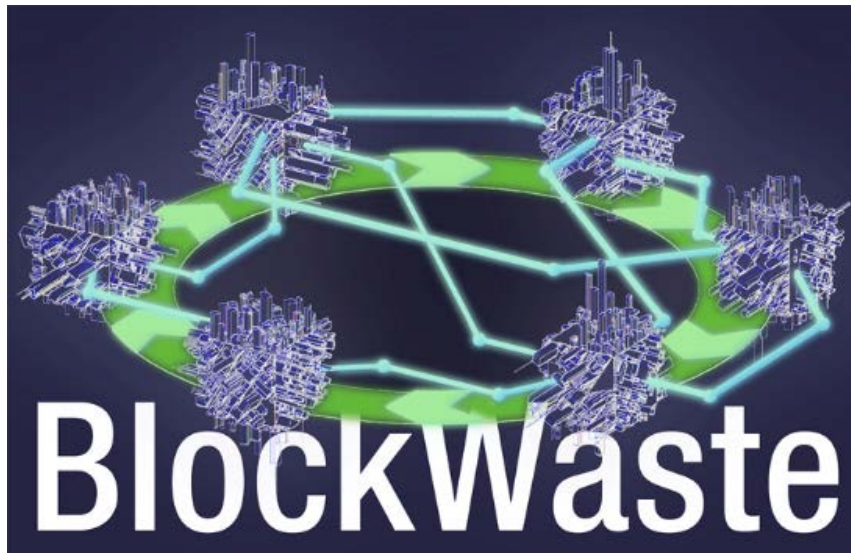


Ο1.Α3 Εγχειρίδια στρατηγικών κυκλικής οικονομίας που εφαρμόζονται στη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων με τη χρήση τεχνολογίας Blockchain

Εγχειρίδιο 3: Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων με βάση την τεχνολογία Blockchain



ΑΠΟΠΟΙΗΣΗ ΕΥΘΥΝΗΣ

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Ενημερωτικό δελτίο παραδοτέου:

Πρόγραμμα χρηματοδότησης	Πρόγραμμα Erasmus+ της Ευρωπαϊκής Ένωσης
Εθνική αρχή χρηματοδότησης	ΕΛ01 Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών Ελλάδος (ΙΚΥ)
Πλήρης τίτλος του έργου	Καινοτόμος εκπαίδευση βασισμένη στην τεχνολογία Blockchain που εφαρμόζεται στη διαχείριση αποβλήτων — BlockWaste
Πεδίο	ΚΑ2 — Συνεργασία για την καινοτομία και την ανταλλαγή ορθών πρακτικών ΚΑ203 — Στρατηγικές συμπράξεις για την τριτοβάθμια εκπαίδευση
Αριθμός έργου	2020-1-ΕΛ01-ΚΑ203-079154
Διάρκεια έργου	24 μήνες
Ημερομηνία έναρξης του έργου	01-10-2020
Ημερομηνία λήξης έργου:	30-09-2022

Λεπτομέρειες παραδοτέου:

Τίτλος Πνευματικού Προϊόντος: Εκπαιδευτικό υλικό για διεπιστημονική ΔΑΣΑ με Blockchain

Τίτλος Δραστηριότητας: Εγχειρίδια στρατηγικών κυκλικής οικονομίας που εφαρμόζονται στη Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων με χρήση τεχνολογίας Blockchain

Επικεφαλής Πνευματικού Προϊόντος: ΕΜΠ

Επικεφαλής Δραστηριότητας: Bielefeld UAS

Συγγραφείς (-είς): Rainer Lenz, rlenz@fh-bielefeld.de, Andreas Uphaus, auphaus@fh-bielefeld.de, Bernd Kleinheyer, bkleinheyer@fh-bielefeld.de, Leonie Holste, holste@fh-bielefeld.de, all from Bielefeld UAS, Germany

Christa Barkel, c.barkel@saxion.nl, Saxion UAS, Netherlands

Paraskevas Tsangaratos, ptsag@metal.ntua.gr, National Technical University of Athens, Greece

Αναθεωρήθηκε από: Αθανάσιος Μαυρίκος, mavrikos@metal.ntua.gr, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ελλάδα, Perry Smit, Saxion UAS, p.j.smit.01@saxion.nl, Netherlands

Έλεγχος εγγράφων

Έκδοση εγγράφου	Έκδοση	ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ
V0.1	31/03/2022	Τελική έκδοση — 29/04/2022

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Συνοπτική παρουσίαση	v
1 Εισαγωγή.....	1
1.1 Σύντομη περιγραφή του έργου	1
1.2 Στόχοι και μεθοδολογική προσέγγιση.....	2
2 Μετασχηματισμός της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας.....	3
2.1 Απαιτείται αλλαγή του ρόλου της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων.....	3
2.2 Διαχείριση δεδομένων αστικών αποβλήτων	6
2.2.1 Η κυκλική οικονομία απαιτεί κυκλικές πληροφορίες.....	6
2.2.2 Καμία αποκάλυψη πληροφοριών χωρίς ακεραιότητα και προστασία δεδομένων.....	7
2.2.3 Διαχείριση δεδομένων αστικών αποβλήτων	9
2.2.4 Το Blockchain διευκολύνει την ανταλλαγή δεδομένων στην κυκλική οικονομία	12
2.2.5 Το Blockchain υποστηρίζει την αυτοκυριαρχία της ταυτότητας και της ακεραιότητας των δεδομένων	14
2.3 Διαχειριστής Αστικών Αποβλήτων — αρχιτέκτονας επιλογής για τη λήψη αποφάσεων	15
2.3.1 Η κυκλική οικονομία χρειάζεται ένα έξυπνο σύστημα αποκεντρωμένων κινήτρων	15
2.3.2 Διαχειριστής Δημοτικών Αποβλήτων — ένας αρχιτέκτονας επιλογής για αλλαγή συμπεριφοράς.....	16
2.3.3 Blockchain επιτρέπει την παροχή κινήτρων με κουπόνια	18
2.3.4 Χρησιμοποιήστε το Blockchain για να εντοπίσετε και να παρακολουθήσετε τους κύκλους ζωής των προϊόντων	19
2.4 Μετατροπή της διαχείρισης αστικών αποβλήτων.....	20
2.4.1 Δημιουργία αξίας των ΔΑΣΑ στην κυκλική οικονομία	20
2.4.1 Αλλαγές στις λειτουργίες και τις διαδικασίες της διαχείρισης αστικών αποβλήτων	21
2.4.2 Αλλαγές στις λειτουργίες και τις διαδικασίες της διαχείρισης αστικών αποβλήτων	22
2.4.3 Εφαρμογή αλλαγών βήμα προς βήμα	24
2.4.4 Ενίσχυση της αυτοματοποίησης από IoT & Έξυπνα Συμβόλαια και Blockchain ..	25
2.5 Η διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων γίνεται μεσίτης εμπιστοσύνης.....	27
2.5.1 Ενίσχυση της αυτοματοποίησης από IoT & Έξυπνα Συμβόλαια και Blockchain ..	27
2.5.2 Η τεχνολογία Blockchain ως διευκολυντής της συνεργασίας P2P.....	29

3	Καθοδήγηση για την έναρξη διαδικασιών διαχείρισης αποβλήτων με βάση την τεχνολογία Blockchain.....	31
3.1	Στάδια ενός έργου Blockchain.....	31
3.2	Προσδιορισμός κατάλληλης διαδικασίας για τη μετατροπή Blockchain	32
3.3	Καταγραφή της αλυσίδας αποβλήτων με βασικούς δείκτες απόδοσης.....	33
3.4	Σχεδιασμός μιας διαδικασίας βασισμένης σε Blockchain	41
3.5	Ανάπτυξη μοντέλου διακυβέρνησης για εφαρμογές Blockchain	45
3.6	Πείθοντας την ανώτατη διοίκηση	48
4	Τελικές προτάσεις	52
5	Αναφορές και πηγές για περαιτέρω ανάγνωση	54

Λίστα Σχημάτων

Σχήμα 1: Εγχειρίδια BlockWaste (οι συγγραφείς)	2
Σχήμα 2: 9R-στρατηγικές της κυκλικής οικονομίας (Kirchherr et al. 2017, σ. 224).....	3
Σχήμα 3: Στρατηγικές κυκλικότητας και ο ρόλος των φορέων στην αλυσίδα παραγωγής (Πότισμα κ.ά.) 2017, σ. 16).....	4
Σχήμα 4: Επίπεδο αλλαγής — αλλαγή ρόλων ΔΑΣΑ — τεχνολογία Blockchain (οι συγγραφείς)	5
Σχήμα 5: ΔΑΣΑ ως πάροχος δεδομένων για το CE (οι συγγραφείς)	6
Σχήμα 6: Η κυκλική οικονομία απαιτεί κυκλική ροή πληροφοριών (οι συγγραφείς)	7
Σχήμα 7: Λύσεις IoT που πρέπει να ενσωματωθούν σε απορριμματοφόρα (Berg και Sebestyén 2020, σ. 22).....	9
Σχήμα 8: Εργαλεία ανάλυσης αποβλήτων (οι συγγραφείς)	11
Σχήμα 9: Blockchain με βάση τη ροή πληροφοριών (οι συγγραφείς)	13
Σχήμα 10: ΔΑΣΑ ως αρχιτέκτονας επιλογής για τη λήψη αποφάσεων (οι συγγραφείς)	15
Σχήμα 11: Pay-and-Receive-as-you-throw μοντέλο (οι συγγραφείς)	18
Σχήμα 12: Μετασχηματισμός της Διαχείρισης Δημοτικών Αποβλήτων (οι συγγραφείς)	20
Σχήμα 13: Μετασχηματισμός της Διαχείρισης Δημοτικών Αποβλήτων (οι συγγραφείς)	23
Σχήμα 14: Οικοσύστημα μαζικών δεδομένων και διαδικτύου των πραγμάτων (Lenz 2019a).....	26
Σχήμα 15: Η Διαχείριση Δημοτικών Αποβλήτων γίνεται μεσίτης εμπιστοσύνης (οι συγγραφείς)	27
Σχήμα 16: Στάδια ενός έργου Blockchain (οι συγγραφείς).....	31
Σχήμα 17: Χρειάζεστε Blockchain; (Wüst και Gervais 2018, σ. 3).....	33
Σχήμα 18: Στόχοι της Πυραμίδας Αποβλήτων (οι συγγραφείς που βασίζονται στην ιεράρχηση των αποβλήτων της ΕΕ βλ. άρθρο 4 της οδηγίας-πλαίσιου της ΕΕ για τα απόβλητα)	34
Σχήμα 19: Ανάπτυξη ειδικών ανά ενδιαφερόμενα μέρη ΒΔΑ σε μια συνεργατική διαδικασία (οι συντάκτες).....	36
Σχήμα 20: Ομάδες ενδιαφερομένων που συμμετέχουν στη διαδικασία των αποβλήτων (οι συντάκτες)	37
Σχήμα 21: Σχεδιασμός μιας διαδικασίας διαχείρισης αποβλήτων με βάση την αλυσίδα Blockchain.....	43
Σχήμα 22: Δομή μπλοκ της διαδικασίας διαχείρισης αποβλήτων με βάση την αλυσίδα Blockchain (οι συγγραφείς).....	44
Σχήμα 23: Θετική απόδοση της επένδυσης για κάθε ενδιαφερόμενο; (Lenz 2019)	49

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1: Καθορισμός των ειδικών στόχων των ενδιαφερομένων μερών (οι συντάκτες) ..	38
Πίνακας 2: ΒΔΑ ανά ενδιαφερόμενα μέρη (οι συντάκτες)	40

Κατάλογος συντομογραφιών

Συντομογραφία	Ορισμός
ΔΑΣΑ	Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων

IoT	Internet of Things
PAYT	Pay As You Throw
P2P	Peer to Peer
P2M	Peer to Machine
M2M	Machine to Machine
ΒΔΑ	Βασικοί Δείκτες Απόδοσης

Συνοπτική παρουσίαση

Η χρήση της τεχνολογίας Blockchain για τη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων προσφέρει πλεονεκτήματα εάν είναι ενσωματωμένη σε ένα ψηφιακό οικοσύστημα που εξυπηρετεί την ευρύτερη κυκλική οικονομία. Καθώς η υπόθεση της ψηφιοποίησης είναι υπόθεση πληροφοριών, παραγωγής και κυκλοφορίας δεδομένων, πρέπει να αντιμετωπιστεί το ζήτημα της συντήρησης, της πρόσβασης και του ελέγχου όσον αφορά τα αποθετήρια δεδομένων αποβλήτων. Η πραγματική, μέχρι στιγμής κυρίως γραμμική και φυσική οικονομία αποβλήτων (συλλογή ουσιών, ανακύκλωση, αποτέφρωση, διάθεση κ.λπ.) εξελίσσεται προς τη διαχείριση κυκλικών ρευμάτων. Αυτή η τάση μπορεί να υποστηριχθεί ισχυρά από μια εικονική οικονομία αποβλήτων που παράγει, παρέχει και εμπορεύεται πληροφορίες που αντικατοπτρίζουν την κίνηση των ουσιών στην "αλυσίδα" (ο όρος "σφαίρα" θα ήταν πιο κατάλληλος) των αποβλήτων. Η διαδικασία αυτή θα εξαρτηθεί, στο μέλλον, από τον τρόπο διαχείρισης και διαμοιρασμού των ροών δεδομένων. Αυτό θα διασφαλιστεί από τους δημοτικούς οργανισμούς διαχείρισης αποβλήτων. Αυτοί θα πρέπει να ικανοποιήσουν ένα σύνθετο σύνολο αναγκών:

- Να επιτρέπουν τη δημιουργία αξίας από τις ροές ουσιών
- Να επιτρέπουν την πολλαπλή, διαφανή και αξιόπιστη πρόσβαση των ενδιαφερομένων σε ροές ουσιών και, συνεπώς, σε δεδομένα πόρων
- Σχεδιασμός των ροών πληροφοριών και δεδομένων σχετικά με τις ουσίες των πόρων
- Τόνωση του εμπορίου και των συναλλαγών αξίας που προέρχεται από τους κυκλοφορούντες πόρους

Η τεχνολογία Blockchain μπορεί να αποτελέσει βασικό εργαλείο που επιτρέπει στους δημοτικούς οργανισμούς διαχείρισης αποβλήτων να επιτελέσουν αυτόν τον ρόλο με διαφανή, αποτελεσματικό και αξιόπιστο τρόπο, καθώς η τεχνολογία Blockchain επιτρέπει την ελεύθερη πρόσβαση, τον έλεγχο της ανταλλαγής δεδομένων, την ακεραιότητα των δεδομένων, τη διαφανή συναλλαγή και την πλήρη παρακολούθηση των ροών των πόρων.

Μπορεί να αποτελέσουν βασικό παράγοντα για να καταστεί η εμπιστοσύνη ο κύριος καταλύτης της κυκλικής διαχείρισης αποβλήτων, γεγονός που καθιστά και πάλι τους δημοτικούς οργανισμούς διαχείρισης αποβλήτων τον μεσίτη εμπιστοσύνης μιας οικονομίας αποβλήτων.

Οι σημερινές τεχνικές συσκευές στις οποίες βασίζεται η τεχνολογία Blockchain είναι έξυπνα συμβόλαια, μάρκες, κλειδιά πρόσβασης και αποκεντρωμένοι κόμβοι δικτύου που καταγράφουν συναλλαγές και ψηφιακά γεγονότα.

Η ταχέως αναδυόμενη χρήση των τεχνολογιών IoT (Internet of Things) παράγει μεγάλο όγκο δεδομένων που μπορούν, αν αναλυθούν κατάλληλα, να συμβάλουν στη δημιουργία υψηλής αξίας για τους ενδιαφερόμενους φορείς της κυκλικής διαχείρισης αποβλήτων. Καθώς τα δεδομένα αυτά μπορούν να διαμοιραστούν μέσω της τεχνολογίας Blockchain που τα καθιστούν διαθέσιμα για την επεξεργασία ουσιών, τη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού, το μάρκετινγκ υπηρεσιών, την επικοινωνία με τους πελάτες και άλλους σκοπούς, η τεχνολογία Blockchain μπορεί να λειτουργήσει ως κόμβος δεδομένων που τροφοδοτεί ένα πλήθος διαδικασιών IoT που υποστηρίζουν την προμήθεια, την κατασκευή, τη διανομή και την ανάκτηση φυσικών αξιών.

