα αξίας, ή
3. Να επηρεάζει τις δυνάμεις της αγοράς στο οικοσύστημα, ή
4. Να επηρεάζει την υιοθέτηση της τεχνολογίας blockchain στο οικοσύστημα.

Οι περισσότερες τάσεις καλύπτουν τουλάχιστον ένα από τα κριτήρια που ορίζονται παραπάνω. Ωστόσο, οι ομάδες 11, 13, 14, 16, 24 και 25 δεν πληρούσαν τουλάχιστον ένα από τα τέσσερα κριτήρια. Επομένως, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι είναι εκτός του πεδίου της έρευνας μας και, κατά συνέπεια, δεν σχετίζονται με τη διαδικασία κατασκευής σεναρίων.

Δεύτερον, οι υπόλοιπες ομάδες έχουν δομηθεί χρησιμοποιώντας το STEEP. Το STEEP προκύπτει από τα αρχικά Social, Technological, Economic, Environmental, Political - κοινωνικές, τεχνολογικές, οικονομικές, περιβαλλοντικές και πολιτικές δυνάμεις. Κάθε ομάδα κατηγοριοποιήθηκε σε μία ή δύο από τις κατηγορίες του STEEP με βάση το γενικό τους θέμα. Αυτά τα δύο βήματα οδήγησαν σε μια νέα λίστα τάσεων. Όταν ξεκινήσαμε να συνδυάζουμε και να αναδιαμορφώνουμε τις ομάδες τάσεων μετά από τα δύο προηγούμενα βήματα, εξετάσαμε προσεκτικά αν η νέα συστοιχία τάσεων κάλυπτε όλες τις ομάδες που είχαν συνδυαστεί κατά τη διαδικασία ανασυγκρότησης και δεν έγιναν περιέρργοι συνδυασμοί. Με αυτό τον τρόπο είχαμε τη δυνατότητα να διαμορφώσουμε μερικές από τις ομάδες συνδυάζοντας, αναδιαμορφώνοντας και επανασυσχετώντας τις σε μια μεγαλύτερη ομάδα που καλύπτει το ίδιο γενικό θέμα.

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει αυτή τη διαδικασία. Συνολικά, από τα δεδομένα εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν δώδεκα ομάδες. Η περιγραφή των δώδεκα τάσεων που απομένουν μπορεί να βρεθεί στον παρακάτω πίνακα.

	Κριτήριο 1	Κριτήριο 2	Κριτήριο 3	Κριτήριο 4	Κοινωνική	Τεχνολογική	Οικονομική	Περιβαλλοντική	Πολιτική	
Τάσεις	Κριτήρια				Steep					Ομάδα
1. Επιτάχυνση των τεχνολογικών ανακαλύψεων										11
2. Αύξηση των προσιτών και διαθέσιμων τρόπων αποθήκευσης ενέργειας										1
3. Αύξηση της μεγάλης (κεντρικής) βιώσιμης ηλεκτρικής παραγωγής										4
4. Αύξηση της αποκεντρωμένης παραγωγής ενέργειας										3
5. Αύξηση της ευαισθητοποίησης/προσοχής για την βιωσιμότητα										7
6. Αυξανόμενη έλλειψη πόρων										8
7. Αύξηση της πολυπλοκότητας της κατανομής ενέργειας										12
8. Αύξηση του όγκου των νέων ενεργειακών υπηρεσιών και παρόχων υπηρεσιών										9
9. Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας του τελικού χρήστη/πελάτη										8
10. Αύξηση της ανάμειξης των πελατών με την ενέργεια										7
11. Αύξηση της αστικοποίησης										-
12. Το οικονομικό μοντέλο κινείται προς την κατεύθυνση περισσότερων πρωτοβουλιών εκ των κάτω προς τα άνω										7
13. Αύξηση της αστάθειας των παγκόσμιων χρηματοπιστωτικών συστημάτων										-
14. Αύξηση της επιθυμίας για νόημα/σημασία										--
15. Αύξηση της κυβερνητικής διεύθυνσης/ρύθμισης στην αγορά ενέργειας										5
16. Αύξηση της ευελιξίας της αγοράς εργασίας										-
17. Αύξηση των βιώσιμων μεταφορών										8
18. Αύξηση της συμμετοχής του κοινού σε θέματα που σχετίζονται με την ενέργεια										7
19. Αύξηση της επιθυμίας για αυτάρκεια										7
20. Αύξηση του αριθμού (και των καθηκόντων) των εταιρειών ενέργειας										10
21. Η εμφάνιση νέων ενεργειακών φορέων/μορφών ενέργειας										1
22. Αύξηση της ανάγκης για ευελιξία όσον αφορά τις διακυμάνσεις της προσφοράς και της ζήτησης ενέργειας										2
23. Αύξηση της σημασίας και της χρήσης των δεδομένων										12
24. Αυξανόμενες αντιφάσεις στην κοινωνία Αυξανόμενες αντιφάσεις προκύπτουν μεταξύ των πλουσίων και των λιγότερο εύπορων κοινωνικών στρωμάτων										-
25. Αύξηση των γεωπολιτικών αναταραχών										-
26. Αύξηση εξειδίκευσης και συνεργασίας στην αλυσίδα αξίας										12
27. Η εμφάνιση της (βιο-βασισμένης) κυκλικής οικονομίας										8
28. Αύξηση της ολοκλήρωσης μεταξύ ηλεκτρικής ενέργειας, αερίου και θερμότητας μέσω τοπικής βελτιστοποίησης										1
29. Αύξηση της γήρανσης του πληθυσμού										6

Πρώτα απ' όλα, τρεις ομάδες τάσεων πληρούσαν και τα τέσσερα κριτήρια του πρώτου σταδίου της διαδικασίας: 1 - «Επιτάχυνση των τεχνολογικών καινοτομιών», 4 - «Αύξηση της αποκεντρωμένης παραγωγής ενέργειας», και 15 - «Αύξηση της κυβερνητικής διεύθυνσης/ρύθμισης στην αγορά ενέργειας». Επιπλέον, η τάση 1 έχει κατηγοριοποιηθεί ως «Τεχνολογική», επειδή περιγράφει μια καθαρά τεχνολογική εξέλιξη. Η τάση 4 έχει κατηγοριοποιηθεί ως «Τεχνολογική» και «Κοινωνική», επειδή είναι ένας συνδυασμός τεχνολογικής και κοινωνικής ανάπτυξης: υπάρχει επίσης αύξηση των τεχνολογιών που επιτρέπουν την αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας (ηλιακοί συλλέκτες, ανεμογεννήτριες κλπ.) που υποβοηθούνται σε μεγάλο βαθμό από τις κοινωνικές εξελίξεις. Η τάση 5 κατηγοριοποιήθηκε ως «Πολιτική» επειδή περιγράφει καθαρά την πολιτική δραστηριότητα. Ως εκ τούτου, και οι τρεις τάσεις καλύπτουν τα ίδια κριτήρια, αλλά ένα διαφορετικό θέμα. Επομένως, αυτές οι τρεις τάσεις δεν έχουν ανασχηματιστεί, αλλά παρέμειναν οι ίδιες.