Οι δημοτικοί οργανισμοί διαχείρισης αποβλήτων θα δουν έτσι τους ρόλους και τη λειτουργία τους να αλλάζουν ριζικά από παράγοντες συλλογής-διαλογής-επεξεργασίας-διάθεσης σε παραγωγούς και διανομείς δεδομένων. Αυτός ο μετασχηματισμός θα απαιτήσει νέες δηλώσεις αποστολής, νέα διακυβέρνηση και νέα οργανωτικά μοντέλα, τα οποία θα αναγκάσουν τους δημοτικούς οργανισμούς διαχείρισης αποβλήτων να αποκτήσουν νέες δεξιότητες, νοοτροπίες και οργανωτικές κουλτούρες.

Εδώ προτείνεται ένα μονοπάτι ψηφιακού μετασχηματισμού που περιλαμβάνει τεχνολογία Blockchain. Για λόγους παραδειγματισμού, επικεντρώνεται σε μια ενιαία διαδικασία που ξεκινά με τον εντοπισμό και τη χαρτογράφηση των υφιστάμενων διαδικασιών και οδηγεί σε μια πιλοτική δοκιμή μετά από μια σειρά βημάτων που περιλαμβάνουν δέντρα λήψης αποφάσεων. Ένα πλαίσιο βασικών δεικτών απόδοσης που επιτρέπει τη διαχείριση κυκλικών διαδικασιών αποβλήτων υποστηριζόμενων από τεχνολογία Blockchain παρέχει βοήθεια για τη μετάβαση από το πιλοτικό στο στάδιο της εφαρμογής.

1 Εισαγωγή

1.1 Σύντομη περιγραφή του έργου

Το παρόν Εγχειρίδιο για τη «Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων με βάση την τεχνολογία Blockchain» γράφτηκε στο πλαίσιο του έργου BlockWaste, το οποίο είναι ένα χρηματοδοτούμενο από την ΕΕ έργο Erasmus+, το οποίο διαχειρίζεται κοινοπραξία πέντε εταιρών από την Εσθονία, τη Γερμανία, την Ελλάδα, την Ολλανδία και την Ισπανία — για λεπτομέρειες, βλ. τα λογότυπα στη σελίδα τίτλου.

Το έργο BlockWaste στοχεύει στην αντιμετώπιση της διαλειτουργικότητας μεταξύ της διαχείρισης αποβλήτων και της τεχνολογίας Blockchain και στην προώθηση της ορθής επεξεργασίας τους μέσω της εκπαιδευτικής κατάρτισης, έτσι ώστε τα δεδομένα που συλλέγονται να ανταλλάσσονται σε ένα ασφαλές περιβάλλον, δηλαδή σε ένα χώρο βεβαιότητας και εμπιστοσύνης μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μερών.

Για το σκοπό αυτό, οι στόχοι του έργου BlockWaste είναι οι εξής:

- Διεξαγωγή έρευνας σχετικά με τα στερεά απόβλητα που παράγονται στις πόλεις και τον τρόπο διαχείρισής τους, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία μιας βάσης πληροφοριών για τις ορθές πρακτικές που επιτρέπουν στις μονάδες διαχείρισης αποβλήτων να επανεισάγουν τα απόβλητα στην αλυσίδα αξίας, προωθώντας την ιδέα των Ευφυών Κυκλικών Πόλεων.
- Τον προσδιορισμό των οφελών της τεχνολογίας Blockchain στο πλαίσιο της διαδικασίας διαχείρισης αστικών αποβλήτων (ΔΑΣΑ).
- Να δημιουργήσει ένα σχέδιο εκπαίδευσης που θα επιτρέπει την κατάρτιση των εκπαιδευτικών και των επαγγελματιών των οργανισμών και των επιχειρήσεων του τομέα στην αλληλεπικάλυψη των τομέων της διαχείρισης αποβλήτων, της κυκλικής οικονομίας και της τεχνολογίας Blockchain.
- Ανάπτυξη ενός διαδραστικού εργαλείου βασισμένου στην τεχνολογία Blockchain, το οποίο θα καταστήσει δυνατή την πρακτική εφαρμογή της διαχείρισης των δεδομένων που λαμβάνονται από τα αστικά απόβλητα, απεικονίζοντας έτσι τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζονται τα δεδομένα στο Blockchain και επιτρέποντας στους χρήστες να αξιολογούν διάφορες μορφές διαχείρισης.

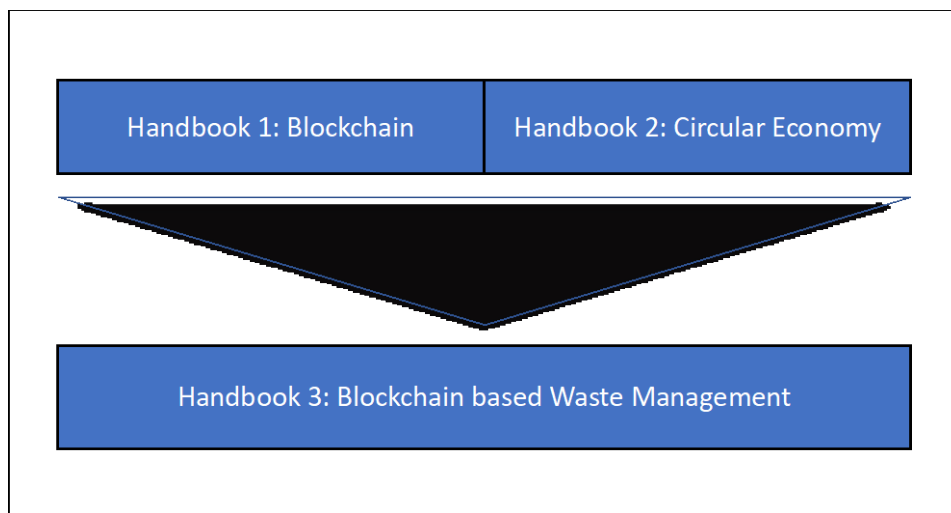
Το παρόν εγχειρίδιο διαχείρισης αστικών αποβλήτων με βάση την τεχνολογία Blockchain βασίζεται στην ανάλυση των προηγούμενων συγκριτικών μελετών που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του έργου BlockWaste:

- Συγκριτική μελέτη των κανονισμών διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων (MSW) σε κάθε χώρα, <https://blockwasteproject.eu/wp-content/uploads/2021/12/O1.A1.-Comparative-study-of-Municipal-Solid-Waste.pdf>
- Κατάσταση της ψηφιοποίησης στην ευρωπαϊκή διαχείριση αστικών αποβλήτων, συγκριτική μελέτη — πέντε κράτη μέλη της ΕΕ, Εσθονία, Γερμανία, Ελλάδα, Ολλανδία και Ισπανία, <https://blockwasteproject.eu/wp-content/uploads/2021/10/O1.A2.1-Comparative-State-of-Digitalization-in-Municipal-Waste-Management.pdf>
- Εφαρμογές Blockchain για τη Διαχείριση Αποβλήτων, Ανάλυση περιπτώσεων χρήσης Blockchain στη διαχείριση αποβλήτων, <https://blockwasteproject.eu/wp-content/uploads/2021/10/O1.A2.2-Blockchain-Applications-for-Waste-Management.pdf>

Για περισσότερες πληροφορίες, επισκεφθείτε την ιστοσελίδα του έργου BlockWaste <https://blockwasteproject.eu>

1.2 Στόχοι και μεθοδολογική προσέγγιση

Στόχος του παρόντος Εγχειριδίου 3 «Διαχείριση αποβλήτων με βάση την τεχνολογία Blockchain» είναι να καθοδηγήσει τους επαγγελματίες στον τομέα της διαχείρισης αποβλήτων σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να εφαρμόσουν την τεχνολογία IoT και Blockchain ως στρατηγικές της κυκλικής οικονομίας. Ως εκ τούτου, απευθύνεται σε επαγγελματίες που γνωρίζουν τα πλεονεκτήματα της χρήσης της τεχνολογίας Blockchain και έχουν επαρκή γνώση για την κυκλική οικονομία και τους στόχους της. Για τους αναγνώστες με λιγότερες γνώσεις σε έναν από τους προαναφερθέντες τομείς, σας συνιστούμε να διαβάσετε είτε το Εγχειρίδιο 1 (Blockchain) είτε το Εγχειρίδιο 2 (Κυκλική Οικονομία). Τα Εγχειρίδια 1 και 2 πρέπει να νοούνται ως μια σύντομη σύνοψη και να παρέχουν μια επισκόπηση του βασικού περιεχομένου (Σχ.1).



Σχήμα 1: Εγχειρίδια BlockWaste (οι συγγραφείς)

Η δομή του εγχειριδίου ακολουθεί μια επαγωγική λογική παρουσιάζοντας, στο πρώτο μέρος, τον μεταβαλλόμενο ρόλο της διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων στη μετατροπή από το τρέχον γραμμικό οικονομικό σύστημα στην κυκλική οικονομία. Η έμφαση δίνεται πάντα στη χρήση της τεχνολογίας Blockchain, η οποία μπορεί να συμβάλει σημαντικά στον μετασχηματισμό της διαχείρισης αστικών αποβλήτων. Τα τρία θέματα, η κυκλική οικονομία, ο μετασχηματισμός της διαχείρισης αστικών αποβλήτων και η χρήση της τεχνολογίας Blockchain, είναι αλληλένδετα και παρουσιάζονται τρόποι με τους οποίους η τεχνολογία Blockchain μπορεί να διευκολύνει την αλλαγή ρόλου των διαχειριστών αστικών αποβλήτων σε διάφορες πτυχές. Το δεύτερο μέρος του εγχειριδίου περιέχει σαφή καθοδήγηση για τους διαχειριστές αποβλήτων σχετικά με τον τρόπο εφαρμογής της τεχνολογίας Blockchain και τη μετατροπή των υφιστάμενων διαδικασιών σε διαδικασίες που βασίζονται στο Blockchain. Το παρόν μέρος παρέχει καθοδήγηση για τη βέλτιστη χρήση των τεχνολογιών Blockchain και έξυπνων συμβολαίων στον τομέα των αποβλήτων και παρέχει ένα συνεκτικό σχέδιο για την υλοποίηση και την εφαρμογή αυτών των καινοτόμων τεχνολογιών σε δημοτικούς και τοπικούς εταιρικούς οργανισμούς.

2 Μετασχηματισμός της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας

2.1 Απαιτείται αλλαγή του ρόλου της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων

Ο παραδοσιακός ρόλος της διαχείρισης αστικών αποβλήτων είναι, από τότε που οι ευρωπαϊκές πόλεις διεύρυναν τις υπηρεσίες τους προς τους πολίτες στα τέλη του Μεσαίωνα, η συλλογή και η διάθεση των αποβλήτων. Κατά τη λειτουργία της, η Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΔΑΣΑ) βασίστηκε σε βασικές, κυρίως χειρωνακτικές (ακόμη και αυτοματοποιημένες) δεξιότητες που επιτρέπουν τον χειρισμό, την επεξεργασία και τη διάθεση των αποβλήτων. Η λήψη αποφάσεων έχει επικεντρωθεί κυρίως στο «Τι πηγαίνει πού» και «Πώς μπορούμε να το φτάσουμε εκεί».

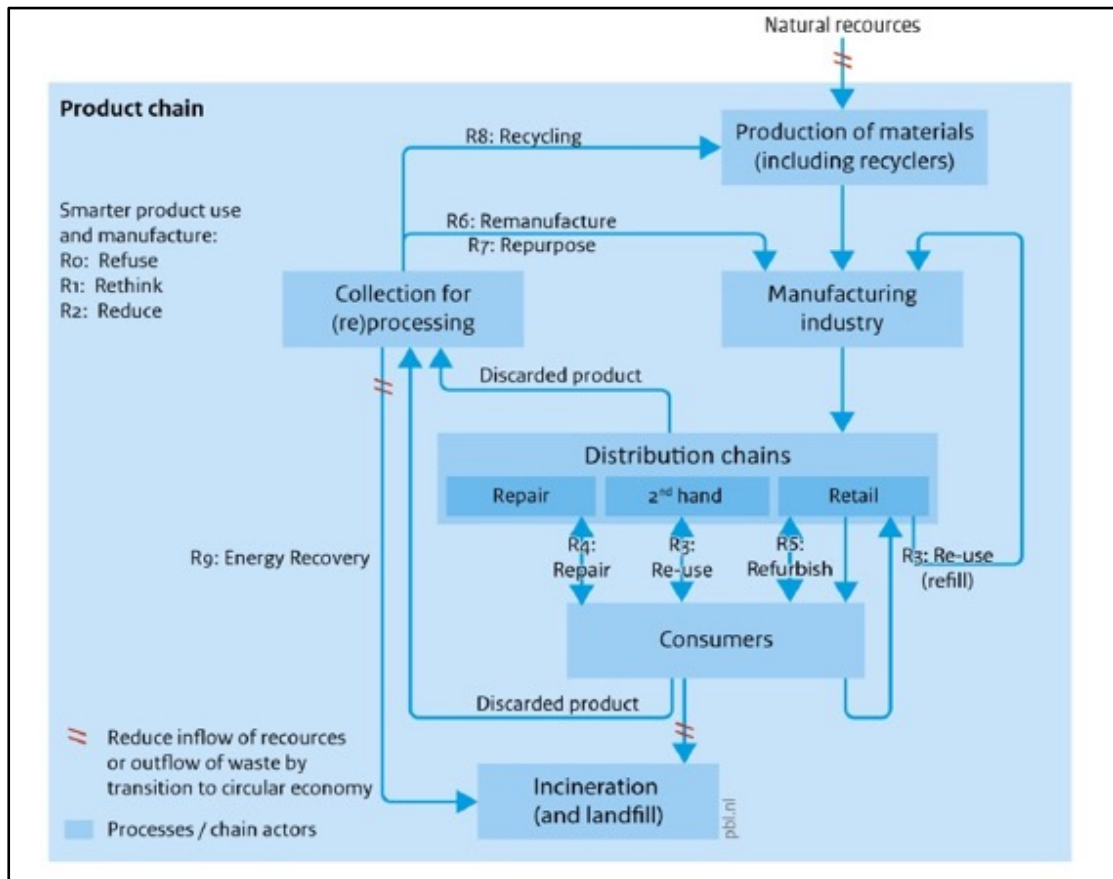
Με την πάροδο του χρόνου, αυτή η «γραμμική» διαδικασία έχει εξελιχθεί σε μια μακρά αλυσίδα, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας δεν είναι «ορατό» «παραγωγούς» των αποβλήτων. Η αναδυόμενη κυκλική οικονομία διασπά και αναδιαμορφώνει αυτή την αλυσίδα σε έναν πολύπλοκο κύκλο ροών υλικών, δεδομένων και παρεμβάσεων των ενδιαφερόμενων μερών που υπόσχεται να συνδυάσει υγειονομικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Οι Kirchherr, Reike και Hekkert (2017) διενήργησαν μετα-μελέτη σχετικά με 114 ορισμούς της κυκλικής οικονομίας με στόχο τη δημιουργία διαφάνειας όσον αφορά την τρέχουσα κατανόηση της έννοιας της κυκλικής οικονομίας. Προσάρμοσαν την έννοια της 9R-στρατηγικής από τους Potting, Hekkert, Worrell και Hanemaaijer (2017) και τις απεικονίζουν στον ακόλουθο πίνακα (Σχ. 2):

Circular economy		Strategies	
Increasing circularity	Smarter product use and manufacture	R0 Refuse	Make product redundant by abandoning its function or by offering the same function with a radically different product
		R1 Rethink	Make product use more intensive (e.g. by sharing product)
		R2 Reduce	Increase efficiency in product manufacture or use by consuming fewer natural resources and materials
	Extend lifespan of product and its parts	R3 Reuse	Reuse by another consumer of discarded product which is still in good condition and fulfils its original function
		R4 Repair	Repair and maintenance of defective product so it can be used with its original function
		R5 Refurbish	Restore an old product and bring it up to date
		R6 Remanufacture	Use parts of discarded product in a new product with the same function
	Useful application of materials	R7 Repurpose	Use discarded product or its parts in a new product with a different function
		R8 Recycle	Process materials to obtain the same (high grade) or lower (low grade) quality
R9 Recover		Incineration of material with energy recovery	
Linear economy			

Σχήμα 2: 9R-στρατηγικές της κυκλικής οικονομίας (Kirchherr et al. 2017, σ. 224)

Σύμφωνα με τους Potting et al. (2017) οι στρατηγικές 9R μπορούν να απεικονιστούν σε ένα διάγραμμα που τεκμηριώνει τη συνεργασία των διαφόρων ενδιαφερόμενων μερών που απαιτούνται στην αλυσίδα αξίας. Εδώ γίνεται σαφές για άλλη μια φορά πόσο διαφέρει η κυκλική οικονομία από το προηγούμενο γραμμικό οικονομικό μοντέλο των αλυσίδων

εφοδιασμού και πώς αυξάνεται η πολυπλοκότητα των ροών υλικών λόγω της πληθώρας των συνδέσεων μεταξύ των παραγόντων (Σχ. 3).

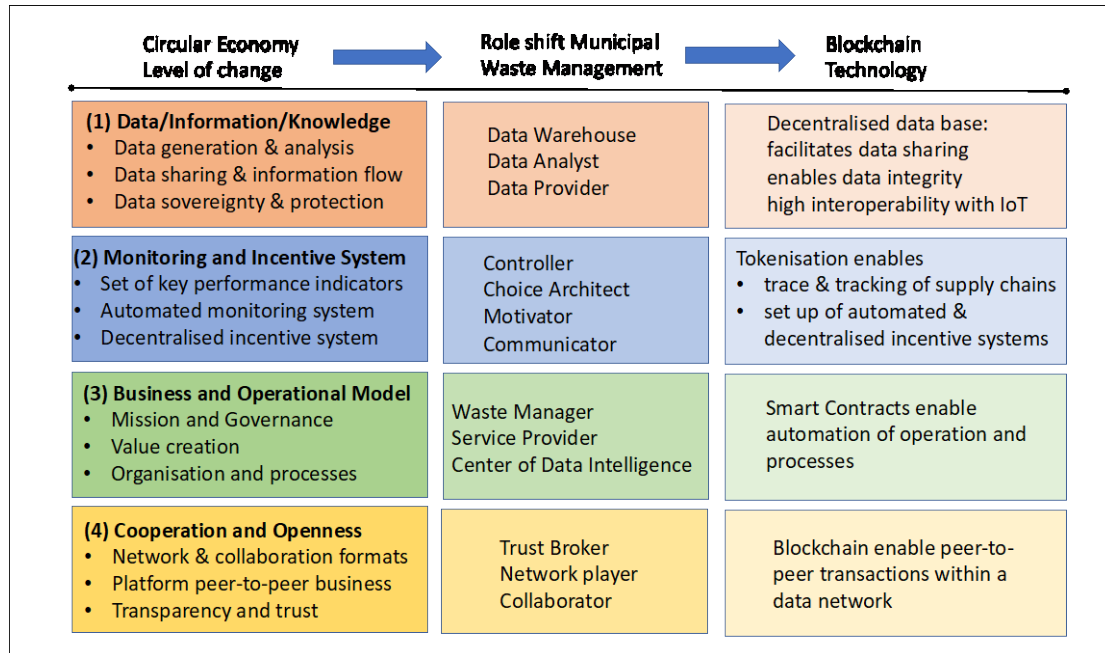


Σχήμα 3: Στρατηγικές κυκλικότητας και ο ρόλος των φορέων στην αλυσίδα παραγωγής (Potting et al, 2017, σ. 16)

Αυτή η εξέλιξη έχει εδώ και καιρό προαναγγελθεί από βρόχους ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης που είχαν ενσωματωθεί σε γραμμικές αλυσίδες αποβλήτων. Στον νέο κόσμο των αποβλήτων, αυτοί οι «βρόχοι» και ιδίως η διαχείρισή τους δε θα είναι πλέον μία από τις πολλές, αλλά θα αποτελέσουν την κύρια δραστηριότητα των οργανισμών διαχείρισης αστικών αποβλήτων.

Υπό συνθήκες κυκλικής οικονομίας, το επίκεντρο των οργανισμών διαχείρισης αποβλήτων δεν είναι πλέον η διάθεση, αλλά η διαχείριση κύκλων, η μοντελοποίηση, ο έλεγχος και η δημιουργία αξίας. Η διαχείριση των αστικών αποβλήτων βρίσκεται στο επίκεντρο της κυκλικής οικονομίας, καθώς συλλέγει τις ροές αποβλήτων που παράγονται από τους πολίτες και τις τοπικές επιχειρήσεις. Αυτές οι ροές αποβλήτων πρέπει να μειωθούν σημαντικά, να ανακατευθύνονται και να υποβάλλονται σε επεξεργασία στο μέλλον μέσω της πρόληψης, της επαναχρησιμοποίησης, της επισκευής και της ανακύκλωσης. Ο ρόλος της διαχείρισης αστικών αποβλήτων είναι να αποφασίζει εάν ένα προϊόν ή μια ουσία πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθεί, να επισκευαστεί, να ανακυκλωθεί στο σύνολό του, να αποσυναρμολογηθεί στα συστατικά του προκειμένου να ανακυκλωθούν πολύτιμοι πόροι ή να μεταποιηθούν σε πρώτες ύλες. Οι υπηρεσίες αστικών αποβλήτων συνεχίζουν να συλλέγουν τα απόβλητα, αλλά θα ενεργούν επίσης και κυρίως ως διανομείς πρώτων υλών και πολύτιμων αντικειμένων σε συμμετέχοντες στην αγορά για δευτερογενή χρήση, για δευτερογενή ανακύκλωση, για επισκευή. Αυτός ο ρόλος του κόμβου διανομής που απαιτεί

στενή αλληλεπίδραση με τους παρόχους υπηρεσιών, τους κατασκευαστές προϊόντων, τους παραγωγούς ανταλλακτικών και τους παραγωγούς ενέργειας απεικονίζεται στο Σχήμα 3. Όλοι οι κύκλοι επαναχρησιμοποίησης, ανάκτησης και ανακύκλωσης περνούν από τους οργανισμούς διαχείρισης αστικών αποβλήτων ως συλλέκτες αποβλήτων που αποτελούν πύλη εισόδου στις αλυσίδες αξίας που αναδύονται στην κυκλική οικονομία. Η επιτυχία του μετασχηματισμού μιας γραμμικής σε μια κυκλική οικονομία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την απόδοση της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων.



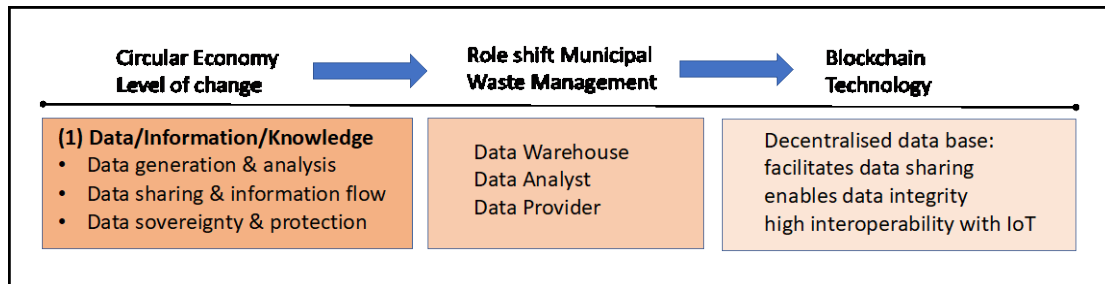
Σχήμα 4: Επίπεδο αλλαγής — αλλαγή ρόλων ΔΑΣΑ — τεχνολογία Blockchain (οι συγγραφείς)

Ο μετασχηματισμός σε μια κυκλική οικονομία ανατρέπει το τρέχον γραμμικό οικονομικό μοντέλο. Αυτή η αλλαγή του συστήματος απαιτεί θεμελιώδεις αλλαγές σε διαφορετικά επίπεδα της οικονομίας, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4. Για παράδειγμα, στο επίπεδο (1), η ανταλλαγή δεδομένων, δηλαδή η ροή πληροφοριών και οι γνώσεις σχετικά με το υλικό και τους σπάνιους πόρους εντός των προϊόντων μεταξύ διαφόρων ενδιαφερόμενων μερών της αλυσίδας εφοδιασμού και αποβλήτων, καθίστανται απαραίτητες. Αλλά ποιος συλλέγει, αναλύει και παρέχει τα δεδομένα σχετικά με τα απόβλητα για και σε άλλους ενδιαφερόμενους φορείς; Αυτό πρέπει να διασφαλίζεται από τις εταιρείες διαχείρισης αστικών αποβλήτων, οι οποίες θα ενεργούν στο μέλλον ως αποθήκες δεδομένων, αναλυτές δεδομένων και πάροχοι δεδομένων. Κατά συνέπεια, οποιοδήποτε επίπεδο αλλαγής στις διάφορες κατηγορίες της κυκλικής οικονομίας συνεπάγεται θεμελιώδη αλλαγή στους ρόλους και τα καθήκοντα των εταιρειών διαχείρισης αστικών αποβλήτων. Η χρήση του Blockchain έχει έναν κεντρικό ρόλο να διαδραματίσει εδώ, καθώς διευκολύνει τη μετατροπή από ένα γραμμικό σε ένα κυκλικό οικονομικό μοντέλο. Για κάθε μία από τις απαραίτητες αλλαγές στα διάφορα επίπεδα, η χρήση του Blockchain προσφέρει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα. Η αποκεντρωμένη έννοια του Blockchain επιτρέπει την απαραίτητη συνεργασία και συνεργασία μεταξύ των πολλών ενδιαφερόμενων μερών της κυκλικής οικονομίας.

Στη συνέχεια, περιγράφεται συνοπτικά κάθε επίπεδο μεταβολής και περιγράφονται οι επιπτώσεις στα καθήκοντα της διαχείρισης αστικών αποβλήτων. Το επίκεντρο είναι πάντα η συμβολή που μπορεί να έχει η χρήση της τεχνολογίας Blockchain στην επίτευξη των στόχων της κυκλικής οικονομίας.

2.2 Διαχείριση δεδομένων αστικών αποβλήτων

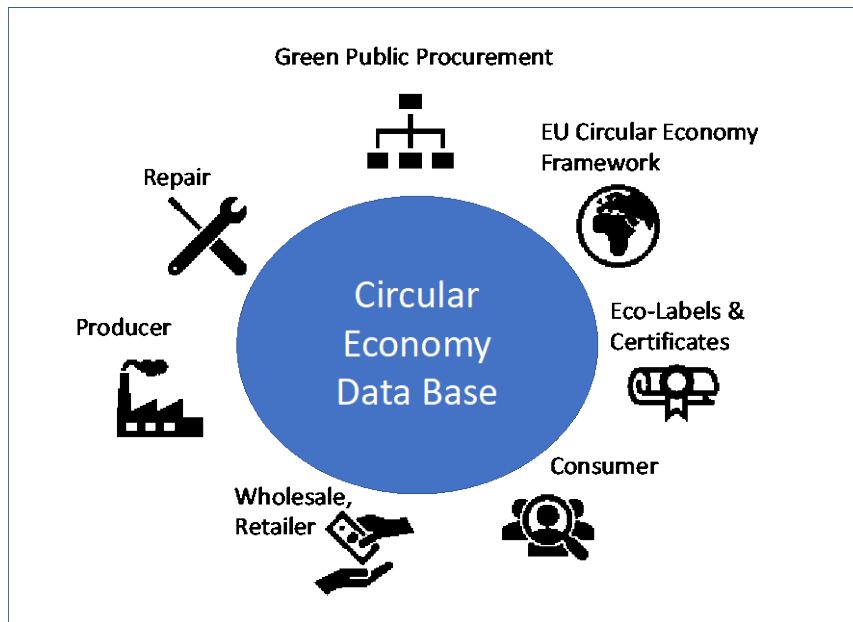
Στη συνέχεια, τονίζεται η σημασία της διαθεσιμότητας και ανταλλαγής δεδομένων και πληροφοριών για την κυκλική οικονομία και αναλύεται ο ρόλος του τομέα διαχείρισης αστικών αποβλήτων ως παρόχου δεδομένων. Τέλος, επισημαίνεται η λειτουργία του Blockchain ως αποκεντρωμένης βάσης δεδομένων. Το Σχήμα 5 απεικονίζει την πορεία προς μια λογική διάρθρωση των ενεργειών αλλαγής.



Σχήμα 5: ΔΑΣΑ ως πάροχος δεδομένων για το CE (οι συγγραφείς)

2.2.1 Η κυκλική οικονομία απαιτεί κυκλικές πληροφορίες

Η διαχείριση των αποβλήτων μπορεί να είναι αποτελεσματική εάν όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη ανταλλάσσουν δεδομένα και πληροφορίες στην ίδια πλατφόρμα, ενώ καθένας από αυτούς κατανοεί τις πολλαπλές προκλήσεις που τίθενται στο πλαίσιο κάθε διαδικασίας της αλυσίδας. Κάθε αλυσίδα αξίας αποτελείται πάντα από τρεις ροές: ροή υλικών, η αντίθετη ροή πληρωμών και ροή πληροφοριών. Η ομαλή και αποτελεσματικά δομημένη ροή της διαμόρφωσης μεταξύ των συμμετεχόντων στην αλυσίδα διαδικασίας είναι πολύ σημαντική. Εάν η ροή πληροφοριών παρεμποδίζεται επειδή δεν υπάρχουν αυτόματες διεπαφές μεταξύ των βάσεων δεδομένων των εταιρειών ή επειδή τα μέσα διασπούν την αλυσίδα πληροφοριών, τότε θα προκύψουν δαπανηρές καθυστερήσεις και σφάλματα στη ροή των υλικών και στη ροή πληρωμών. Επιπλέον, το κόστος παρακολούθησης θα είναι τεράστιο, διότι εάν δεν υπάρχει ασφάλεια πληροφοριών σχετικά με την πορεία της διαδικασίας σε μακρές αλυσίδες εφοδιασμού, θα είναι απαραίτητη η μόνιμη παρακολούθηση του status quo. Εάν τα υλικά πρόκειται να ρέουν στον κύκλο στο μέλλον, τότε είναι επιτακτική ανάγκη η ροή των πληροφοριών να ακολουθεί επίσης τον κύκλο.



Σχήμα 6: Η κυκλική οικονομία απαιτεί κυκλική ροή πληροφοριών (οι συγγραφείς)

Οι παραγωγοί πρέπει να γνωρίζουν πότε και πόσο από ποιο ανακυκλωμένο υλικό ρέει πίσω από τη διαχείριση των αστικών αποβλήτων στην παραγωγική τους διαδικασία, προκειμένου να είναι εφικτός ο έγκαιρος προγραμματισμός. Οι χονδρέμποροι και οι λιανοπωλητές που θα προσφέρουν επίσης ανακυκλώσιμα προϊόντα στο μέλλον θα επιθυμούν, επίσης, να λάβουν πληροφορίες σχετικά με την παράδοση και την αποθήκευση των προϊόντων αυτών. Οι καταναλωτές θα πρέπει να ενημερώνονται από τους παραγωγούς σχετικά με τη μακροζωία των προϊόντων και την περιβαλλοντική τους συμβατότητα. Επιπλέον, οι καταναλωτές, οι παραγωγοί και οι έμποροι λιανικής πώλησης θα πρέπει να ενημερώνονται στο μέλλον σχετικά με την ποσότητα των αποβλήτων και τις κατηγορίες που έχουν διαθέσει, ώστε να μπορούν να υπολογίζουν τα τέλη με βάση την πραγματική παραγωγή αποβλήτων. Τα τοπικά συνεργεία θα ήθελαν να ενημερωθούν από τους παραγωγούς για τις οδηγίες επισκευής και για την προμήθεια των απαραίτητων ανταλλακτικών. Η ΕΕ θα ήθελε να θεσπίσει ένα πλαίσιο υποβολής εκθέσεων για την κυκλική οικονομία για την παρακολούθηση των διαδικασιών, έτσι θα χρειάζεται συναφή δεδομένα και πληροφορίες.

Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων που εξασφαλίζουν τα οικολογικά σήματα και οι εξωτερικοί «οργανισμοί αξιολόγησης» θα απαιτήσει επίσης ασφαλή πηγή δεδομένων. Το ίδιο ισχύει και για τις πράσινες δημόσιες συμβάσεις, οι οποίες απαιτούν επίσης αξιόπιστα δεδομένα.