Δεύτερον, δεκατέσσερις τάσεις κάλυψαν τα κριτήρια 1, 2 και 3. Η τάση 2 - «Αύξηση των προσιτών και διαθέσιμων τρόπων αποθήκευσης ενέργειας», η τάση 21 «Η εμφάνιση νέων ενεργειακών φορέων/μορφών ενέργειας» και η τάση 28 - «Αύξηση της ενσωμάτωσης ηλεκτρικής ενέργειας, αερίου και θερμότητας μέσω τοπικής βελτιστοποίησης» κατατάσσονται επίσης στην ίδια κατηγορία, δηλαδή στην «τεχνολογία». Επομένως, αφού επανεξετάσαμε προσεκτικά τις τάσεις αυτές, τις τοποθετήσαμε σε μία νέα ομάδα. Αναδιατυπώσαμε τη νέα αυτή ομάδα ως «Εμφάνιση νέων εξελίξεων στην ενεργειακή τεχνολογία» για να καλύψουμε και τις τρεις τάσεις. Η τάση 5 - «Αύξηση της ευαισθητοποίησης/προσοχής για τη βιωσιμότητα», η τάση 10 - «Αύξηση της ανάμειξης των πελατών στην ενέργεια», η τάση 12 - «Το οικονομικό μοντέλο κινείται προς την κατεύθυνση περισσότερων πρωτοβουλιών εκ των κάτω προς τα άνω» και οι τάσεις 18 και 19 καλύπτουν τα κριτήρια 1, 2 και 3 και οι πέντε κατηγοριοποιήθηκαν ως «Κοινωνικές» τάσεις. Έτσι συγχωνεύτηκαν όλες στην ομάδα «Αύξηση της ευαισθητοποίησης και της συμμετοχής των πελατών στην ενεργειακή αγορά». Οι τάσεις 6, 9, 17 και 27, κατηγοριοποιήθηκαν ως «κοινωνικές» και «περιβαλλοντικές», διότι και οι τέσσερις είχαν μία κοινωνική και περιβαλλοντική συνιστώσα. Ως εκ τούτου, συγκεντρώνονται σε μια καινούρια ομάδα: «Αύξηση της βιώσιμης χρήσης της ενέργειας». Η τάση με το νούμερο 3 - ήταν η μόνη ομάδα που κάλυπτε τα κριτήρια 1, 2 και 3 και συγχρόνως έχει κατηγοριοποιηθεί ως «Τεχνολογική» και «Περιβαλλοντική». Επομένως, αυτή η τάση δεν ανασχηματίστηκε και παρέμεινε η ίδια. Για τη τάση 20 - «Αύξηση του αριθμού (και των καθηκόντων) των εταιρειών ενέργειας» ισχύει το ίδιο. Ήταν η μόνη τάση που κάλυπτε τα κριτήρια 1, 2 και 3, και συγχρόνως κατηγοριοποιείται ως «Κοινωνική» και «Οικονομική». Επομένως, και αυτή η τάση παρέμεινε η ίδια.

Τρίτον, υπήρχαν τρεις τάσεις που πληρούσαν τα κριτήρια 1, 2 και 4. Οι τάσεις 7, 23 και 26 πληρούν αυτά τα τρία κριτήρια και κατηγοριοποιήθηκαν ως «Τεχνολογικές». Επειδή και οι τρεις τονίζουν την αυξημένη σημασία των δεδομένων, έχουν συνδυαστεί στην ομάδα που ονομάζεται «Αύξηση της σημασίας των δεδομένων».

Τέταρτον, η τάση 29 ήταν η μόνη που πληρούσε τα κριτήρια 2 και 4. Επειδή η γήρανση είναι πιθανό να αυξήσει την ανάγκη για υπηρεσίες και διαφορετικούς τρόπους επικοινωνίας προς αυτήν την ομάδα ανθρώπων, και επειδή ο αριθμός των ηλικιωμένων αυξάνεται, η υιοθέτηση της τεχνολογίας blockchain θα μπορούσε να επιβραδυνθεί. Δεν υπήρχαν άλλες τάσεις που να πληρούν τα ίδια κριτήρια, έτσι η τάση 29 παρέμεινε η ίδια, αλλά αναδιατυπώσαμε το όνομα της σε «γήρανση» για απλότητα.

Πέμπτον, η τάση 22 ήταν η μόνη που πληρούσε μόνο το κριτήριο 1. Επομένως, αυτή η τάση δεν ανασχηματίστηκε. Αντικαταστήσαμε μόνο το όνομα της σε «Αυξανόμενη ανάγκη για ευελιξία» για απλότητα.

Τέλος, η τάση 8 - «Αύξηση του όγκου των νέων ενεργειακών υπηρεσιών και παρόχων υπηρεσιών» ήταν η μόνη ομάδα που πληρούσε το κριτήριο 2. Συνεπώς, δεν ανασχηματίσαμε αυτή τη τάση αλλά απλώς αναδιατυπώσαμε το όνομα σε «Αύξηση ενεργειακών υπηρεσιών και των παρόχων υπηρεσιών».

Παρακάτω συνοψίζουμε τις δώδεκα ομάδες τάσεων που προκύπτουν από τα προηγούμενα βήματα της διαδικασίας κατασκευής σεναρίων και παρέχουμε μια περιγραφή για κάθε μία από αυτές.

1. Η εμφάνιση νέων εξελίξεων στην ενεργειακή τεχνολογία

Η εξάπλωση νέων ενεργειακών φορέων ή νέων μορφών ενέργειας, όπως για παράδειγμα το υδρογόνο και βελτιώσεις στην αποθήκευση ενέργειας.

2. Αυξανόμενη ανάγκη για ευελιξία

Η ανάγκη για ευελιξία στην εξισορρόπηση των διακυμάνσεων της ζήτησης και της προσφοράς. Παραδείγματα είναι η ελεγχόμενη παραγωγή ενέργειας και η δυναμική διατίμηση χρήσης της ενέργειας.

3. Αύξηση της αποκεντρωμένης παραγωγής ενέργειας

Η παραγωγή ενέργειας μετατοπίζεται από την κεντρική παραγωγή στην αποκεντρωμένη παραγωγή.

4. Αύξηση της παραγωγής βιώσιμης ενέργειας μεγάλης κλίμακας

Η βιώσιμη ενέργεια παράγεται όλο και περισσότερο σε κεντρικό επίπεδο, για παράδειγμα έχουμε τα μεγάλης κλίμακας αιολικά και ηλιακά πάρκα.

5. Αύξηση της κρατικής διοίκησης στην αγορά ενέργειας

Η ενέργεια γίνεται ένα σημαντικό κυβερνητικό θέμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της κυβερνητικής παρέμβασης και τη θέσπιση περισσότερων κανονισμών στην αγορά ενέργειας.

6. Γήρανση

Η γήρανση του πληθυσμού στις Ευρωπαϊκές χώρες οδηγεί σε διαφορετικά πρότυπα κατανάλωσης και μεγαλύτερη προσοχή στις (άλλες μορφές) επικοινωνίας και υπηρεσιών στον ενεργειακό τομέα για αυτή την αυξανόμενη ομάδα ηλικιωμένων.

7. Αύξηση της ευαισθητοποίησης και της συμμετοχής των πελατών στην αγορά ενέργειας

Ο μέσος καταναλωτής θέλει όλο και περισσότερο να είναι ανεξάρτητος από τους καθιερωμένους θεσμούς. Πολύ συχνά, η αυτάρκεια αποτελεί προτεραιότητα.

8. Αύξηση της βιώσιμης χρήσης της ενέργειας

Ο Ευρωπαίος καταναλωτής χρησιμοποιεί λιγότερη ενέργεια λόγω της καλύτερης μόνωσης, της τοπικής παραγωγής ενέργειας, της μεγαλύτερης συνειδητοποίησης της κατανόησης της κατανάλωσης ενέργειας και της εμφάνισης κυκλικής οικονομίας. Επιπλέον, οι μεταφορές καθίστανται πιο βιώσιμες λόγω της εμφάνισης των ηλεκτρικών οχημάτων.

9. Αύξηση των ενεργειακών υπηρεσιών και των παρόχων υπηρεσιών

Περισσότεροι (και νέοι) πάροχοι υπηρεσιών εισέρχονται στην αγορά ενέργειας, που σχετίζονται με την εξοικονόμηση ενέργειας, την βοήθεια με την ανεξάρτητη παραγωγή ενέργειας κτλ.

10. Αύξηση ενεργειακών συνεργασιών

Οι καταναλωτές αγοράζουν όλο και περισσότερο ενέργεια μέσω ενεργειακών συνεργασιών.