2.2.2 Καμία αποκάλυψη πληροφοριών χωρίς ακεραιότητα και προστασία δεδομένων

Ωστόσο, η διαφάνεια και η κοινή χρήση δεδομένων συνοδεύονται από τους κινδύνους παραβίασης της ιδιωτικής ζωής ή κλοπής επιχειρηματικών απορρήτων ή απειλής της ασφάλειας της ίδιας της βάσης δεδομένων (κυβερνοασφάλεια), ιδίως δεδομένου ότι η παροχή δεδομένων για τον αντίστοιχο σκοπό και η μεταφορά τους μέσω αυτόματων διεπαφών δεδομένων συνδέεται με σημαντική προσπάθεια. Ορισμένα τρέχοντα επιχειρηματικά μοντέλα βασίζονται αποκλειστικά στην ασυμμετρία των πληροφοριών

μεταξύ των συμμετεχόντων στην αγορά και θα μπορούσαν να δυσκολευτούν να επιβιώσουν στο μέλλον.

Οι επιπτώσεις της ασυμμετρίας των πληροφοριών είναι επίσης εμφανείς από την πλευρά λήψης των δεδομένων. Μπορεί ο αποδέκτης των δεδομένων, είτε ο καταναλωτής, η εταιρεία ανακύκλωσης κ.λπ., να πιστεύει ότι τα δεδομένα του προϊόντος είναι γνήσια, αξιόπιστα και επικαιροποιημένα και προέρχονται από τον παραγωγό ως πηγή; Πώς μπορεί να παρασχεθεί απόδειξη της ακεραιότητας και της εγκυρότητας των δεδομένων; Η ακεραιότητα των δεδομένων πρέπει να διασφαλίζει τη συνέπεια, την πληρότητα, την ακρίβεια και την εγκυρότητα των δεδομένων καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου διατήρησης. Όλες οι αλλαγές δεδομένων θα πρέπει να τεκμηριώνονται με ανιχνεύσιμο τρόπο, έτσι ώστε τα δεδομένα να μην μπορούν να αλλάξουν ή να παραποιηθούν απαρατήρητα ή χωρίς εξουσιοδότηση.

Οι συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν με εταιρείες σχετικά με την εισαγωγή ενός διαβατηρίου υλικών δείχνουν ότι οι εταιρείες ζητούν τον έλεγχο των δεδομένων τους. Με άλλα λόγια, θέλουν να είναι ο κυρίαρχος των δεδομένων τους και να αποφασίζουν για τον εαυτό τους ποιος έχει πρόσβαση στα δεδομένα τους, σε ποιο χρόνο και σε ποιο βαθμό. Επιπλέον, δεν θα πρέπει όλοι οι εταίροι στην αλυσίδα εφοδιασμού και αποβλήτων να έχουν πλήρη πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα, και ιδίως η πρόσβαση σε ευαίσθητα εταιρικά δεδομένα θα πρέπει να παραμείνει περιορισμένη. Εδώ, και πάλι, ανακύπτουν νομικά ζητήματα σχετικά με την ευθύνη για κατάχρηση/κατάχρηση δεδομένων και τεκμηρίωση του ποιος είχε πρόσβαση σε ποια αρχεία δεδομένων σε ποια χρονική στιγμή (Rudolph, 2018).

Επί του παρόντος, η έλλειψη εμπιστοσύνης στην κοινή χρήση δεδομένων στον εταιρικό τομέα αντιμετωπίζεται κυρίως μέσω νομικών συμβάσεων, όπως οι συμβάσεις εμπιστευτικότητας, οι οποίες καθιστούν τον αποδέκτη των δεδομένων υπεύθυνο για την κατάχρηση ή τη γνωστοποίηση των δεδομένων σε τρίτους. Διαφορετικά, δημόσιοι ή ιδιωτικοί φορείς (εποπτικοί και ρυθμιστικοί φορείς, ελεγκτές) παρεμβάλλονται ως μεσίτες εμπιστοσύνης που ελέγχουν τα δεδομένα, τα πιστοποιούν, διαχειρίζονται τα δικαιώματα πρόσβασης και παρακολουθούν τη χρήση τους (Verhulst, 2018). Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι διαδικτυακές λύσεις κεντρικού υπολογιστικού νέφους από εταιρείες πληροφορικής χρησιμοποιούνται για τις βάσεις δεδομένων, μετατοπίζοντας το βάρος εμπιστοσύνης όσον αφορά την ακεραιότητα και την ασφάλεια των δεδομένων στον πάροχο υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους. Από την άποψη του καταναλωτή, οι ετικέτες των προϊόντων και τα πιστοποιητικά από εξωτερικούς, ανεξάρτητους από τους παραγωγούς δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς έχουν ιδιαίτερη σημασία για την αύξηση της εμπιστοσύνης στην εγκυρότητα των πληροφοριών για τους παραγωγούς. Τελικά, οι οργανισμοί πιστοποίησης λειτουργούν επίσης ως μεσίτες εμπιστοσύνης μεταξύ καταναλωτών και παραγωγών.

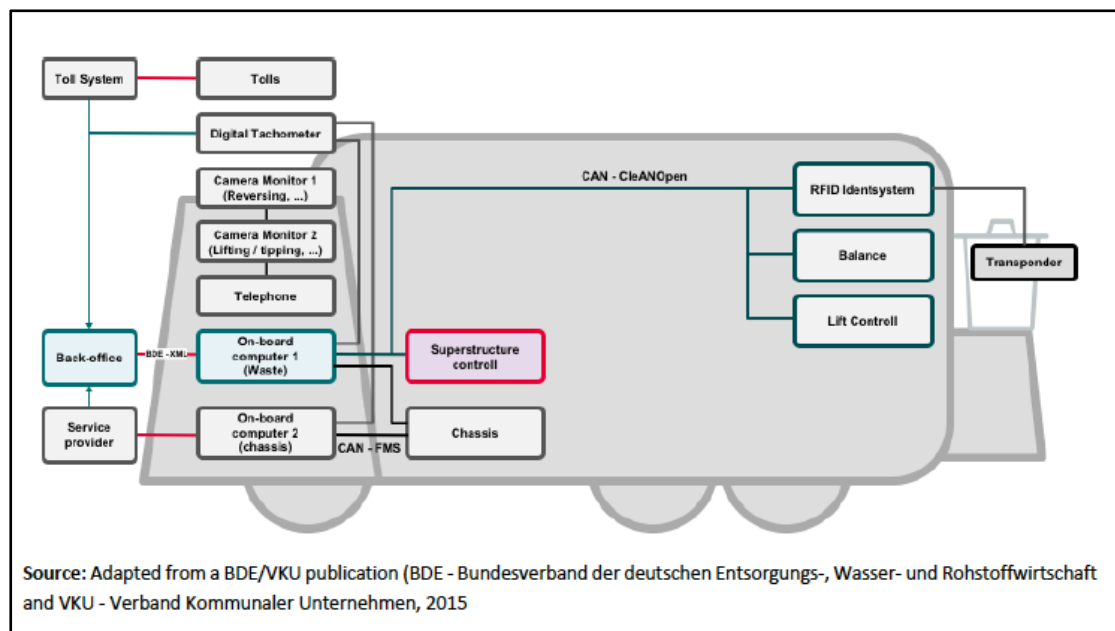
Αυτές οι λύσεις στο θεμελιώδες πρόβλημα της ασυμμετρίας των πληροφοριών έχουν δημιουργήσει μια ολόκληρη βιομηχανία ελεγκτών, εταιρειών δοκιμών, οργανισμών αξιολόγησης, παρόχων βάσεων δεδομένων υπολογιστικού νέφους, των οποίων το κεντρικό καθήκον είναι η εγγραφή, ο έλεγχος, η δοκιμή και η διαχείριση των δεδομένων. Από την πλευρά του κοινού, αυτή η γραφειοκρατική επιβάρυνση αντικατοπτρίζεται στον αυξανόμενο αριθμό δημόσιων οργανισμών που είναι επιφορτισμένοι με την εποπτεία και τη ρύθμιση που βασίζονται σε ένα πολύπλοκο νομικό σύστημα. Παρά τη σημαντική αυτή προσπάθεια, παραμένει αμφίβολο κατά πόσον ένα τέτοιο σύστημα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των ροών πληροφοριών μιας κυκλικής οικονομίας λόγω του μεγάλου αριθμού συμμετεχόντων, της ευρείας διακλάδωσης των αλυσίδων εφοδιασμού και αποβλήτων, των δυναμικών

διαδικασιών και της συνακόλουθης μεταβλητότητας των δεδομένων. Το Blockchain ως αποκεντρωμένη βάση δεδομένων θα μπορούσε να λειτουργήσει ως διαμεσολαβητής εμπιστοσύνης μεταξύ των εμπλεκόμενων ενδιαφερόμενων μερών, όπως θα καταδειχθεί στη συνέχεια.

2.2.3 Διαχείριση δεδομένων αστικών αποβλήτων

Το ερώτημα είναι Ποιος συλλέγει και καταγράφει δεδομένα στην κυκλική οικονομία. Τελικά, αυτό μπορεί να διασφαλιστεί μόνο από τη διαχείριση των αστικών αποβλήτων. Σε αυτό το σημείο συγκεντρώνονται τα δεδομένα όταν συλλέγονται απόβλητα από επιχειρήσεις και καταναλωτές. Τα απορριμματοφόρα φορτηγά και οι έξυπνοι κάδοι πρέπει να είναι εξοπλισμένα με πλήθος αισθητήρων και να συλλέγουν πλήθος δεδομένων σχετικά με την ποσότητα των αποβλήτων, την ποιότητα, τη θέση, τη διαδρομή και τον ρυθμίζοντα κατά τη συλλογή τους και να τα αποθηκεύουν απευθείας σε μια βάση δεδομένων.

Η απεικόνιση ενός απορριμματοφόρου εξοπλισμένου με όλες τις επιλογές χρήσης λύσεων IoT δίνει μια εξαιρετική επισκόπηση της ψηφιοποίησης της διαδικασίας συλλογής αποβλήτων (Σχ. 7).



Σχήμα 7: Λύσεις IoT που πρέπει να ενσωματωθούν σε απορριμματοφόρα (Berg και Sebestyén 2020, σ. 22)

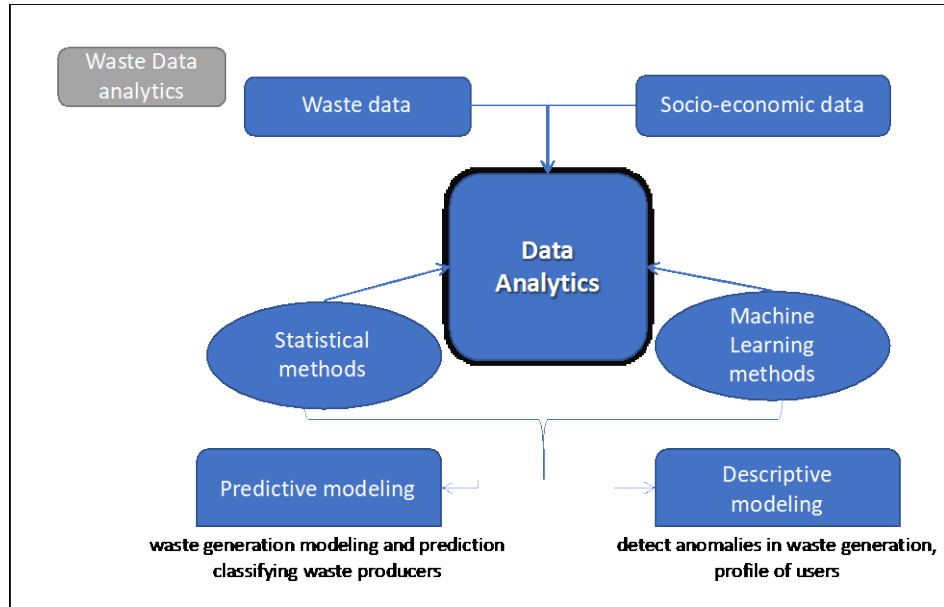
Για την επιτυχή εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης αποβλήτων με βάση το Blockchain, απαιτείται από τις αρμόδιες αρχές να συλλέγονται και να αναλύονται δεδομένα σχετικά με διάφορες πτυχές της διαχείρισης αποβλήτων (λειτουργικές, οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές). Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν τη συλλογή, τη μεταφορά, την επεξεργασία, την ανάκτηση και διάθεση υλικών και ενέργειας. Με την εφαρμογή προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών (Robotics, IoT, Data Analytics, Blockchain), θα μπορούσε να επιτευχθεί μια στροφή προς έναν βιώσιμο ρόλο διαχείρισης υλικών που θα επηρεάζει κάθε τομέα διαχείρισης αποβλήτων. Π.χ. το IoT θα συνδέει τις ροές υλικού και πληροφοριών που θα μπορούσαν να είναι χρήσιμες για τους κατασκευαστές για τον εντοπισμό, την παρακολούθηση, τον έλεγχο, τη βελτιστοποίηση και τελικά την παροχή νέων προϊόντων με

βάση τις έννοιες της κυκλικής οικονομίας. Η αύξηση των ποσοτήτων αποβλήτων, η κλιματική κρίση ή η διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού είναι οι κύριες κινητήριες δυνάμεις μιας τέτοιας αλλαγής. Ωστόσο, οι φορείς εκμετάλλευσης πρέπει να αντιμετωπίσουν ζητήματα που αφορούν το επενδυτικό κόστος, την έλλειψη ψηφιακών δεξιοτήτων και ψηφιακού οικοσυστήματος, τις ανησυχίες για την ασφάλεια και τον φόβο απώλειας θέσεων εργασίας. Η τρέχουσα τάση στις πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων που θα κυριαρχήσουν στο εγγύς μέλλον περιλαμβάνει την εισαγωγή νέων επιχειρηματικών μοντέλων, όπως πλατφόρμες εμπορίας αποβλήτων, σουίτες λογισμικού ειδικά για τα απόβλητα και επιχειρηματικές αναλύσεις (Berg & Sebestyén, 2020).

Οι δραστηριότητες συλλογής αποβλήτων διαδραματίζουν πιθανώς τον σημαντικότερο ρόλο σε ολόκληρη τη διαδικασία, δεδομένου ότι ενδέχεται να επηρεάσουν τις επακόλουθες εργασίες επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και διάθεσης (Bertanza, Ziliani, & Menoni, 2018). Σε κάθε περίπτωση, καθεμία από τις ανωτέρω δραστηριότητες πρέπει να αντιμετωπίζεται σύμφωνα με τις προτεραιότητες που συμφωνήθηκαν από την οδηγία πλαίσιο 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Union, 2008) και τους στόχους που ορίζονται στην Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Commission, 2019).