11. Επιτάχυνση των τεχνολογικών ανακαλύψεων

Υπάρχει μια αύξηση στις τεχνολογικές καινοτομίες, όχι μόνο στον ενεργειακό τομέα αλλά και εκτός του τομέα, π.χ. το blockchain, το internet of things και η Τεχνητή Νοημοσύνη.

12. Αύξηση της σημασίας των δεδομένων

Η χρήση και η σημασία των δεδομένων αυξάνεται. Η διασυνδεσιμότητα των δεδομένων, των ατόμων και των συστημάτων έχει ως αποτέλεσμα την παροχή περισσότερων πληροφοριών και την εμφάνιση νέων υπηρεσιών παρακολούθησης δεδομένων.

Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν και συζητήθηκαν τα αποτελέσματα των πρώτων σταδίων της διαδικασίας κατασκευής σεναρίων. Πρώτον, ξεκινήσαμε με μια ανασκόπηση για τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τον προσδιορισμό του πεδίου εφαρμογής του σχεδίου κατασκευής σεναρίων για το στάδιο 1. Καθορίσαμε το κεντρικό ζήτημα αυτής της έρευνας ως την εύρεση του πιθανού σεναρίου με το μεγαλύτερο αντίκτυπο της τεχνολογίας blockchain για την ενεργειακή βιομηχανία. Το οικοσύστημα που σχεδιάστηκε καθόριζε τόσο τα ενδιαφερόμενα μέρη για αυτή την έρευνα όσο και τα όρια για τη διαδικασία κατασκευής σεναρίων, όπου εστιάζεται στις διαδικασίες, τους ρόλους και τις λειτουργίες που σχετίζονται άμεσα με τις διαδικασίες της ενεργειακής αλυσίδας αξίας για τους μικρούς χρήστες. Τα στρατηγικά ερωτήματα που διατυπώθηκαν για την ανάλυση των σεναρίων είναι:

1. Πως θα μπορούσε να διαμορφωθεί το ευρωπαϊκό ενεργειακό οικοσύστημα στο μέλλον;
2. Ποιος είναι ο δυναμικός αντίκτυπος της τεχνολογίας blockchain στο ευρωπαϊκό ενεργειακό οικοσύστημα, με έμφαση στην εξαφάνιση, την αλλαγή και την εμφάνιση νέων ρόλων και λειτουργιών;

Δεύτερον, ο κατάλογος τάσεων που συλλέξαμε έχει αναλυθεί κριτικά, χρησιμοποιώντας τέσσερα κριτήρια για τον προσδιορισμό της συνάφειας των τάσεων για τη διαδικασία κατασκευής σεναρίων και το εργαλείο ανάλυσης STEEP για την κατηγοριοποίηση των τάσεων. Με βάση τα τέσσερα κριτήρια και την κατηγοριοποίηση του STEEP, οι τάσεις έχουν ανασχηματιστεί σε συνολικά δώδεκα τάσεις.

Τέλος, η ταχεία επιτάχυνση των τεχνολογικών καινοτομιών και η αύξηση της αποκεντρωμένης παραγωγής ενέργειας διαπιστώθηκε ερευνητικά ότι είναι οι δύο πιο σημαντικές τάσεις και επομένως θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του πλαισίου σεναρίων που παρουσιάζεται στο επόμενο κεφάλαιο.

8. Παρουσίαση Σεναρίων

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δοθούν οι αφηγήσεις των τελικών σεναρίων. Αυτές οι αφηγήσεις σεναρίων θα χρησιμοποιηθούν για την απάντηση στα ερευνητικά ερώτημα αυτής της διπλωματικής εργασίας «Ποια είναι τα πιθανά σενάρια εξέλιξης του οικοσυστήματος του Ευρωπαϊκού συστήματος ενεργειακής βιομηχανίας, όταν το blockchain ενσωματωθεί σε αυτό ως θεσμική τεχνολογία;» και «Βάσει της αξιολόγησης των πιθανών μελλοντικών σεναρίων για την εξέλιξη του οικοσυστήματος του Ευρωπαϊκού συστήματος ενεργειακής βιομηχανίας, ποια είναι η δυνατότητα της τεχνολογίας blockchain;»

Παρόλο που τα σενάρια βασίζονται στις προσδοκίες των ερευνητών που ασχολήθηκαν με την παρούσα μελέτη και θα μπορούσαν ενδεχομένως να θεωρηθούν ως παρεκβολές των γεγονότων που συμβαίνουν αυτήν τη στιγμή, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα περιγραφόμενα σενάρια είναι πιθανά μόνο σε μελλοντικό χρόνο και ως εκ τούτου φανταστικά. Τέλος επιλέχθηκε ένας χρονικός ορίζοντας τουλάχιστον 10 ετών, για να μπορέσουν να γίνουν αυτά τα σενάρια εφικτά, άρα μιλάμε για το έτος 2028.

Σενάριο Πρώτο

Στον πιθανό μελλοντικό κόσμο του πρώτου σεναρίου, οι δύο υποθέσεις που προέκυψαν από το πλαίσιο των σεναρίων ήταν:

- Αύξηση των τεχνολογικών εξελίξεων
- Κεντρική παραγωγή ενέργειας

Είναι το έτος 2028. Ζούμε σε έναν κόσμο ο οποίος, εκ πρώτης όψεως, δεν έχει αλλάξει πολύ από το 2017. Η ενέργεια παράγεται κυρίως σε κεντρικό επίπεδο. Αυτό σημαίνει ότι η ενέργεια παράγεται από μερικούς μεγάλους παίκτες σε μεγάλη κλίμακα, και πωλείται στους καταναλωτές. Μόνο ένα μικρό μέρος της παραγωγής ενέργειας είναι αποκεντρωμένο, αλλά δεν υπάρχει πραγματική πρόοδος στην αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας. Οι τεχνολογικές εξελίξεις είναι κυρίως αυξητικές. Από τεχνολογική άποψη, έχουν βελτιωθεί τα πράγματα και έχουν οδηγήσει σε αυξημένες επιδόσεις, αποτελεσματικότητα και εξοικονόμηση κόστους, αλλά η προηγούμενη περίοδος δεν χαρακτηρίζεται από ριζικές ανακαλύψεις. Η μεγάλης κλίμακας, κεντρικά παραγόμενη ενέργεια είναι ελκυστικότερη εξαιτίας της κλιμάκωσης και της βελτίωσης της κεντρικής αποθήκευσης ενέργειας όσον αφορά τις επιδόσεις (σταθερότητα) και το κόστος.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η αποκέντρωση και η αυτάρκεια εμφανίστηκαν ως μια τάση μεταξύ των ευρωπαϊκών καταναλωτών. Οι υπάρχουσες επιχειρήσεις της βιομηχανίας ενέργειας αναγνώρισαν αυτή την τάση. Με το φόβο ότι θα χάσουν το μερίδιο αγοράς τους, άρχισαν να ασκούν πιέσεις για την κεντρική παραγωγή ενέργειας και έκαναν συμβιβασμούς για να αλλάξουν τη θέση τους στη βιομηχανία. Ως αποτέλεσμα, η ενεργειακή τεχνολογία βελτιώθηκε βήμα-βήμα. Οι κυβερνήσεις εντός της ΕΕ άρχισαν να συμμετέχουν ενεργά στην αγορά ενέργειας. Έχουν προστατεύσει τις υπάρχουσες επιχειρήσεις της ενεργειακής βιομηχανίας, ως αντίδραση στην αυξανόμενη τάση για αποκέντρωση και αυτάρκεια. Ωστόσο, η μετάβαση προς την παραγωγή και τη χρήση της βιώσιμης ενέργειας έχει απομείνει στην ίδια ενεργειακή βιομηχανία. Δεδομένου ότι η τεχνολογία για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας έχει δείξει μια εξελικτική πορεία ανάπτυξης, το κόστος παραγωγής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει μειωθεί. Επειδή αυτό συνεπαγόταν ευκαιρίες εξοικονόμησης κόστους για τους κατεστημένους φορείς εκμετάλλευσης, το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αυξανόταν βραδεία.

Οι κεντρικοί φορείς εκμετάλλευσης της ενεργειακής βιομηχανίας έχουν κατασκευάσει ένα υβριδικό blockchain για να δημιουργήσουν ένα φραγμό

εισόδου για τους νεοεισερχόμενους. Αυτό το σύστημα blockchain αντικατέστησε τον ρόλο των πρώην διαχειριστών δεδομένων. Τα διοικητικά δεδομένα σχετικά με τις συνδέσεις του δικτύου και τα δεδομένα μέτρησης ρέουν τώρα απευθείας μεταξύ των μελών του blockchain. Επειδή το blockchain είναι αδειοδοτούμενο, δεν μπορεί να μπει ο καθένας στο δίκτυο αυτό, πρέπει πρώτα να ζητήσει άδεια. Αυτό δίνει στα μέλη του blockchain μεγάλη εξουσία λήψης αποφάσεων και έχει εξαφανίσει τους prosumers από το οικοσύστημα.

Η αντικατάσταση του κεντρικού διαχειριστή δεδομένων από ένα σύστημα blockchain δημιουργεί επίσης νέες ευκαιρίες για τους καταναλωτές. Επειδή τα διοικητικά δεδομένα ενημερώνονται εύκολα και διανέμονται αυτόματα στο δίκτυο, το blockchain επιτρέπει στα νοικοκυριά να αλλάζουν αυτόματα και άμεσα μεταξύ παρόχων ενέργειας, με βάση τις δικές τους προτιμήσεις. Κάθε νοικοκυριό έχει το δικό του ενεργειακό προφίλ, στο οποίο έχουν καθοριστεί οι προτιμήσεις του καταναλωτή. Για παράδειγμα, το νοικοκυριό X θέλει μόνο την πράσινη ενέργεια, σε τιμή μεταξύ € α και € β. Αυτές οι προτιμήσεις καταγράφονται σε έξυπνα συμβόλαια. Το σύστημα θα ταιριάζει τον καταναλωτή με έναν παραγωγό που καλύπτει καλύτερα τις προτιμήσεις του. Ως εκ τούτου, καθώς οι τιμές ενέργειας κυμαίνονται, το σύστημα θα αντιστοιχεί αυτόματα τον καταναλωτή με έναν άλλο παραγωγό, αν αυτός ταιριάζει καλύτερα με το προκαθορισμένο προφίλ του.

Η δουλειά των προμηθευτών ενέργειας έχει σε μεγάλο βαθμό, αυτοματοποιηθεί λόγω της χρήσης του δικτύου blockchain. Στο blockchain, τα δεδομένα των μετρήσεων από τους καταναλωτές και τους παραγωγούς ενέργειας συλλέγονται για να εξισορροπούν τη ζήτηση και την προσφορά. Ο Διαχειριστής Συστήματος Μεταφοράς είναι υπεύθυνος για την εθνική διαδικασία εξισορρόπησης ενώ ο Διαχειριστής Συστήματος Διανομής είναι υπεύθυνος για τη διαδικασία εξισορρόπησης στο περιφερειακό του δίκτυο.

Οι προηγούμενες εξελίξεις κατέστησαν πολύ σημαντικές τις έξυπνες μετρήσεις και τα δεδομένα μέτρησης, επειδή οι οικονομικές συναλλαγές στην ενεργειακή βιομηχανία και η διαδικασία εξισορρόπησης έχουν αυτοματοποιηθεί με τη χρήση τεχνολογίας blockchain. Ως αποτέλεσμα, οι πρώην ρόλοι του προμηθευτή ενέργειας, του διαχειριστή δεδομένων και του διαχειριστή της αγοράς έχουν αντικατασταθεί από ένα σύστημα blockchain.

Εν κατακλείδι, ο ενεργειακός κλάδος ελέγχεται από μια κοινοπραξία ενεργειακών εταιρειών. Η κοινοπραξία χρησιμοποιεί ένα αδειοδοτούμενο blockchain για να αφαιρέσει τους μεσάζοντες μεταξύ του παραγωγού ενέργειας και του καταναλωτή. Ως αποτέλεσμα, το εμπόριο ενέργειας, οι

οικονομικοί διακανονισμοί και η διαδικασία εξισορρόπησης έχουν αυτοματοποιηθεί και οι καταναλωτές αντιστοιχίζονται αυτόματα και συνεχώς με τον παραγωγό ενέργειας που ταιριάζει καλύτερα με τις προκαθορισμένες προτιμήσεις τους.

Σενάριο Δεύτερο

Στον πιθανό μελλοντικό κόσμο του δεύτερου σεναρίου, οι δύο υποθέσεις που προέκυψαν από το πλαίσιο των σεναρίων ήταν:

- Ριζικές τεχνολογικές εξελίξεις
- Κεντρική παραγωγή ενέργειας

Είναι το έτος 2028. Ζούμε σε έναν κόσμο ο οποίος, εκ πρώτης όψεως, δεν έχει αλλάξει πολύ από τη 2018. Η ενέργεια παράγεται κυρίως σε κεντρικό επίπεδο. Αυτό σημαίνει ότι η ενέργεια παράγεται σε μεγάλη κλίμακα και πωλείται στους καταναλωτές. Μόνο ένα μικρό μέρος της παραγωγής ενέργειας είναι αποκεντρωμένο, αλλά δεν υπήρξε πραγματική πρόοδος στην αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας. Από τεχνολογικής άποψης, πολλά έχουν αλλάξει. Οι ριζικές τεχνολογικές ανακαλύψεις έχουν αλλάξει τον κόσμο μας και έχουν κάνει τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πολλές φορές φθηνότερη. Ως εκ τούτου, ζούμε σε έναν κόσμο στον οποίο στηρίζουμε πλήρως την ανανεώσιμη ενέργεια. Οι τεχνολογικές εξελίξεις εκτός της ενεργειακής βιομηχανίας έχουν αποκτήσει μεγαλύτερη σημασία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα βιομηχανικό σύστημα στο οποίο η παραγωγή ενέργειας εξακολουθεί να είναι κεντρική, αλλά το εμπόριο ενέργειας έχει αποκεντρωθεί εντελώς.

Η γεωπολιτική αστάθεια ενθάρρυνε τη Δυτική Ευρώπη να γίνει αυτάρκης. Αυτό τόνωσε την αναζήτηση τεχνολογικών καινοτομιών στον τομέα της παραγωγής ενέργειας, της αποθήκευσης και των μεταφορών. Παραδείγματα αυτών των εξελίξεων είναι οι λύσεις αποθήκευσης ενέργειας μεγάλης κλίμακας και η μεταφορά ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις. Οι εξελίξεις αυτές έχουν ως κύριο αποτέλεσμα την αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που παράγονται από την κεντρική αγορά, καθώς οι νέες δυνατότητες μεταφοράς επιτρέπουν στη Δυτική Ευρώπη να τοποθετεί μεγάλα ηλιακά πάρκα σε τοποθεσίες με πολλές ώρες ηλιοφάνειας αλλά και μεγάλα αιολικά πάρκα σε περιοχές με πολύ άνεμο, ώστε να είναι κοντά στον τελικό προορισμό της παραγόμενης ενέργειας. Οι λύσεις αποθήκευσης ενέργειας μεγάλης κλίμακας επιτρέπουν στην αγορά χονδρικής πώλησης να παρέχει ευελιξία για την εξισορρόπηση του δικτύου κατά τη διάρκεια υψηλών ή χαμηλών επιπέδων κατανάλωσης. Επειδή η ενέργεια εξακολουθεί να παράγεται κυρίως σε κεντρικό επίπεδο, η υφιστάμενη ενεργειακή υποδομή εξακολουθεί να χρησιμοποιείται εντατικά για την παροχή ενέργειας στα ευρωπαϊκά νοικοκυριά.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση συμμετείχε ενεργά σε αυτή τη διαδικασία μετάβασης. Για παράδειγμα, έχει θεσπίσει μια οδηγία για τη χρήση τεχνολογίας blockchain με σκοπό την αύξηση της διαφάνειας. Αυτό είναι σημαντικό, μεταξύ άλλων για τον εντοπισμό της προέλευσης της ενέργειας. Ο κατακερματισμός της ιδιοκτησίας των μέσων παραγωγής και αποθήκευσης έχει επιτευχθεί πολιτικά. Οι ευρωπαίοι πολίτες μπορούν τώρα πιά να επενδύσουν σε ένα αιολικό πάρκο για παράδειγμα. Το blockchain χρησιμοποιείται για την καταγραφή συμφωνιών και αποδεικτικών ιδιοκτησίας, αλλά και για τον διακανονισμό των εσόδων καθώς η ιδιοκτησία είναι αποκεντρωμένη. Επειδή οι επενδύσεις σε αιολικά και ηλιακά «πάρκα» έχουν υψηλότερη απόδοση από τις αποταμιεύσεις σε τραπεζικούς λογαριασμούς, οι πολίτες έχουν αρχίσει να εκμεταλλεύονται αυτές τις ευκαιρίες.