Για την αξιολόγηση των στρατηγικών διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων απαιτούνται μεγάλες βάσεις δεδομένων, συστηματική συλλογή δεδομένων και διάφορες διαδικασίες επεξεργασίας (Teixeira, Russo, Matos, & Bentes, 2014). Τα δεδομένα διαχείρισης αποβλήτων θεωρούνται κρίσιμης σημασίας για την εφαρμογή της κατάλληλης πολιτικής και σχεδιασμού για τα τοπικά πλαίσια (Kaza, Yao, Bhada-Tata, & Van Woerden, 2018). Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα τρέχοντα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων υποστηρίζουν τη χειρωνακτική εισαγωγή δεδομένων, η οποία με τη σειρά της έχει αυξημένη πιθανότητα σφάλματος και ανακριβείς πληροφορίες. Σε ένα προηγμένο σύστημα συλλογής αποβλήτων, ωστόσο, οι έξυπνοι κάδοι αποβλήτων εξοπλισμένοι με τεχνολογία αισθητήρων IoT που παρακολουθεί τα επίπεδα αποβλήτων κάδου και μεταδίδει δεδομένα σε έναν διακομιστή μέσω διαδικτυακών υπηρεσιών, τεχνολογίες όπως οι αισθητήρες RFID και GPS που παρακολουθούν τη θέση ενός οχήματος συλλογής αποβλήτων θα είναι η κύρια πηγή δεδομένων. Ο τεράστιος όγκος των δεδομένων που παράγονται στα σημεία συλλογής είναι, στις περισσότερες περιπτώσεις, μη δομημένος. Με τα κατάλληλα εργαλεία ανάλυσης δεδομένων, θα μετατραπούν, ωστόσο, σε εξαιρετικά δομημένα δεδομένα που είναι διαθέσιμα για επεξεργασία. Το επίπεδο πλήρωσης ενός κάδου αποβλήτων, το επίπεδο πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC), η θερμοκρασία και η υγρασία είναι βασικά δεδομένα παραγωγής αποβλήτων. Τα δεδομένα αυτά, μαζί με τα δεδομένα που αφορούν την πυκνότητα του πληθυσμού, τις υφιστάμενες στρατηγικές και πολιτικές για τα απόβλητα, τον αριθμό και τα χαρακτηριστικά των ενδιαφερόμενων μερών και των υποδομών, καθώς και την εφαρμογή λεπτομερούς ανάλυσης της σύνθεσης των αποβλήτων, θα παρέχουν πληροφορίες στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής για τον καθορισμό των στρατηγικών διαχείρισης αποβλήτων, των δραστηριοτήτων ευαισθητοποίησης και των μέτρων παροχής κινήτρων (Yoo, Rhim, & Park, 2019; Zorpas, 2020). Σύμφωνα με την έκθεση ETC/WMGE (Berg & Sebestyén, 2020), «η ανάλυση δεδομένων στοχεύει στην επεξεργασία δεδομένων με σκοπό τον εντοπισμό προτύπων, την εξαγωγή πληροφοριών, την ανακάλυψη τάσεων ή τη βαθμονόμηση μοντέλων». Η ανάλυση δεδομένων για τα απόβλητα περιλαμβάνει περιγραφική και προγνωστική μοντελοποίηση χρησιμοποιώντας μεθόδους και τεχνικές στατιστικής και μηχανικής μάθησης. Για την ακρίβεια, οι βασιζόμενοι σε δενδριτικές δομές, νευρωνικοί και εξελικτικοί αλγόριθμοι μαζί με τη χρήση του IoT μπορούν να παρέχουν

χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με μια πληθώρα παραγόντων (Σχ. 8): τα προφίλ των ενδιαφερόμενων μερών, ανωμαλίες στην παραγωγή αποβλήτων, ταξινόμηση των παραγωγών αποβλήτων, βελτίωση της εφοδιαστικής αλυσίδας, χάρις στις βελτιστοποιημένες διαδρομές συλλογής αποβλήτων που μειώνουν την περιττή κυκλοφορία, και την επακόλουθη ατμοσφαιρική ρύπανση, καθώς και το σχετικό κόστος (Anh Khoa et al., 2020).



Σχήμα 8: Εργαλεία ανάλυσης αποβλήτων (οι συγγραφείς)

Συνολικά, αναμένονται βελτιώσεις στη διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας αποβλήτων χάρη στον βελτιστοποιημένο προγραμματισμό των πόρων και του σχεδιασμού δρομολογίων, την ανάλυση δεδομένων και την επικοινωνία με τους πολίτες, τους καταναλωτές και τους πελάτες. Η ανακύκλωση μπορεί να βελτιωθεί από την πλευρά των παραγωγών μέσω της διευκόλυνσης της χρήσης ανακυκλωμένων ουσιών. Από την πλευρά των καταναλωτών, μπορούν να γίνουν βελτιώσεις με τη δυνατότητα λήψης καλύτερων αποφάσεων αγοράς και διαλογής. Από την πλευρά των φορέων ανακύκλωσης θα βελτιωθεί η προμήθεια αποβλήτων. Η εξέλιξη αυτή συμβαδίζει με τη μετάβαση της μελλοντικής διαχείρισης αποβλήτων από την επεξεργασία των αποβλήτων στη διαχείριση υλικών.

Τα εξατομικευμένα δεδομένα αποβλήτων είναι ευαίσθητα δεδομένα σχετικά με την ατομική συμπεριφορά των καταναλωτών, τα οποία μπορούν να διαβιβάζονται μόνο σε τρίτους σε αυστηρά ανωνυμοποιημένη μορφή, ώστε να μην μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με το ενδιαφερόμενο άτομο. Οι πολίτες σίγουρα θα έχουν συνήθως μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στους τοπικούς δήμους ως δημόσιους φορείς απ' ό,τι στις εμπορικές εταιρείες όσον αφορά την προστασία των δεδομένων. Και για τις εταιρείες, η προστασία των δεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της προστασίας των δεδομένων αποβλήτων που αφορούν ειδικά την εταιρεία, έχει απόλυτη σημασία για την προστασία του επιχειρηματικού απορρήτου. Από την άποψη αυτή, είναι σαφές ότι δεν μπορούν όλοι οι ενδιαφερόμενοι να έχουν πλήρη πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα της βάσης δεδομένων. Η περιορισμένη πρόσβαση σύμφωνα με τις πολιτικές προστασίας δεδομένων θα είναι ο κανόνας. Αλλά από την άποψη της αποτελεσματικότητας, είναι πολύ πιο αποδοτικό από πλευράς κόστους η δημιουργία κοινής δημόσιας βάσης δεδομένων παρά η δημιουργία χωριστής βάσης δεδομένων (silo) για τους προαναφερθέντες σκοπούς. Για τις τοπικές κοινότητες και τις τοπικές κατάντη αρχές, δηλαδή τον δημόσιο τομέα, η διαχείριση των αστικών αποβλήτων

διασφαλίζει την ανάλυση των τοπικών δεδομένων για τα απόβλητα και την υποβολή εκθέσεων. Σε αντάλλαγμα, οι ιδιωτικοί ενδιαφερόμενοι χρησιμοποιούν τα δικά τους εργαλεία ανάλυσης μέσω αυτοματοποιημένων διεπαφών με τη βάση δεδομένων.

2.2.4 Το Blockchain διευκολύνει την ανταλλαγή δεδομένων στην κυκλική οικονομία

Ένα από τα βασικά ερωτήματα της βιώσιμης επιχειρηματικής δραστηριότητας είναι ο τρόπος εδραίωσης της εμπιστοσύνης μεταξύ αγνώστων μερών για τη διευκόλυνση των συναλλαγών. Αυτό κατέστη δυνατό μέχρι στιγμής από διαμεσολαβητές που ενεργούν ως μεσίτες εμπιστοσύνης, ο ρόλος των οποίων, ωστόσο, οδηγεί σε αύξηση του κόστους των συναλλαγών και καθιστά τις αγορές λιγότερο αποδοτικές. Η τεχνολογία Blockchain μπορεί να συμβάλει στην ελαχιστοποίηση του αναγκαίου επιπέδου εμπιστοσύνης και, ως εκ τούτου, του κόστους των συναλλαγών με το οποίο επιβαρύνονται τα μέρη που συμμετέχουν στη συναλλαγή, για παράδειγμα μέσω της μείωσης της εξάρτησης από τους διαμεσολαβητές.

Όπως γράφει ο Verhulst (2018): Στον πυρήνα τους, οι τεχνολογίες Blockchain είναι ένας νέος τύπος μηχανισμού αποκάλυψης που έχει τη δυνατότητα να αντιμετωπίσει ορισμένες από τις ασυμμετρίες πληροφοριών που αναφέρονται παραπάνω. Αξιοποιώντας μια κοινή και επαληθευμένη βάση δεδομένων των αρχείων συναλλαγών που είναι αποθηκευμένα με ένα κατακευματισμένο τρόπο, το Blockchain επιδιώκει να επανασχεδιάσει τα οικοσυστήματα πληροφοριών με πιο διαφανή, αμετάβλητο και αξιόπιστο τρόπο. Η επίλυση ασυμμετριών πληροφοριών μπορεί να είναι το πραγματικό δυναμικό του Blockchain, και αυτό — πολύ περισσότερο από την τρέχουσα διαφημιστική εκστρατεία για τα εικονικά νομίσματα — είναι ο πραγματικός λόγος για να αξιολογηθεί το δυναμικό του.

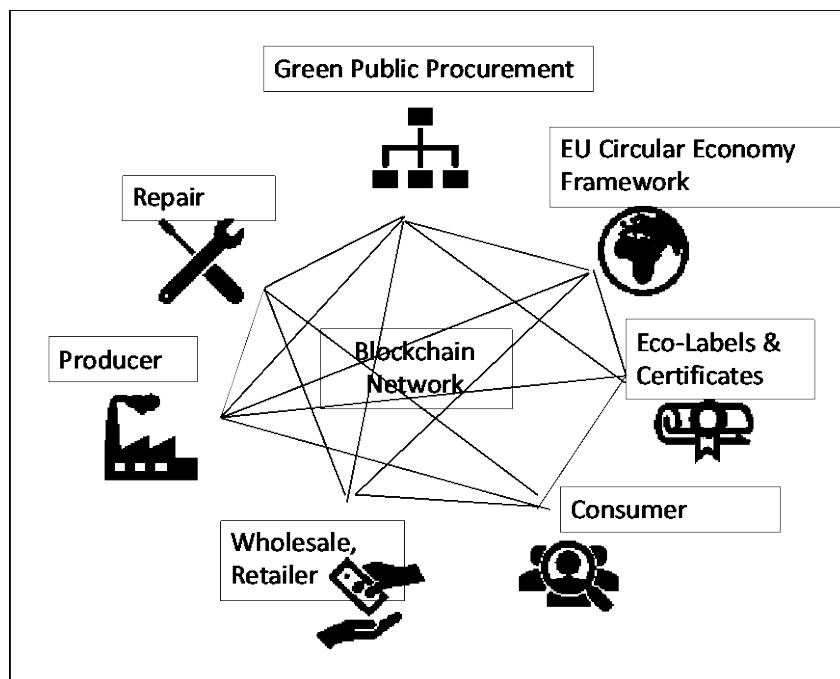
Το Blockchain είναι ένα δημόσιο, αμετάβλητο, διανεμημένο αρχείο συναλλαγών για την αποθήκευση δεδομένων και την καταγραφή συναλλαγών.

- Σε γενικές γραμμές, ένα «αρχείο συναλλαγών» θα μπορούσε να οριστεί ως μια βάση δεδομένων που καταγράφει τις συναλλαγές με χρονολογική σειρά με τη χρήση χρονοσφραγίδας. Ένας τραπεζικός πελάτης βλέπει το αρχείο συναλλαγών του τραπεζικού λογαριασμού του κατά τον έλεγχο των συναλλαγών (εισροές και εκροές) χρησιμοποιώντας την ηλεκτρονική τραπεζική πύλη. Ωστόσο, αυτό είναι ένα ενιαίο ιδιωτικό αρχείο συναλλαγών, καθώς μόνο ο λογιστής της τράπεζας έχει τη δυνατότητα να αλλάξει το αρχείο συναλλαγών.
- Ένα «δημόσιο» αρχείο συναλλαγών είναι προσβάσιμο από όλους τους συμμετέχοντες σε ένα δίκτυο και όλοι έχουν ίσα δικαιώματα χωρίς να υπάρχουν ιεραρχίες. Δεν υπάρχει μόνο ένας θεματοφύλακας που να έχει το αποκλειστικό δικαίωμα να αλλάξει την κατάσταση του αρχείου συναλλαγών καταγράφοντας νέες συναλλαγές. Σε ένα κατακευματισμένο αρχείο συναλλαγών, κάθε συμμετέχων στο δίκτυο μπορεί να κατεβάσει τον πλήρη κατάλογο των συναλλαγών (πλήρες ιστορικό) και έχει το δικαίωμα να διαβάζει, να προσθέτει δεδομένα και να αποθηκεύει το αρχείο συναλλαγών.
- «Αμετάβλητο» σημαίνει ότι από τη στιγμή που τα δεδομένα ενός Blockchain έχουν αποθηκευτεί και κρυπτογραφηθεί, είναι σχεδόν αδύνατο να τα αλλάξετε ή να τα διαγράψετε μετά. Ως εκ τούτου, είναι δυνατή μόνο η προσθήκη νέων δεδομένων.
- «Διανεμημένο» σημαίνει ότι μια δημόσια αλυσίδα Blockchain δεν υπόκειται στον έλεγχο ενός συμμετέχοντος ή ενός οργανισμού. Αντ' αυτού, το δίκτυο (δηλαδή το σύνολο όλων των συμμετεχόντων) διαχειρίζεται και εξασφαλίζει τα δεδομένα, και

κάθε συμμετέχων αποθηκεύει ουσιαστικά ένα πλήρες αντίγραφο όλων των δεδομένων.

Τα βασικά συστατικά ενός Blockchain αποτελούνται τακτικά από έναν συνδυασμό κρυπτογραφίας, τεχνολογίας δικτύου peer-to-peer, μηχανισμών συναίνεσης, αρχείου συναλλαγών και ενός συνόλου κανόνων για τον προσδιορισμό έγκυρων συναλλαγών. Ένα Blockchain είναι έτσι μια κατακευματισμένη, υπερσύγχρονη ψηφιακή δομή δεδομένων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση όλων των τύπων πολύτιμων δεδομένων. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των Blockchains είναι ότι δεν υπάρχει κεντρική αρχή που πρέπει να είναι αξιόπιστη (όπως στο cloud computing) και ότι κάθε μεμονωμένος συμμετέχων σε ένα δίκτυο Blockchain μπορεί να ελέγξει και να επικυρώσει κάθε μεμονωμένη συναλλαγή από την αρχή των εγγραφών. Σκοπός της διαφάνειας αυτής είναι να έχει αποτρεπτικό αποτέλεσμα επί παραπτώματων και να καθιστά δυνατή τη διενέργεια ελέγχων ανά πάσα στιγμή χωρίς κανένα λόγο. Ως εκ τούτου, η αλυσίδα Blockchain δεν απαιτεί εμπιστοσύνη σε ενδιάμεσους φορείς, καθώς επιτρέπει στους ίδιους τους συμμετέχοντες να δημιουργήσουν εμπιστοσύνη (BaFin, 2018).

Η τεχνολογία Blockchain είναι ιδανική για να χρησιμεύσει ως κοινό δίκτυο δεδομένων για την αποθήκευση και τη μεταφορά πληροφοριών μεταξύ μεγάλου αριθμού συμμετεχόντων στο δίκτυο, ξεπερνώντας έτσι την ασυμμετρία των πληροφοριών και δημιουργώντας, επίσης, μια αποκεντρωμένη δομή κινήτρων. Ο όρος «δημόσια υποδομή» ταιριάζει καλύτερα εδώ για την βασιζόμενη σε κίνητρα και ελεγχόμενη ανταλλαγή δεδομένων που αποτελεί προϋπόθεση για τη λειτουργία της κυκλικής οικονομίας (Σχ. 9).



Σχήμα 9: Blockchain με βάση τη ροή πληροφοριών (οι συγγραφείς)

Οι κυκλικές ροές υλικών χρειάζονται αποκεντρωμένη ροή πληροφοριών μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών. Βασική προϋπόθεση για μια κυκλική ροή υλικών είναι η αποκεντρωμένη ροή πληροφοριών μέσα σε ένα δίκτυο ενδιαφερομένων. Αυτό ακριβώς μπορεί να κάνει το Blockchain. Η αποκεντρωμένη οργάνωση του δικτύου έχει δύο καθοριστικά πλεονεκτήματα: Δεδομένου του μεγάλου αριθμού των συμμετεχόντων, είναι μια ψευδαίσθηση να πιστεύουμε ότι μια κεντρική βάση δεδομένων, με κεντρική διαχείριση,

μπορεί πάντα να είναι ενημερωμένη ή ακόμη και να επεξεργάζεται αποτελεσματικά τον όγκο των δεδομένων που συσσωρεύονται. Από την άποψη αυτή, ο αποκεντρωμένος χαρακτήρας του δικτύου, υπό την έννοια ότι κάθε μεμονωμένος ενδιαφερόμενος είναι υπεύθυνος για την εισαγωγή των δεδομένων και μπορεί, επίσης, να θεωρηθεί υπεύθυνος γι' αυτά, αποτελεί την αποτελεσματικότερη μορφή οργάνωσης της ροής των πληροφοριών. Επιτρέπει σε όλους τους παράγοντες της αλυσίδας εφοδιασμού και αποβλήτων, ανεξάρτητα από τη σχέση τους, να ανταλλάσσουν δεδομένα εύκολα, γρήγορα και με ασφάλεια, βελτιστοποιώντας το εμπόριο για όλα τα μέρη. Οι δικτυακές διαδρομές δεν είναι προκαθορισμένες, αλλά αναπτύσσονται δυναμικά, έτσι ώστε κάθε συμμετέχων να μπορεί να διαμορφώσει την ανταλλαγή πληροφοριών με αυτοκαθορισμένο τρόπο. Ο αποκεντρωμένος χαρακτήρας των δικτύων Blockchain δεν χρειάζεται κεντρική αρχή για τη διαχείριση κεντρικού λογαριασμού για την ανταλλαγή πληροφοριών και ψηφιακών αξιών. Οι ομότιμοι χρήστες (peers) έχουν την εξουσία να παρέχουν και να ανταλλάσσουν πληροφορίες και αξίες με δική τους πρωτοβουλία.

2.2.5 Το Blockchain υποστηρίζει την αυτοκυριαρχία της ταυτότητας και της ακεραιότητας των δεδομένων

Αυτή η αποκεντρωμένη έννοια έρχεται μαζί με την αυτοκυριαρχία της ταυτότητας και των προσωπικών δεδομένων. Η απόδειξη της ταυτότητας, η γνώση του ποιος είναι ο ενδιαφερόμενος, είναι απαραίτητη για κάθε συμβατική σχέση στην κοινωνία μας. Η απόδειξη της ταυτότητας βασίζεται σε προσωπικά στοιχεία όπως το όνομα, η ημερομηνία γέννησης, τα δακτυλικά αποτυπώματα, ο αριθμός διαβατηρίου, ο τραπεζικός λογαριασμός κ.λπ. Τα συμβαλλόμενα μέρη πρέπει να είναι 100% βέβαια για την ταυτότητα του αντισυμβαλλομένου και φέρουν ευθύνη σε περίπτωση παραβίασης της σύμβασης. Η κλοπή ταυτότητας και η κατάχρηση προσωπικών πληροφοριών από χάκερ είναι υψηλού κινδύνου. Στο σημερινό σύστημα, η απόδειξη της ταυτότητας των ατόμων παρέχεται από οργανισμούς, δημόσια διοίκηση και επιχειρήσεις. Το Blockchain ακολουθεί μια αποκεντρωμένη έννοια ταυτοποίησης: Κάθε συμμετέχων στο δίκτυο είναι ο κυρίαρχος της ψηφιακής ταυτότητας και των δεδομένων του.

Τα προσωπικά δεδομένα και τα χαρακτηριστικά τους ανήκουν και ελέγχονται από τα άτομα και αποθηκεύονται από αυτά σε ψηφιακό χρηματοκιβώτιο και μπορούν να μοιραστούν εν μέρει ή πλήρως, προσωρινά ή μόνιμα και για περιορισμένη ή απεριόριστη χρήση με άλλους ομότιμους χρήστες του δικτύου μέσω δημόσιου κλειδιού. Κάθε πρόσβαση τρίτου στην ιδιωτική βάση δεδομένων καταχωρείται, καταγράφεται και σφραγίζεται χρονικά. Η έννοια της αυτοκυριαρχίας περιλαμβάνει το δικαίωμα της φορητότητας των δεδομένων, δηλαδή την απομάκρυνση των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα από έναν οργανισμό και τη μετακίνησή τους σε άλλον ή σε ιδιωτικό χώρο αποθήκευσης (Lenz, 2019b, p. 22).

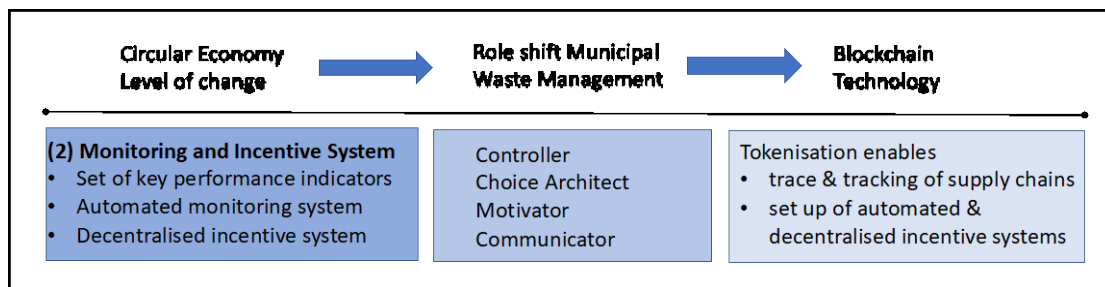
Αυτή η πτυχή του ελέγχου επί των δεδομένων ενός ατόμου φαίνεται να έχει μεγάλη σημασία, ιδίως για τις εταιρείες, όσον αφορά την παροχή πληροφοριών για τα προϊόντα (Rudolph, 2018). Οι Narayan and Tidström (2020) προτείνουν να εξεταστεί η ίδια η παροχή πληροφοριών για το προϊόν ως προϊόν. Η εταιρεία ανακύκλωσης έχει οικονομικό πλεονέκτημα από τις ακριβείς πληροφορίες του παραγωγού σχετικά με τα ανακυκλώσιμα υλικά που χρησιμοποιούνται στο προϊόν. Το ίδιο ισχύει και για μια εξωτερική εταιρεία που επισκευάζει τα προϊόντα, η οποία αποκομίζει οικονομικό όφελος από ακριβείς οδηγίες επισκευής. Κατά συνέπεια, οι πληροφορίες για το προϊόν αντιπροσωπεύουν ψηφιακή αξία

και τα δικαιώματα χρήσης των πληροφοριών προϊόντος θα μπορούσαν να πωληθούν ως μάρκες μέσω της αλυσίδας Blockchain.

Με τη μετατροπή των πληροφοριών του προϊόντος σε ανοιχτά διαθέσιμα και προσβάσιμα tokens στο Blockchain, το κεντρικό ζήτημα για τη δημιουργία αξίας δε θα ήταν οι πληροφορίες και οι γνώσεις καθαυτές, αλλά η δυνατότητα χρήσης των πληροφοριών. Οι επιχειρήσεις θα εντοπίζουν εύκολα την προέλευση των πληροφοριών και τους κατάλληλους εταίρους συνεργασίας για την προώθηση της δημιουργίας αξίας (Narayan & Tidström, 2020).

2.3 Διαχειριστής Αστικών Αποβλήτων — αρχιτέκτονας επιλογής για τη λήψη αποφάσεων

Στη συνέχεια, τονίζεται η σημασία της δημιουργίας ενός έξυπνου συστήματος παρακολούθησης και παροχής κινήτρων για κάθε ενδιαφερόμενο της κυκλικής οικονομίας και αναλύεται ο ρόλος της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων σε αυτό. Δεδομένου ότι το Blockchain επιτρέπει τη μεταφορά ψηφιακών αξιών ως κουπονιών, θα μπορούσε να διευκολύνει τη δημιουργία ενός τέτοιου συστήματος παρακολούθησης και παροχής κινήτρων. Το Σχήμα 10 δείχνει την πορεία προς τη λογική δομή της ακόλουθης ανάλυσης.



Σχήμα 10: MWM ως αρχιτέκτονας επιλογής για τη λήψη αποφάσεων (οι συγγραφείς)

2.3.1 Η κυκλική οικονομία χρειάζεται ένα έξυπνο σύστημα αποκεντρωμένων κινήτρων

Το οικονομικό μοντέλο της κυκλικής οικονομίας σηματοδοτεί μια σαφή απόδραση από το σημερινό γραμμικό μοντέλο. Εάν εφαρμοστεί σωστά, η διάρκεια ζωής των προϊόντων θα αυξηθεί σημαντικά και θα ενθαρρύνει επίσης τη βιομηχανία να παράγει ανθεκτικά και υψηλής ποιότητας αγαθά. Η βιομηχανία πρέπει να απομακρυνθεί από την βραχυπρόθεσμη επικεντρωμένη αύξηση της μαζικής παραγωγής ως πηγή κέρδους. Περισσότερα έσοδα και κέρδη προκύπτουν από τις πωλήσεις χαμηλότερων όγκων υψηλότερης ποιότητας και υψηλότερης απόδοσης πωλήσεων ανά προϊόν. Ως εκ τούτου, το μάρκετινγκ των εταιρειών θα μεταβληθεί από τις ανταμοιβές ή τις εκπτώσεις που χορηγούνται στους πελάτες που αγοράζουν όσο το δυνατόν περισσότερο («αγοράστε τέσσερα στην τιμή των τριών»). Το επίκεντρο θα είναι να επισημανθούν τα οφέλη των καταναλωτών που βρίσκονται στη σωστή αντιστοιχία με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις τους. Οι πελάτες δεν ενθαρρύνονται κυρίως να αγοράσουν δέκα ζευγάρια παπούτσια, αλλά λιγότερα ζευγάρια υψηλής ποιότητας. Στην κυκλική οικονομία η αγορά ολοκαίνουργιων προϊόντων μπορεί να γίνει δεύτερη καλύτερη επιλογή, καθώς συνεπάγεται την κατανάλωση νέων πρώτων υλών. Ένα όφελος παρατηρείται στην εξοικονόμηση πόρων, στην αγορά μεταχειρισμένων προϊόντων ή στην επισκευή

σπασμένων προϊόντων. Εάν πρέπει να είναι ένα νέο προϊόν, τότε πρέπει να είναι ένα προϊόν που περιέχει υψηλό ποσοστό ανακυκλωμένων υλικών.

Είναι αλήθεια ότι αυτό φέρνει πίσω αναμνήσεις από ιστορίες που ακούστηκαν από παππούδες για μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, όταν οι παραγωγικές ικανότητες καταστράφηκαν και πολλά υλικά και προϊόντα δεν ήταν διαθέσιμα ή δεν ήταν προσιτά. Οι άνθρωποι αναγκάστηκαν να εκτιμήσουν τι ήταν διαθέσιμο και να το χρησιμοποιήσουν με φειδώ. Στη συνέχεια, όπως και τώρα με την πυραμίδα αποβλήτων, το επίκεντρο ήταν να αποφευχθεί η απόρριψη των πραγμάτων, η επαναχρησιμοποίηση και η επισκευή των προϊόντων. Εκείνη την εποχή, όμως, δεν ήταν η ελεύθερη απόφαση των πολιτών, αλλά μια καθαρή ανάγκη, λόγω έλλειψης προσφοράς, να επιλέξουν τα μεταχειρισμένα προϊόντα. Αυτό έχει αλλάξει σήμερα. Οι πολίτες μπορούν να κάνουν ελεύθερες επιλογές και ενθαρρύνονται συνεχώς να αγοράζουν νέα και περισσότερα προϊόντα. Τα περισσότερα επιχειρηματικά μοντέλα βασίζονται στην αρχή της επίτευξης οικονομικών κλίμακας με την αύξηση του όγκου των πωλήσεων και τη μείωση του μοναδιαίου κόστους.

Το σημερινό οικονομικό σύστημα βασίζεται στην αρχή ότι περισσότερες συναλλαγές οδηγούν σε περισσότερα κέρδη. Η αντιστροφή αυτής της αρχής, έτσι ώστε, τελικά, οι λιγότερες συναλλαγές να οδηγούν σε υψηλότερα κέρδη, απαιτεί ένα ισχυρό σύστημα κινήτρων που θα παρακινεί τα ενδιαφερόμενα μέρη σε όλα τα επίπεδα που εμπλέκονται στην αλυσίδα εφοδιασμού και αποβλήτων να αλλάξουν τη συμπεριφορά τους. Φυσικά, αν αυτό το είδος της αλλαγής του συστήματος επρόκειτο να εφαρμοστεί με μια προσέγγιση από την κορυφή προς τα κάτω (προσφορά και διοίκηση) από μια αυταρχική κυβέρνηση, μπορεί να φαίνεται εύκολο να επιτευχθούν οι στόχοι μιας κυκλικής οικονομίας, αλλά είναι αμφίβολο αν αυτή η διαδικασία γίνεται βιώσιμη στα αποτελέσματά της. Σε μια οικονομία της αγοράς και σε ένα δημοκρατικό περιβάλλον, μόνο μια αποκεντρωμένη προσέγγιση, με ένα ισχυρό σύστημα κινήτρων σε συνδυασμό με τη διαφάνεια, τις ανοικτές ροές πληροφοριών και γνώσεων, που εγγυώνται σε κάθε άτομο την οικονομική του ελευθερία, θα παράγει βιώσιμα αποτελέσματα. Η προσέγγιση αυτή δεν στοχεύει αποκλειστικά στον ορθολογισμό των πολιτών, αλλά επιτρέπει, επίσης, οικονομικά συμφέροντα και κίνητρα. Η επιλογή της κυκλικής οικονομίας πρέπει να επιλέγεται με βεβαιότητα, αλλά πρέπει επίσης να αντιμετωπίζει τα απτά συμφέροντα των πολιτών, ώστε να θεωρείται ότι αξίζει τον κόπο για όλους τους εμπλεκόμενους.

2.3.2 Διαχειριστής Δημοτικών Αποβλήτων — ένας αρχιτέκτονας επιλογής για αλλαγή συμπεριφοράς

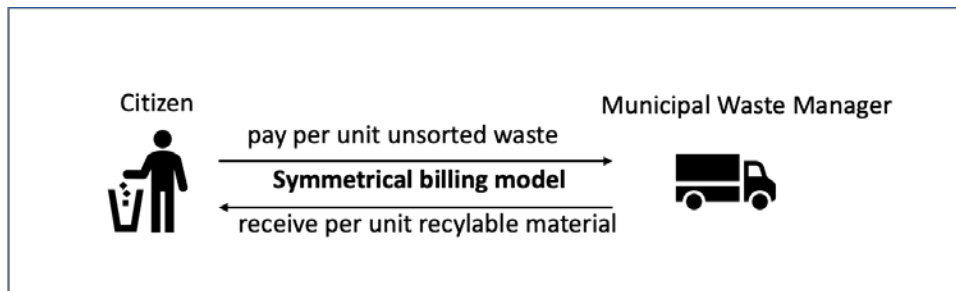
Τίποτα δεν είναι πιο δύσκολο από το να αλλάξεις μόνιμα τη συμπεριφορά ενός ατόμου. Προκειμένου να αλλάξει συμπεριφορά, πρέπει να γνωρίζει κανείς γιατί πρέπει να αλλάξει τη συμπεριφορά, εκτός από την ανάθεση της ευθύνης για την κακή συμπεριφορά σε ένα άτομο προσωπικά. Η προηγούμενη συμπεριφορά πρέπει να είναι δυσάρεστη και/ή δαπανηρή ως επιλογή απόφασης, ενώ σε αντάλλαγμα η απόφαση αλλαγής μιας συμπεριφοράς θα πρέπει να είναι εντελώς εύκολη, χωρίς ταλαιπωρία, καθώς και πιο ευνοϊκή από οικονομική άποψη. Για να χρησιμοποιήσουμε τα λόγια του Richard Thaler (Thaler, Sunstein, & Balz, 2013), ο δήμος είναι ο αρχιτέκτονας της κατάστασης λήψης αποφάσεων ενός πολίτη όσον αφορά την αγορά ενός νέου προϊόντος που έρχεται σε βαριά ή ελαφριά συσκευασία ή τη συνέχιση της χρήσης του παλαιού προϊόντος, την επισκευή του παλαιού προϊόντος, την αγορά ενός επαναχρησιμοποιούμενου προϊόντος που το πετάει και το διαχωρισμό του ανακυκλώσιμου

υλικού. Δυστυχώς, η κατάσταση λήψης αποφάσεων συχνά δεν επηρεάζεται αποκλειστικά από την τοπική εταιρεία διάθεσης αποβλήτων, αλλά και από μια σειρά άλλων αρχιτεκτόνων αποφάσεων, οι οποίοι συχνά αποδεικνύονται αντίπαλοι (π.χ. μάρκετινγκ).

Ωστόσο, η διαμόρφωση από έναν δήμο της κατάστασης των αποφάσεων ενός πολίτη έχει κάποια επιρροή. Σε πολλές χώρες της ΕΕ, οι πολίτες εξακολουθούν να καταβάλλουν κατ' αποκοπή τέλη στον δήμο τους για τη συλλογή και την απομάκρυνση των αποβλήτων. Αυτό το τέλος συχνά εξαρτάται από το μέγεθος του σπιτιού ή του διαμερίσματος και τον αριθμό των ενοίκων. Δεδομένου ότι υπάρχει αρνητικό κοινωνικό κόστος για τα απορρίμματα, αυτό το τέλος σημαίνει ότι ο πολίτης πληρώνει μηδενικό οριακό κόστος για έναν αυξανόμενο όγκο απορριμμάτων. Όπως αναφέρουν οι Messina και Tomasi (2020), αυτή «η εσφαλμένη ευθυγράμμιση μεταξύ ατομικού και κοινωνικού κόστους καθορίζει/οδηγεί στην υπερβολική παραγωγή αποβλήτων και, κατά συνέπεια, στην αναποτελεσματική κατανομή των δημόσιων πόρων». Αντίθετα, το μοντέλο Pay-As-You-Throw (PAYT) έχει σχεδιαστεί για να τιμολογεί κάθε επιπλέον μονάδα αποβλήτων και «το ατομικό οριακό κόστος αναπροσαρμόζεται με το κοινωνικό, με όφελος την μείωση της ποσότητας των παραγόμενων αποβλήτων και μια μεγαλύτερη τάση ανακύκλωσης».