Νέα συμβαλλόμενα μέρη έχουν εισέλθει στην ενεργειακή βιομηχανία με νέα προϊόντα και υπηρεσίες που χρησιμοποιούν τεχνολογία IoT, τεχνητή νοημοσύνη και blockchain. Για παράδειγμα, οι οικιακές συσκευές διαθέτουν απευθείας επικοινωνία με την ενεργειακή αγορά μέσω ενός συστήματος blockchain. Οι συσκευές μπορούν να προγραμματιστούν για να ενεργούν με συγκεκριμένους τρόπους χρησιμοποιώντας έξυπνα συμβόλαια. Για παράδειγμα, έχει γίνει δυνατό το να ρυθμίζουμε τις συσκευές μας για να βελτιστοποιήσουμε το ενεργειακό τους κόστος. Ως εκ τούτου, το εμπόριο ενέργειας είναι αποκεντρωμένο μέσω των «έξυπνων» συσκευών που αναφέραμε. Το πρόβλημα της ευελιξίας επιλύεται τώρα σε επίπεδο καταναλωτών, καθώς η διαχείριση της αποθήκευσης ενέργειας έχει γίνει δυναμική. Αυτό είναι ελκυστικό τόσο για τον καταναλωτή, όσο και για τον παραγωγό. Το blockchain μπορεί να θεωρηθεί πλέον ως η νέα πλατφόρμα συναλλαγών για την ενεργειακή βιομηχανία. Έχει αυτοματοποιήσει τους οικονομικούς διακανονισμούς και την ανταλλαγή μετρητικών δεδομένων, καλύπτοντας έτσι τις πρώην λειτουργίες του διαχειριστή αγοράς, του προμηθευτή ενέργειας και του διαχειριστή δεδομένων.

Ο συνδυασμός των δυνατοτήτων αποθήκευσης ενέργειας και η χρήση ενός blockchain ως πλατφόρμα αγοράς έχει επίσης ως αποτέλεσμα την εμφάνιση μιας νέας λειτουργίας, αυτή του διαμεσολαβητή αποθήκευσης. Ο διαμεσολαβητής αποθήκευσης πουλάει «αποθήκες» ενέργειας στους καταναλωτές. Για παράδειγμα, εάν η ενέργεια παράγεται φτηνά σε κάποια χρονική περίοδο, οι καταναλωτές μπορούν να αγοράσουν αυτή την ενέργεια και να την αποθηκεύσουν στην αποθήκη τους έναντι ενός μικρού χρηματικού κόστους ώστε να την καταναλώσουν σε μελλοντικούς χρόνους.

Συμπερασματικά, μολονότι η ενέργεια εξακολουθεί να παράγεται κεντρικά, η ιδιοκτησία της παραγωγής και του εμπορίου ενέργειας έχει αποκεντρωθεί έντονα λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων και των πολιτικών παρεμβάσεων.

Για την αύξηση της διαφάνειας στην ενεργειακή βιομηχανία χρησιμοποιείται ένα δίκτυο blockchain και επιτρέπει στις οικιακές συσκευές να δραστηριοποιούνται στην αγορά ενέργειας.

Σενάριο Τρίτο

Στον πιθανό μελλοντικό κόσμο του τρίτου σεναρίου, οι δύο υποθέσεις που προέκυψαν από το πλαίσιο των σεναρίων ήταν:

- Αύξηση των τεχνολογικών εξελίξεων
- Αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας

Είναι το έτος 2028. Ζούμε σε έναν κόσμο που μοιάζει πολύ διαφορετικός από το έτος 2018. Η παραγωγή ενέργειας έχει σχεδόν αποκεντρωθεί. Αυτό σημαίνει ότι κάθε νοικοκυριό, τουλάχιστον στις δυτικές χώρες της Ευρώπης, έχει την ικανότητα να παράγει δική του ενέργεια και να αγοράζει ενέργεια από μικρούς τοπικούς παραγωγούς ενέργειας. Οι τεχνολογικές εξελίξεις ήταν κυρίως αυξητικές. Η ενεργειακή τεχνολογία καθώς και άλλες τεχνολογίες έχουν βελτιωθεί, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των επιδόσεων, της αποδοτικότητας και την μείωση του κόστους, αλλά αυτή η περίοδος δεν χαρακτηρίζεται από ριζικές ανακαλύψεις. Οι εξελίξεις στις ενεργειακές τεχνολογίες μικρής κλίμακας για την παραγωγή και την αποθήκευση ενέργειας πληρούν την επιθυμία των καταναλωτών να είναι αυτόνομοι και οδήγησαν στην αποκέντρωση της παραγωγής ενέργειας. Οι αγορές έχουν γίνει τοπικές και η αγορά χονδρικής εξυπηρετεί μεγάλους βιομηχανικούς χρήστες. Οι καταναλωτές και οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις χρησιμοποιούν τη χονδρική αγορά μόνο σε περιόδους έλλειψης ενέργειας και για να μοιράζονται ενέργεια μεταξύ των τοπικών αγορών.

Για τον καταναλωτή είναι πιο επωφελές να πουλά την ενέργεια απευθείας σε κάποιον γείτονα παρά στους μεγάλους παρόχους. Επιπλέον, τα κεντρικά συστήματα των παρόχων έχουν γίνει πιο ευάλωτα τα τελευταία χρόνια λόγω επιθέσεων στον κυβερνοχώρο. Αυτά τα δύο γεγονότα ήταν οι κύριοι μοχλοί για περισσότερες πρωτοβουλίες από μεριάς των πολιτών και οδήγησαν στην αποκέντρωση της ενεργειακής βιομηχανίας, επειδή οι καταναλωτές έχασαν την εμπιστοσύνη τους στο κεντρικό ενεργειακό σύστημα.

Παράλληλα αναπτύχθηκε περαιτέρω η τεχνολογία blockchain. Έχει γίνει πιο φιλική προς το χρήστη, έχουν εξαλειφθεί τα περισσότερα από τα εμπόδια και, το σημαντικότερο γεγονός είναι πως το κόστος συναλλαγών έπεσε πάρα πολύ. Ως αποτέλεσμα, η τεχνολογία blockchain είναι εύκολα προσβάσιμη και πολλές εφαρμογές και υπηρεσίες αναπτύσσονται μέσω αυτής της τεχνολογίας. Οι κανονισμοί της ΕΕ τροποποιήθηκαν για να διευκολύνουν και να τονώσουν την ανταλλαγή ενέργειας. Πολλά τοπικά blockchains έχουν

δημιουργηθεί από τότε για σχεδόν κάθε οικισμό. Οι κανόνες της αγοράς για το τοπικό εμπόριο συλλέγονται και τροποποιούνται μέσω έξυπνων συμβολαίων, όπως και τα ενεργειακά χαρακτηριστικά κάθε καταναλωτή. Ως εκ τούτου, κατά πρώτο λόγο οι τοπικές αλυσίδες των blockchains χρησιμοποιούνται για να ελέγχουν αν οι καταναλωτές τηρούν τις δεσμεύσεις τους. Επιπλέον χρησιμοποιούνται για τους οικονομικούς διακανονισμούς και για να ελέγχουν εάν ένας παραγωγός παράγει τον ίδιο όγκο ενέργειας με τον όγκο που πωλεί στην αγορά και εάν ο όγκος αυτός παράγεται από την πηγή που ο παραγωγός δηλώνει ότι παράγει. Δεύτερον, χρησιμοποιούνται για την αυτοματοποίηση των συναλλαγών και την αποδέσμευση του καταναλωτή, ο καταναλωτής δεν εμπορεύεται πλέον φυσικά ενέργεια στην τοπική αγορά, αυτό γίνεται μέσω κανόνων που είναι αποτυπωμένοι και αυτοματιποιημένοι από κώδικα σε έξυπνα συμβόλαια.

Για μπορέσουν να γίνουν αυτόνομοι όλοι οι πολίτες, σχεδιάστηκαν και τέθηκαν σε εφαρμογή νέες υπηρεσίες. Οι οργανισμοί εξειδικεύτηκαν στην εγκατάσταση των τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας. Πωλούν ένα πλήρες πακέτο, δηλαδή, εγκαθιστούν ηλιακούς συλλέκτες, συστήματα φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, μικρές οικιακές μπαταρίες και διασφαλίζουν ότι ο καταναλωτής είναι έτοιμος να ανταλλάξει τα πλεονάσματα ενέργειας που διαθέτει αυτόματα, μέσω μίας πλατφόρμας blockchain.

Το εμπόριο ενέργειας από «γείτονα σε γείτονα» έχει οδηγήσει σε μικρότερη εξάρτηση από τα εθνικά ενεργειακά δίκτυα, με αποτέλεσμα οι άνθρωποι να χρησιμοποιούν μόνο τις κεντρικές εγκαταστάσεις παραγωγής όταν η δική τους παραγωγή ενέργειας δεν επαρκεί. Αυτό μείωσε τον ρόλο των ΔΣΜ στην αγορά λιανικής. Οι ΔΣΔ, από την άλλη πλευρά, διαδραματίζουν ακόμη, σημαντικό ρόλο σε αυτό το σενάριο. Παλαιότερα το κύριο μέλημα των ΔΣΔ ήταν το εθνικό δίκτυο που έπρεπε να παραμένει ισορροπημένο, τώρα πια τα τοπικά δίκτυα είναι αυτά που πρέπει να εξισορροπούν την προσφορά και ζήτηση ενέργειας, επειδή η ενέργεια παράγεται κυρίως τοπικά. Ως εκ τούτου, η εξισορρόπηση έχει μετατοπιστεί σε τοπικό επίπεδο.

Συμπερασματικά, με την άνοδο των πολλαπλών τοπικών αγορών ενέργειας, η παραγωγή και το εμπόριο ενέργειας έχουν αποκεντρωθεί. Οι τοπικές αγορές βασίζονται σε ένα blockchain δίκτυο και χρησιμοποιούν το περιφερειακό ενεργειακό δίκτυο του ΔΣΔ για τη μεταφορά τοπικά παραγόμενης ενέργειας. Οι κανόνες της αγοράς και τα προφίλ των καταναλωτών για το τοπικό εμπόριο έχουν καταγραφεί σε έξυπνα συμβόλαια, με σκοπό την αυτοματοποίηση των συναλλαγών, τη διευκόλυνση του καταναλωτή και τον έλεγχο της τήρησης των δεσμεύσεων τους. Τέλος δημιουργήθηκαν νέες υπηρεσίες για να βοηθήσουν τα νοικοκυριά να δραστηριοποιηθούν στις τοπικές αγορές ενέργειας.

Σενάριο Τέταρτο

Στον πιθανό μελλοντικό κόσμο του τέταρτου σεναρίου, οι δύο υποθέσεις που προέκυψαν από το πλαίσιο των σεναρίων ήταν:

- Ριζικές τεχνολογικές εξελίξεις
- Αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας

Είναι το έτος 2028. Πολλά έχουν αλλάξει από το έτος 2018. Η παραγωγή ενέργειας γίνεται όλο και περισσότερο αποκεντρωμένη. Οι ριζικές τεχνολογικές ανακαλύψεις αλλάζουν τον κόσμο μας και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πολλές φορές φθηνότερη από την ενέργεια των ορυκτών καυσίμων. Είμαστε στην αρχή μιας επανάστασης στον τομέα της ενέργειας. Συνηθίζαμε να βασιζόμαστε σε ένα σύστημα στο οποίο η ενέργεια εισερχόταν στο δίκτυο, το οποίο έπρεπε να είναι ισορροπημένο. Τώρα, αλλάζουμε προς ένα σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί την άφθονη ποσότητα ηλιακής και αιολικής ενέργειας για τη δημιουργία νέων συστημάτων στα οποία η ενέργεια μπορεί να παραχθεί σχεδόν χωρίς κόστος.

Την τελευταία δεκαετία, ο όγκος των κεντρικών μονάδων παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας μεγάλου μεγέθους έχει αυξηθεί πάρα πολύ, ώστε να είναι σε θέση να επιτύχει τους ενεργειακούς στόχους που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η απόδοση των εργοστασίων μεγάλης κλίμακας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει αυξηθεί με την πάροδο των ετών. Τόσο η κυβέρνηση, οι καταναλωτές, όσο και η βιομηχανία έχουν σταματήσει σε μεγάλο βαθμό να επενδύουν στην κεντρική παραγωγή ενέργειας λόγω αρκετών προβλημάτων και ατυχημάτων που προέκυψαν σε μεγάλες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής μέσα στο χρονικό διάστημα των δέκα προηγούμενων ετών. Ως αποτέλεσμα, η ζήτηση για αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας αυξήθηκε. Αυτό οδηγεί σε τεράστιες αυξήσεις της βελτιστοποίησης και της αποδοτικότητας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι εξελίξεις στην τεχνολογία αυτή ακολουθούν το νόμο του Moore, που έχει ως αποτέλεσμα πολύ φθηνή ηλιακή ενέργεια (Moore, 1993). Για τις τεχνολογίες αποθήκευσης βλέπουμε τις ίδιες εξελίξεις, δηλαδή, η απόδοση των μικρών οικιακών μπαταριών για την αποθήκευση ενέργειας έχει αυξηθεί σημαντικά. Σε ορισμένες περιοχές της Ευρώπης, αυτές οι εξελίξεις έχουν ήδη οδηγήσει σε άφθονη προσφορά ενέργειας.

Βλέπουμε ένα «κινητό» οικοσύστημα στο οποίο τα αυτοκίνητα, μεταξύ άλλων, μπορούν να παράγουν και να αποθηκεύουν ενέργεια όταν φθάνουν στον

προορισμό τους. Η κεντρική παραγωγή ενέργειας ως ρυθμιστικό στοιχείο καθίσταται περιττή. Οι εξελίξεις στον τομέα του IoT και της τεχνητής νοημοσύνης οδήγησαν στην εφαρμογή και τον συνδυασμό αυτών των τεχνολογιών στον τομέα της ενέργειας. Παραδείγματος χάριν, παρατηρούμε μια αύξηση στη χρήση ρομποτικής και μηχανών που μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και με ανθρώπους και να συμμετέχουν στις τοπικές ενεργειακές αγορές. Αυτό καθιστά τις καθιερωμένες εταιρείες ενέργειας λιγότερο ανταγωνιστικές.