Με βάση εμπειρική έρευνα που διεξήχθη από τους Messina και Tomasi (2020) και Kinnaman (2006), η εισαγωγή του μοντέλου PAYT επηρεάζει σημαντικά τη συμπεριφορά των χρηστών: τα συνολικά απόβλητα μειώνονται και τα μη διαχωρισμένα απόβλητα μειώνονται σχεδόν στο μισό. Το συνολικό κόστος των δήμων που υιοθετούν το μοντέλο PAYT μειώνεται κατά περίπου 10-20% σε όρους κεφαλαίου, αντανakλώντας τη μείωση κατά ένα τρίτο του κόστους διαχείρισης των μη διαχωρισμένων αποβλήτων.

Δύο πτυχές ειδικότερα φαίνεται να είναι σημαντικές για την εισαγωγή του συστήματος pay-as-you-throw: Πρώτον, η ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων μπορεί να αποδοθεί απευθείας στο κάθε νοικοκυριό ή στον αντίστοιχο πολίτη μέσω αισθητήρων στον κάδο αποβλήτων και στο απορριμματοφόρο. Αυτό καθιστά τους καταναλωτές υπεύθυνους για τις ενέργειές τους και μειώνει την πιθανότητα ηθικού κινδύνου ή παρασιτισμού εις βάρος της κοινότητας. Δεύτερον, το σύστημα πληρωμής κατά την απόρριψη θα πρέπει να σχεδιαστεί με πιο συμμετρικό τρόπο, υπό την έννοια ότι ο πολίτης θα πρέπει επίσης να συμμετέχει στα κέρδη της εταιρείας διαχείρισης αποβλήτων μέσω ενός συστήματος εγγύησης ή επιστροφής χρημάτων για την ανακύκλωση υλικών. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα PAYT ολοκληρώνεται από ένα σύστημα pay-and-receive-as-you-throw (Σχ. 11). Εδώ, ο Δημοτικός Διαχειριστής Αποβλήτων θα πρέπει να γνωστοποιήσει το κόστος του για την περαιτέρω επεξεργασία των μη διαχωρισμένων υπολειμματικών αποβλήτων αφενός, και τα έσοδά τους από την πώληση του διαχωρισμένου ανακυκλώσιμου υλικού αφετέρου. Οι πολίτες θα πρέπει, σε αντάλλαγμα, να συμμετέχουν στο κόστος (πληρωμή) και στα έσοδα (λήψη) αναλόγως. Ως εκ τούτου, τα απόβλητα καθίστανται εμπορεύσιμος πόρος και αντικείμενο επιχειρηματικής συναλλαγής μεταξύ πολιτών και δήμων, το οποίο, χάρη στη συμμετρία του, μπορεί να βρει μεγαλύτερη αποδοχή από τους πολίτες.



Σχήμα 11: Pay-and-Receive-as-you-throw μοντέλο (οι συγγραφείς)

Φυσικά, με το μοντέλο αυτό υπάρχει ο κίνδυνος οι πολίτες να δηλώνουν περισσότερα υπολειμματικά απόβλητα ως ανακυκλώσιμα απόβλητα προκειμένου να βελτιώσουν τη σχέση κόστους-οφέλους τους. Για τα ανεπαρκώς διαχωρισμένα ανακυκλώσιμα απόβλητα, ιδίως τα οργανικά απόβλητα, ο δήμος εισπράττει καθόλου ή λιγότερα έσοδα. Ένας άλλος κίνδυνος του μοντέλου του τέλους «ο ρυπαίνων πληρώνει» είναι ότι η παράνομη απόρριψη αποβλήτων στη φύση ή ο «τουρισμός» των αποβλήτων μπορεί να αυξηθεί.

Στο πλαίσιο αυτό, το σύστημα οικονομικών κινήτρων πρέπει να υποστηρίζεται από στοχευμένα στοιχεία επικοινωνίας και συμπεριφοράς. Προκειμένου να κατανοηθεί η κατάσταση λήψης αποφάσεων των πολιτών, τα δεδομένα των αποβλήτων πρέπει, επίσης, να φέρουν δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα, ώστε να είναι δυνατή η επικοινωνία με βάση το προφίλ και η ενθάρρυνση των πολιτών. Η αντιμετώπιση των πολιτών με τακτική επικοινωνία και ενημέρωση σχετικά με τις δυνατότητες αποφυγής των αποβλήτων, τον ορθό διαχωρισμό των αποβλήτων, την άμεση ανατροφοδότηση σχετικά με τον όγκο που παράγεται μεμονωμένα και την ποιότητα διαχωρισμού μέσω SMS ή άλλων μηνυμάτων μετά τη συλλογή των αποβλήτων είναι σημαντική. Μέσω ενός σαρωτή αποβλήτων εγκατεστημένου σε φορητό, η ποιότητα διαχωρισμού μπορεί να μετρηθεί όταν αδειάζεται ένας κάδος αποβλήτων. Η ίδια προσέγγιση, τα κίνητρα και η έννοια της επικοινωνίας δεν θα είναι αποτελεσματικά για όλες τις ομάδες πολιτών, αλλά η γνώση σχετικά με τους πολίτες δίνει τη δυνατότητα σε έναν δήμο να τους διαχωρίσει σε ομάδες. Ορισμένοι πολίτες μπορούν, επίσης, να παρακινηθούν από έννοιες παιχνιδιού ή ανταμοιβής, όπως η δωρεάν χρήση δημόσιων υπηρεσιών (θέατρο, πισίνα, τοπικές μεταφορές κ.λπ.). Ως εκ τούτου, οι διαχειριστές αστικών αποβλήτων γίνονται αρχιτέκτονες επιλογής των αποφάσεων των πολιτών σχετικά με τα απόβλητα, αλλά στο πνεύμα των Thaler et al. (2013), οι πολίτες πρέπει πάντα να ενημερώνονται ανοιχτά σχετικά με την ενθάρρυνση των προσπαθειών.

2.3.3 Blockchain επιτρέπει την παροχή κινήτρων με κουπόνια

Η τεχνολογία διανεμημένου αρχείου συναλλαγών δίνει τη δυνατότητα στους ομότιμους χρήστες να ανταλλάσσουν ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία χωρίς τρίτους και χωρίς τη χρήση πλατφορμών με ασφαλή και αξιόπιστο τρόπο. Στο πλαίσιο του νέου Διαδικτύου της Αξίας, η ανταλλαγή αξιών, ο έλεγχος νομιμότητας της εξουσιοδότησης ιδιοκτησίας, η απόδειξη της ταυτότητας και η συγκατάθεση μιας συναλλαγής για αλλαγή ιδιοκτησίας βασίζονται εξ ολοκλήρου στην ευθύνη των ομοτίμων χρηστών και εκτελούνται με αποκεντρωμένο τρόπο εντός του δικτύου χωρίς τη χρήση κεντρικής αρχής.

Ένα “κουπόνι” (token) είναι η ψηφιακή αναπαράσταση μιας αξίας που μπορεί να ανταλλάσσεται απευθείας μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών. Τα ψηφιακά κουπόνια μπορούν να αντιπροσωπεύουν δικαίωμα χρήσης (κουπόνι χρησιμότητας) ή περιουσιακά

στοιχεία (κουπόνι κεφαλαίου) ή μέσα πληρωμής (κουπόνι πληρωμής). Τα κουπόνια μπορούν ιδανικά να χρησιμοποιηθούν ως μηχανισμοί παροχής κινήτρων για την επιβράβευση της αλλαγής συμπεριφοράς προς την κυκλική οικονομία.

Για παράδειγμα, εάν ένας παραγωγός μοιράζεται τις γνώσεις σχετικά με το προϊόν του ως διαβατήριο του υλικού που αλλάζει με έναν ανακυκλωτή ή επισκευαστή, αυτό έχει οικονομικό όφελος για τους αποδέκτες των γνώσεων. Κατά συνέπεια, σε αντάλλαγμα για την παροχή ειδικών γνώσεων, ο παραγωγός θα μπορούσε να πληρωθεί απευθείας, μεταξύ ομοτίμων χρηστών, μέσω κουπονιού πληρωμής, χωρίς τη μεσολάβηση τράπεζας.

Η οικονομία της αγοράς βασίζεται σε πλήθος αποκεντρωμένων οικονομικών αποφάσεων που λαμβάνονται βάσει κινήτρων. Η μετάβαση από το γραμμικό οικονομικό σύστημα στην κυκλική οικονομία δεν μπορεί να οργανωθεί από την κορυφή προς τη βάση, αλλά απαιτεί έξυπνο σχεδιασμό οικονομικών κινήτρων για τους συμμετέχοντες στην αγορά. Με κουπόνια, τα συστήματα παροχής κινήτρων μεταξύ ομοτίμων χρηστών για ένα δίκτυο συμμετεχόντων Blockchain μπορούν να σχεδιαστούν εξαιρετικά αποτελεσματικά και προσαρμοσμένα για κάθε εφαρμογή.

Όπως γράφει η PwC (2018) στην έκθεσή της: «Παροχή κινήτρων για κυκλικές οικονομίες: Το Blockchain θα μπορούσε να αλλάξει θεμελιωδώς τον τρόπο με τον οποίο τα υλικά και οι φυσικοί πόροι αποτιμώνται και εμπορεύονται, παρέχοντας κίνητρα σε ιδιώτες, εταιρείες και κυβερνήσεις να ξεκλειδώσουν την οικονομική αξία από πράγματα που σήμερα σπαταλώνονται, απορρίπτονται ή αντιμετωπίζονται ως οικονομικά ανεκτίμητα. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε ευρεία αλλαγή συμπεριφοράς και να συμβάλει στην υλοποίηση μιας πραγματικά κυκλικής οικονομίας.»

2.3.4 Χρησιμοποιήστε το Blockchain για να εντοπίσετε και να παρακολουθήσετε τους κύκλους ζωής των προϊόντων

Η τεχνολογία Blockchain ενισχύει τη διαφάνεια στην αλυσίδα εφοδιασμού των προϊόντων, καθώς κάθε μέρος ενός τελικού προϊόντος θα μπορούσε να παρακολουθείται με χρονολογική σειρά από την προέλευση έως το τελικό σημείο πώλησης. Ακόμη και δεδομένα όπως η διάρκεια χρήσης από τον πελάτη και το κόστος των αποβλήτων θα μπορούσαν να καταγράφονται. Οι πλήρεις πληροφορίες για τον κύκλο ζωής του προϊόντος θα μπορούσαν να εμπλουτιστούν με συμπληρωματικά δεδομένα σχετικά με το περιβαλλοντικό κόστος παραγωγής με τη χρήση αισθητήρων και φωτογραφικών μηχανών με τους δικούς τους αναγνωριστικούς κωδικούς δικτύου. Με τον τρόπο αυτό, οι χρηματικές αξίες όπως η τιμή ενός προϊόντος ή το κέρδος μιας εταιρείας θα μπορούσαν να συνδέονται σαφώς με τις αξίες του φυσικού κεφαλαίου και του περιβαλλοντικού κόστους. Η τεχνολογία διανεμημένου αρχείου συναλλαγών θα μπορούσε να είναι ένας καταλύτης για τη αποτίμηση της αξίας με βάση τη βιωσιμότητα.

Κατά κάποιον τρόπο, η τεχνολογία Blockchain επιτρέπει στην ονομαστική σφαίρα της λογιστικής και της αξίας να επανενωθεί με τον φυσικό κόσμο των εμπορικών αγαθών στην αλυσίδα εφοδιασμού. Η αποκέντρωση και των δύο συστημάτων θα μειώσει ριζικά την πολυπλοκότητα της λογιστικής και, ως εκ τούτου, θα μειώσει το κόστος παρακολούθησης και ελέγχου.

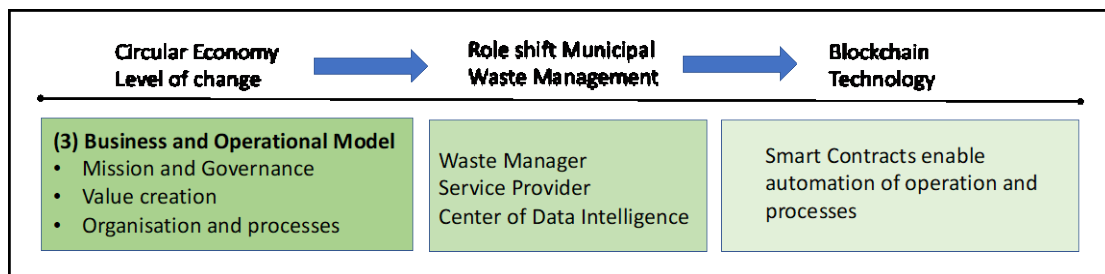
Όπως γράφει η IBM (2017, σ. 5) για «επικοινωνίες βασισμένες σε μηνύματα έναντι κρατικών επικοινωνιών»:

«Σήμερα, οι οργανισμοί στέλνουν μηνύματα μπρος-πίσω για να εκπληρώσουν διάφορες εργασίες, με κάθε οργανισμό να διατηρεί την κατάσταση της εργασίας σε τοπικό επίπεδο. Στα Blockchains, τα μηνύματα αντιπροσωπεύουν την κοινή κατάσταση της εργασίας, με κάθε μήνυμα να μεταφέρει την εργασία στην επόμενη κατάσταση στον κύκλο ζωής της. Τα Blockchains μετατοπίζουν το παράδειγμα από τις πληροφορίες που κατέχει ένας μεμονωμένος ιδιοκτήτης σε ένα κοινό ιστορικό ζωής ενός περιουσιακού στοιχείου ή μιας συναλλαγής. Αντί για επικοινωνίες που βασίζονται σε μηνύματα, το νέο παράδειγμα βασίζεται στην κατάσταση.»

Η διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού απαιτεί από τους παραγωγούς να πληρώνουν για τη διαχείριση στο τέλος του κύκλου ζωής ενός προϊόντος και για τη συσκευασία που διαθέτουν στην αγορά. Η εφαρμογή Blockchain θα επέτρεπε, με λιγότερες γραφειοκρατικές προσπάθειες, να ελεγχθεί αν τα τέλη των παραγωγών καλύπτουν πραγματικά τις δαπάνες που προκύπτουν από την επεξεργασία των αποβλήτων και, επιπλέον, ένας μηχανισμός παροχής κινήτρων θα μπορούσε να συνδυαστεί με αυτό: Λιγότερες συσκευασίες, λιγότερα απόβλητα, μεγαλύτεροι χρόνοι χρήσης κ.λπ. θα πρέπει να συνεπάγονται χαμηλότερο κόστος για τον παραγωγό.

2.4 Μετατροπή της διαχείρισης αστικών αποβλήτων

Η μετάβαση προς μια κυκλική οικονομία συνεπάγεται το τέλος της μαζικής παραγωγής και των επιχειρηματικών μοντέλων που βασίζονται αποκλειστικά στη μείωση του μοναδιαίου κόστους. Σε μια κυκλική οικονομία, η δημιουργία αξίας και η βιωσιμότητα συμβαδίζουν. Τα μη βιώσιμα επιχειρηματικά μοντέλα χάνουν αξία και οι βιώσιμες λειτουργίες κερδίζουν αξία. Η επανευθυγράμμιση του συστήματος αξιών αντικατοπτρίζεται από μια αλλαγή στην αποστολή των επιχειρήσεων, την αυτογνωσία και την οργάνωση. Τα μεταβαλλόμενα καθήκοντα και οι προκλήσεις (μετατόπιση ρόλων) συνεπάγονται έναν νέο προσανατολισμό τόσο στην οργάνωση όσο και στην αποστολή της διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων. Όπως με κάθε ψηφιακό μετασχηματισμό, δεν είναι το λογισμικό ή η τεχνολογία που είναι καθοριστική για την επιτυχία, αλλά η επανευθυγράμμιση ενός οργανισμού, των διαδικασιών και των ανθρώπων του. Το Blockchain μπορεί να συμβάλει σημαντικά εδώ, αφενός στην αυτοματοποίηση των διαδικασιών με τη χρήση έξυπνων συμβολαίων και αφετέρου στην αλληλεπίδραση με τις υπάρχουσες λύσεις IoT. Το Σχήμα 12 δείχνει την πορεία προς τη λογική δομή της ακόλουθης ανάλυσης.