Λόγω αυτών των γεγονότων, υπάρχει μια στροφή προς τα δίκτυα. Το blockchain αναπτύσσεται για να διευκολύνει αυτά τα δίκτυα και λειτουργεί ως αλυσίδα εφοδιασμού. Χρησιμοποιείται, επίσης, για να διευκολύνει τη ζήτηση και την προσφορά, να προστατεύει τα δεδομένα από κατάχρηση και να επιτρέπει στις μηχανές, τις συσκευές και τους ανθρώπους να επικοινωνούν μεταξύ τους. Αν η μπαταρία του σπιτιού είναι σχεδόν κενή για παράδειγμα, επικοινωνεί μέσω του blockchain και καλούνται άλλες συσκευές να παράγουν ενέργεια για να φορτίσουν την μπαταρία. Τα μεγάλα δεδομένα χρησιμοποιούνται για τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας του blockchain. Επειδή οι καταναλωτές εξαρτώνται όλο και περισσότερο από αυτά τα συστήματα blockchain, η διεπαφή του blockchain έχει βελτιωθεί ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο φιλική προς το χρήστη. Για τον καταναλωτή, το δίκτυο πίσω από το σύστημα είναι αόρατο. Σε μια αντίδραση σε αυτές τις εξελίξεις, οι υποδομές και οι κανονισμοί έχουν προσαρμοστεί ώστε να επιτρέπουν στους καταναλωτές να μετακινούνται ελεύθερα μεταξύ της εθνικής υποδομής δικτύου και των τοπικών ενεργειακών υποδομών.

Συμπερασματικά, βρισκόμαστε στην αρχή μιας επανάστασης στον τομέα της ενέργειας. Λόγω των τεράστιων τεχνολογικών εξελίξεων, το κόστος της ενέργειας πέφτει γρήγορα και αρχίζει να εμφανίζεται αφθονία. Οι έξυπνες συσκευές είναι όλο και περισσότερο ικανές να παράγουν, να αποθηκεύουν και να τροφοδοτούν με ενέργεια το δίκτυο. Ως αποτέλεσμα, βλέπουμε να προκύπτει ένα κινητό οικοσύστημα που το blockchain λειτουργεί ως «πυρήνας» για τη διευκόλυνση της ζήτησης και της προσφοράς ενέργειας, τη διευκόλυνση της επικοινωνίας και την προστασία των δεδομένων από την κατάχρηση.

Συμπεράσματα

Για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια, οι ρόλοι και οι λειτουργίες των οικοσυστημάτων αλλάζουν, που σημαίνει ότι αλλάζει και η συνολική δομή του κάθε οικοσυστήματος. Ως εκ τούτου, η διαμόρφωση του οικοσυστήματος αλλάζει για κάθε σενάριο. Αυτή η αλλαγή μπορεί εν μέρει να αποδοθεί στην εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain και εν μέρει στα γεγονότα που συμβαίνουν σε κάθε σενάριο. Κατά συνέπεια, υποστηρίζουμε ότι η τεχνολογία blockchain «διαταράζει» τους ρόλους και τις λειτουργίες του οικοσυστήματος, ωστόσο, δεν μπορούν να αποδοθούν αποκλειστικά στην εφαρμογή της, όλες οι αλλαγές στα οικοσυστήματα για τα τέσσερα σενάρια. Η δυναμική της τεχνολογίας blockchain έγκειται στην αντικατάσταση των ρόλων του κεντρικού διαχειριστή δεδομένων, του προμηθευτή ενέργειας και του διαχειριστή της αγοράς. Πρώτα απ' όλα, εάν χρησιμοποιείται blockchain για τη διανομή δεδομένων, αναλαμβάνοντας έτσι τον ρόλο του κεντρικού διαμεσολαβητή, είναι δυνατή η άμεση, διαφανής και συνεχής ανταλλαγή δεδομένων. Κατά συνέπεια, ο ρόλος του προμηθευτή ενέργειας καθίσταται αμφισβητήσιμος, διότι, κατ' αρχάς, εάν χρησιμοποιείται ένα blockchain για την ανταλλαγή δεδομένων, καθίσταται επίσης δυνατή η άμεση ανταλλαγή δεδομένων έξυπνων μετρητών μεταξύ του παραγωγού και του καταναλωτή. Δεν έχει σημασία αν ο παραγωγός ενέργειας είναι ένας μεγάλος κεντρικός παραγωγός ενέργειας, ή ένας prosumer στην υπόθεση αυτή. Εάν στη συνέχεια εφαρμοστούν έξυπνα συμβόλαια για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των νοικοκυριών και για την επίλυση του προβλήματος της ευελιξίας, το blockchain παίρνει αυτόματα το ρόλο του διαχειριστή της αγοράς. Ως αποτέλεσμα, η πυκνότητα του οικοσυστήματος γίνεται υψηλότερη, η κεντρική παραγωγή μειώνεται (εξ ου και το οικοσύστημα αποκεντρώνεται), υπάρχουν λιγότερα καρτέλ (εξαιτίας της αποκέντρωσης και της απομάκρυνσης των ενδιάμεσων) και η ποικιλία των ρόλων μέσα στο οικοσύστημα μειώνεται επίσης. Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η τεχνολογία blockchain μπορεί να εφαρμοστεί ως θεσμική τεχνολογία στο ενεργειακό οικοσύστημα, καθιστώντας το οικοσύστημα πιο ισχυρό, ευέλικτο, ασφαλές, αποτελεσματικό και ανταγωνιστικό.

9. Επίλογος – Συμπεράσματα

Για τη μελέτη αυτή επιλέγουμε να μην βλέπουμε την τεχνολογία blockchain από μια προοπτική που εστιάζει στην τεχνολογία. Αντίθετα, χρησιμοποιήσαμε μια νέα προοπτική θεσμικής οικονομίας και μελετήσαμε το blockchain ως θεσμική τεχνολογία, για να διερευνήσουμε την προοπτική της τεχνολογίας blockchain για την Ευρωπαϊκή ενεργειακή βιομηχανία. Η τεχνολογία blockchain θεωρείται θεσμική τεχνολογία, διότι έχει τη δυνατότητα να συντονίζει τους ανθρώπους, για παράδειγμα, με την πραγματοποίηση οικονομικών συναλλαγών, καθώς επιτρέπει νέους τύπους συμβάσεων και αγορών.

Με βάση τις θεωρητικές δυνατότητες της τεχνολογίας blockchain, διατυπώσαμε τέσσερα μελλοντικά σενάρια για να διερευνήσουμε την εξελικτική δύναμη του blockchain στην Ευρωπαϊκή ενεργειακή βιομηχανία.

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας αποκτήσαμε μια βαθύτερη κατανόηση τόσο του τομέα του blockchain, όσο και του τομέα της ενεργειακής βιομηχανίας μέσω μιας εμπειριστατωμένης βιβλιογραφικής μελέτης (κεφάλαια 5 και 6). Επιπλέον, αναλύσαμε τις τάσεις χρησιμοποιώντας πολλαπλά εργαλεία ανάλυσης για να δημιουργήσουμε ένα πλαίσιο για τα σενάρια μας (κεφάλαιο 8). Τέλος, εστίασαμε στην ανάπτυξη και επικύρωση και τις επιπτώσεις των σεναρίων (κεφάλαιο 8).

Για να δοθεί απάντηση στην κύρια ερευνητική ερώτησή μας, εντοπίστηκαν τέσσερις σημαντικές συνέπειες της εφαρμογής της τεχνολογίας blockchain ως θεσμικής τεχνολογίας για τη διαμόρφωση των οικοσυστημάτων της ευρωπαϊκής ενεργειακής βιομηχανίας. Πρώτα απ' όλα, σε καθένα από τα τέσσερα σενάρια, διαπιστώσαμε ότι η εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain επηρέασε τη διάρθρωση των οικοσυστημάτων της ευρωπαϊκής ενεργειακής βιομηχανίας.

Δεύτερον, σε καθένα από τα τέσσερα σενάρια, οι ίδιες λειτουργίες στο πλαίσιο του ενεργειακού οικοσυστήματος αλλάζουν ή αντικαθίστανται ως άμεσο αποτέλεσμα της εφαρμογής της τεχνολογίας blockchain. Οι λειτουργίες του προμηθευτή, του διαχειριστή δεδομένων και του διαχειριστή αγοράς αντικαθίστανται άμεσα από μια εφαρμογή που βασίζεται στην τεχνολογία blockchain.

Τρίτον, σε καθένα από τα τέσσερα σενάρια οι άλλοι ρόλοι και οι λειτουργίες αλλάζουν ή αντικαθίστανται ως έμμεσο αποτέλεσμα της εφαρμογής της τεχνολογίας blockchain. Ο αντίκτυπος στις λειτουργίες του ΔΣΜ, του παραγωγού και του prosumer είναι διαφορετικός ανά σενάριο. Οι λειτουργίες αυτές επηρεάζονται κυρίως λόγω των τεχνολογικών και πολιτικών εξελίξεων, οι οποίες διευκολύνονται από την τεχνολογία blockchain και τις εφαρμογές που βασίζονται σε αυτή.

Τέλος, για τη δομή του ενεργειακού οικοσυστήματος, είδαμε ότι σε κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια η κεντρική παραγωγή, ο αριθμός των «καρτέλ» και η ποικιλία των ρόλων στο οικοσύστημα μειώθηκαν. Ως εκ τούτου, η εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain οδηγεί στην αποκέντρωση και την απομάκρυνση των μεσαζόντων στο ενεργειακό οικοσύστημα. Με αποτέλεσμα, το ενεργειακό οικοσύστημα να γίνει πιο ισχυρό, ευέλικτο, ασφαλές και αποτελεσματικό.

Συμπερασματικά, υποστηρίζουμε ότι η βιομηχανία ενέργειας θα πρέπει να αναγνωρίσει το blockchain ως θεσμική τεχνολογία. Αναγνωρίζουμε το γεγονός ότι υπάρχει ακόμα πολύς δρόμος για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε το blockchain και να χρησιμοποιηθεί με τον τρόπο που παρουσιάσαμε σε αυτή τη μελέτη. Υπάρχουν ακόμα πολλές αβεβαιότητες και δυσκολίες που πρέπει να επιλυθούν. Ωστόσο, όταν εστιάζουμε στις δυνατότητες που θα μπορούσε να προσφέρει θεωρητικά το blockchain, υποστηρίζουμε ότι έχει τη δυνατότητα να διαταράξει το ενεργειακό οικοσύστημα. Σε όλα τα σενάρια, η διαμόρφωση του οικοσυστήματος για την ενεργειακή βιομηχανία άλλαξε εξαιτίας της εφαρμογής της τεχνολογίας blockchain. Σε όλα τα σενάρια, το ενεργειακό οικοσύστημα αποκεντρώθηκε σε κάποιο βαθμό. Ως εκ τούτου, υποστηρίζουμε ότι το blockchain δεν είναι μόνο μια τεχνολογία που μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της αποτελεσματικότητας. Αντ' αυτού, το blockchain είναι μια τεχνολογία με τη δυνατότητα να αλλάξει ολόκληρο το επιχειρηματικό οικοσύστημα της ενεργειακής βιομηχανίας. Ως αποτέλεσμα, το μέλλον πολλών λειτουργιών στο σημερινό ενεργειακό οικοσύστημα καθίσταται αμφισβητήσιμο.

Βιβλιογραφία

- Antonopoulos, A.M. (2015). Mastering Bitcoin. United States of America: O,Reilly Media Inc.
- Antonopoulos, A.M. (2017). Mastering Bitcoin (2 nd Edition). United States of America: O,Reilly Media Inc.
- Brooklyn Microgrid. (2018). Ανακτήθηκε από <https://www.brooklyn.energy/>
- Laurence, T. (2017). Blockchain. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin P2P e-cash paper. Ανακτήθηκε από <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Swan, M. (2015). Blockchain Blueprint for a new economy. United States of America: O,Reilly Media, Inc.
- Tapscott, D. & Tapscott, A. (2016). Blockchain Revolution. Great Britain: Clays Ltd, St Ives plc.
- European Commission. (2016). EU Reference Scenario - Energy, transport and GHG emissions - Trends to 2050” publication report. Ανακτήθηκε από <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union>
- Prof. P. Capros, Dr. L. Mantzos, N. Tasios, A. De Vita, N. Kouvaritakis . European Commission. (2010). EU energy trends to 2030. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010
- Centre for Energy-Environment Resources Development (CEERD). (2009). Analysis of the Energy Trends in The European Union and Asia to 2030.
- Pavle Jakovac. (2012). Electricity Directives and Evolution of the EU Internal Electricity Market, Faculty of Economics, University of Rijeka.
- Sabine Löbbe and André Hackbarth. (2017). The Transformation of the German Electricity Sector and the Emergence of New Business Models in Distributed Energy Systems, Reutlingen University, Reutlingen, Germany. (Chapter 15).
- Chenghua Zhang, Jianzhong Wu, Chao Long, Meng Cheng. (2016). Review of Existing Peer-to-Peer Energy Trading Projects. Cardiff University, Cardiff.
- Esther Mengelkamp, Johannes Gärttner, Kerstin Rock, Scott Kessler, Lawrence Orsini, Christof Weinhardt. (2017). Designing microgrid energy markets A case study: The Brooklyn Microgrid. Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Information Systems and Marketing, Fritz-Erler-Str. 23, 76133 Karlsruhe, Germany.

Daniel Burgwinkel et al.: “Blockchain technology Introduction for business and IT managers”, de Gruyter. (2016)

Dr. Arati Baliga. (2017). Understanding Blockchain Consensus Models. Ανακτήθηκε από www.persistent.com

James Basden and Michael Cottrell. (March 27, 2017). How Utilities Are Using Blockchain to Modernize the Grid. Harvard Business Review.

Christoph Burger, Andreas Kuhlmann, Philipp Richard, Jens Weinmann. (2016). Blockchain in the energy transition. A survey among decision-makers in the German energy industry. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) - German Energy Agency Energy Systems and Energy Services. Berlin.

Louise Hagström, Olivia Dahlquist. (2017). Scaling blockchain for the energy Sector. Examiner: Elísabet Andrésdóttir. Uppsala University.

Schwartz, P. (1991). The Art of the Long View: Paths to Strategic Insight for Yourself and Your Company. New York: Doubleday.

Porter, M. E. (1985). Competitive Advantage - Creating and Sustaining Superior Performance. New York: FreePress.

Muhammad Amer, Tugrul U. Daim, Antonie Jetter. (2013). A review of scenario planning. Futures.

Campbell, A. J., and Wilson, D. T. (1996). Managed Networks: Creating Strategic Advantage. Networks in Marketing.

Suarez, Fernando and Utterback, James. Patterns of Industrial Evolution, Dominant Designs, and Firms' Survival (1993). Research on Technological Innovation, Management and Policy, Vol. 5, 1993: 47-87.

Διαδικτυακές αναφορές

<https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/>

<https://spectrum.ieee.org/energywise/energy/the-smarter-grid/will-energy-offer-the-next-market-for-blockchain>

<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union>

<https://www.pwc.com/utilities>

<https://spectrum.ieee.org/>

<https://www.tennet.eu/our-key-tasks/security-of-supply/security-of-supply/>

<https://www.pwc.nl/en/publicaties/blockchain-an-opportunity-for-energy-producers-and-consumers.html>

<https://www.engerati.com/articles>

<https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/>

<https://medium.freecodecamp.org/explain-bitcoin-like-im-five-73b4257ac833>