Σχήμα 12: Μετασχηματισμός της Διαχείρισης Δημοτικών Αποβλήτων (οι συγγραφείς)

2.4.1 Δημιουργία αξίας των ΔΑΣΑ στην κυκλική οικονομία

Από τη μία πλευρά, η πρόταση αξίας της διαχείρισης αστικών αποβλήτων απορρέει από την προμήθεια πόρων και εμπορεύσιμων αγαθών που παράγονται από τις ροές ουσιών που εκμεταλλεύονται τα δεδομένα και κυκλοφορούν σε μια δικτυωμένη οικονομία. Αυτό

δημιουργεί επιχειρηματικές ευκαιρίες για τους παρόχους υπηρεσιών, προβλέποντας κατ' αυτόν τον τρόπο αποτελέσματα «αποκλιμάκωσης» όσον αφορά τη δημιουργία θέσεων εργασίας και τη δημιουργία πλούτου. Αυτή η πρόταση απευθύνεται κυρίως σε επιχειρηματικούς πελάτες. Ανάλογα με το κανάλι διανομής που χρησιμοποιείται, αυτή η πρόταση μπορεί να θεωρηθεί ως κατασκευαστής ή εμπορικό μοντέλο στην τυπολογία του Michael Rappa (Michael Rappa, 2010).

Από την άλλη πλευρά, η διαχείριση αστικών αποβλήτων συμβάλλει σημαντικά στις ανάγκες των πολιτών για το άδειασμα των κάδων τους και για την πρόσβαση στα δεδομένα αποβλήτων τους, και με πολύ πιο παγκόσμια έννοια, για ένα ασφαλές και καθαρό περιβάλλον που προκύπτει από τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την υψηλή ποιότητα των παρεχόμενων αγαθών. Η πρώτη πτυχή χαρακτηρίζεται ως συνδρομητικό μοντέλο από τον Michael Rappa (Michael Rappa, 2010).

Μέχρι πρόσφατα, τα πρότυπα ποιότητας της διαχείρισης αστικών αποβλήτων επικεντρώνονταν στις ποσότητες ουσιών που συλλέχθηκαν και διατέθηκαν ή πωλούνται σε φορείς ανακύκλωσης/επαναχρησιμοποίησης ή μονάδες αποτέφρωσης. Το εισόδημα προερχόταν, κατά κυριολεξία, από δραστηριότητες που είχαν ως αποτέλεσμα την υποτίμηση των περιουσιακών στοιχείων, την καταστροφή της αξίας και την απώλεια πόρων.

Εάν τα πρότυπα επιτυχίας και επιδόσεων της διαχείρισης αστικών αποβλήτων δεν υπόκεινται πλέον σε τιμαριθμική αναπροσαρμογή όσον αφορά τις ποσότητες αποβλήτων που συλλέγονται και απορρίπτονται, τι μπορεί να αντικαταστήσει τους δείκτες αναφοράς για τη μέτρηση του «παλαιού κόσμου»;

1. Πρότυπα και δείκτες που αντικατοπτρίζουν τους στόχους της ευρύτερης κυκλικής οικονομίας, όπως η κυκλοφορία των υλικών, η παράταση του κύκλου ζωής των προϊόντων, η αναβάθμιση και η αναπροσαρμογή των ανακυκλώσιμων προϊόντων και η ένταξη των πολιτών και των ενδιαφερόμενων μερών (για λεπτομερέστερη εικόνα των ΒΔΑ, βλ. κεφάλαιο 2.4 κατωτέρω)
2. Μείωση των γενικών αποβλήτων και του όγκου διάθεσης
3. Συμπεριφορά ανακύκλωσης και αποφυγής παραγωγής αποβλήτων από τους πολίτες και χρήση των υπηρεσιών δεδομένων της διαχείρισης αστικών αποβλήτων
4. Ιχνηλασιμότητα και διαφάνεια των οικιακών αποβλήτων και των ροών ανακύκλωσης
5. Αξία που δημιουργείται από ψηφιακά ταξινομημένες ροές αποβλήτων
6. Επιχειρηματικές ευκαιρίες που δημιουργούνται από τους φορείς διαχείρισης αστικών αποβλήτων για παρόχους υπηρεσιών

Περιττό να πούμε ότι ορισμένοι από αυτούς τους δείκτες αναφοράς μπορούν να εφαρμόζονται, ανάλογα με τις τοπικές προσεγγίσεις σύναψης συμβάσεων, σε δραστηριότητες που εκτελούνται από παρόχους υπηρεσιών και άλλους φορείς πλην της διαχείρισης αστικών αποβλήτων.

2.4.1 Αλλαγές στις λειτουργίες και τις διαδικασίες της διαχείρισης αστικών αποβλήτων

Ο κεντρικός ρόλος των συστημάτων ΔΑΣΑ για την κυκλική οικονομία έγκειται σε τρεις παράγοντες:

1. Η διαχείριση αστικών αποβλήτων είναι, μεταξύ άλλων, η πύλη εισόδου των ροών ουσιών που προέρχονται από τα νοικοκυριά.
2. Είναι επίσης πολυσυμμετοχικοί κόμβοι που συνδέουν όλους τους χρήστες και τους παρόχους υπηρεσιών που δραστηριοποιούνται στον τομέα της ροής αποβλήτων και ουσιών.
3. Η φορείς διαχείρισης αστικών αποβλήτων είναι οι βασικοί συλλέκτες, παραγωγοί και έμποροι δεδομένων που αντικατοπτρίζουν τις ροές αποβλήτων/αξίας και τη συμπεριφορά των καταναλωτών και των αγαθών που ταξιδεύουν καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους.

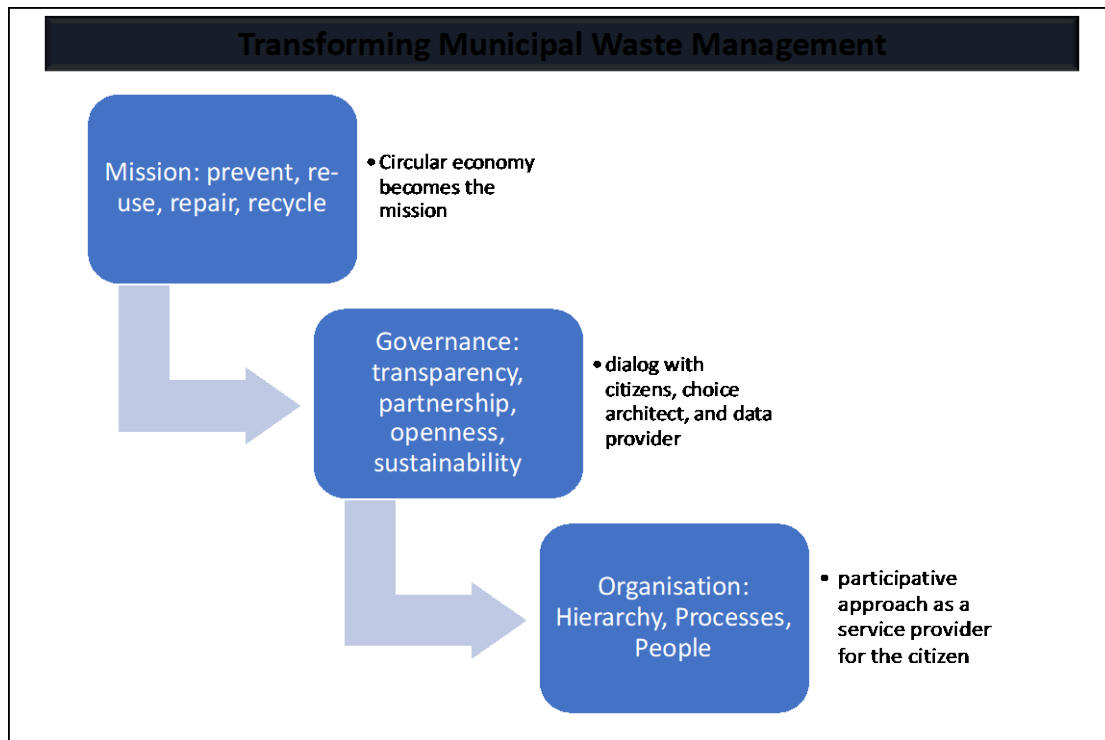
Αυτή η πολυμερής έκθεση και αλληλεπίδραση με πολλαπλές αγορές, κύκλους και ενδιαφερόμενα μέρη/ομάδες-στόχους προκαλεί σημαντικές επιπλοκές. Απαιτεί ευέλικτες και διαφανείς διαδικασίες στις οποίες όλα τα εμπλεκόμενα μέρη μπορούν να κατανοήσουν ή να συμμετάσχουν. Διαδικασίες τόσο διαφορετικές όσο η ενθάρρυνση των καταναλωτών στη μείωση του όγκου των αποβλήτων, η διοχέτευση των ροών ουσιών προς την ανακύκλωση ή την ανακύκλωση, η κατεύθυνση των αγαθών προς την επαναχρησιμοποίηση ή την αποκατάσταση, η ανάλυση ροών ανά περιεχόμενο αξίας, η παραγωγή ή η συλλογή δεδομένων αποβλήτων κ.λπ. απαιτούν ειδικές τεχνολογίες, επικοινωνία, αλληλεπίδραση και επαναληπτικά πρότυπα. Αυτό απαιτεί την αποσυναρμολόγηση των παλαιών δομών σιλό εντός των οργανισμών διαχείρισης αστικών αποβλήτων, έτσι ώστε οι τυπικές παλιές ρουτίνες δημόσιας διοίκησης να μπορούν να ξεπεραστούν και να μετατραπούν σε σύγχρονες οργανωτικές διατάξεις που χαρακτηρίζονται από οργάνωση δικτύων, επίπεδες ιεραρχίες, ενδυνάμωση του προσωπικού, διεπιστημονικές ομάδες και ευέλικτη ηγεσία. Αυτή η αλλαγή απαιτεί επίσης από τους φορείς διαχείρισης αστικών αποβλήτων να ανοίξουν τα εταιρικά τους όρια σε παρόχους υπηρεσιών, πελάτες και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη και να γίνουν έτσι πιο «οσμωτικά».

2.4.2 Αλλαγές στις λειτουργίες και τις διαδικασίες της διαχείρισης αστικών αποβλήτων

Η διαχείριση των αστικών αποβλήτων βρίσκεται στο επίκεντρο της κυκλικής οικονομίας, παρακινώντας τους παραγωγούς, τους καταναλωτές, τους λιανοπωλητές και τους χονδρέμπορους να δημιουργούν λιγότερα απόβλητα, να χρησιμοποιούν τα προϊόντα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, να προτιμούν τα μεταχειρισμένα προϊόντα κ.λπ. Η κυκλική οικονομία αποτελεί επίσης μέσο μείωσης των αποβλήτων. Ωστόσο, όπως και με όλα τα άλλα ενδιαφερόμενα μέρη σε ένα σύστημα οικονομίας της αγοράς, τίθεται το ερώτημα αν οι δομές παροχής κινήτρων που προσφέρουν οι οργανισμοί διαχείρισης αστικών αποβλήτων είναι συμβατές με τους παραπάνω στόχους ή αν υποστηρίζουν τους στόχους της κυκλικής οικονομίας με βιώσιμο τρόπο. Στο σημερινό σύστημα, οι διαδικασίες των φορέων διαχείρισης αστικών αποβλήτων είναι άριστα οργανωμένες εάν συλλέγουν και επεξεργάζονται ή προωθούν τα απόβλητα που παράγονται από τους πολίτες όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά (με το χαμηλότερο δυνατό κόστος). Στην κυκλική οικονομία, οι υφιστάμενοι βασικοί δείκτες επιδόσεων που εφαρμόζονται στη διαχείριση αστικών αποβλήτων πρέπει να αναθεωρηθούν και να επεκταθούν: Εν προκειμένω, η ποιότητα του οργανισμού πρέπει επίσης να αξιολογηθεί ανάλογα με τον βαθμό στον οποίο οι οργανισμοί διαχείρισης αστικών αποβλήτων επιτυγχάνουν να μειώσουν τον όγκο των αποβλήτων, να αυξήσουν τη χρήση μεταχειρισμένων προϊόντων, να υποστηρίξουν τις δραστηριότητες επισκευής και να αυξήσουν τα ποσοστά ανακύκλωσης με:

- παροχή δεδομένων και πληροφοριών
- καθορισμό δομών κινήτρων για τους καταναλωτές και τους παραγωγούς (μοντέλο πληρωμής και λήψης κατά την απόρριψη)
- διευκόλυνση της επικοινωνίας με βάση τα προφίλ των χρηστών.

Η πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων από τους πολίτες και τις τοπικές επιχειρήσεις πρέπει να ενσωματωθεί στο DNA ενός οργανισμού διαχείρισης αστικών αποβλήτων. Η πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων είναι η αποστολή με την οποία πρέπει να ευθυγραμμιστούν ολόκληρος ο οργανισμός, η δομή του προσωπικού του και όλες οι διαδικασίες. Για να τεθεί απλά: όσο λιγότερα πρέπει να συλλέγουν οι οργανισμοί διαχείρισης αστικών αποβλήτων από τους πολίτες, τόσο περισσότερο οι προσπάθειές τους θα είναι επιτυχείς (Σχ. 13).



Σχήμα 13: Μετασχηματισμός της Διαχείρισης Δημοτικών Αποβλήτων (οι συγγραφείς)

Η αποστολή και η διακυβέρνηση των οργανισμών διαχείρισης αστικών αποβλήτων πρέπει να αλλάξουν όσον αφορά την άποψή τους για τους πολίτες. Το επίκεντρο δεν είναι πλέον μόνο η διάθεση των αποβλήτων των πολιτών, αλλά οι πολίτες ως εταίροι και πελάτες των οργανισμών αστικών αποβλήτων. Για να επιτευχθεί η συναίνεση των νοικοκυριών και των πολιτών για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων τους για τα απόβλητα, απαιτείται υψηλός βαθμός εμπιστοσύνης στους παρόχους δημοτικών υπηρεσιών. Εκτός από την εμπιστοσύνη στην προστασία των δεδομένων, είναι επίσης απαραίτητο οι πολίτες να έχουν βασική εμπιστοσύνη σε έναν δήμο ως δημόσιο φορέα και αρχή που δεν ελέγχει τους πολίτες και δεν τους περιορίζει στην ατομική ελευθερία και αυτονομία τους. Κατά συνέπεια, η παροχή δεδομένων και η χρήση τους πρέπει να αποφέρει οφέλη τόσο για τους δήμους όσο και για τους πολίτες τους και για το περιβάλλον. Όπως αναμένεται από τους πολίτες να αλλάξουν τη συμπεριφορά τους όσον αφορά τα απόβλητά τους, ο ρόλος των παρόχων δημόσιων υπηρεσιών θα πρέπει επίσης να αλλάξει ριζικά:

- Σε μεσοεπίπεδο, ένας δημόσιος οργανισμός πρέπει να εξελιχθεί σε έναν πάροχο υπηρεσιών που βασίζεται σε εταιρική σχέση, για τον οποίο τα συμφέροντα των

πολιτών αποτελούν πρώτη προτεραιότητα. Η δημόσια αξιοπιστία περιλαμβάνει επίσης υψηλό βαθμό διαφάνειας και ανοικτό χαρακτήρα των οργανισμών.

- Η προσανατολισμένη στο διάλογο επικοινωνία με τους πολίτες συνεπάγεται μια μεταρρύθμιση της οργανωτικής διακυβέρνησης, με στόχο τη δημιουργία στενής συνεργασίας με την κοινότητα και τους πολίτες της. Η συμμετοχή τοπικών οργανώσεων της κοινωνίας των πολιτών στις συμβουλευτικές επιτροπές των οργανισμών διαχείρισης αστικών αποβλήτων μπορεί επίσης να αποτελέσει μέτρο οικοδόμησης εμπιστοσύνης.
- Η αξιοπιστία όσον αφορά τη βιωσιμότητα απαιτεί επίσης από τους δημόσιους οργανισμούς να δεσμεύονται για τους στόχους της βιωσιμότητας, να τους εφαρμόζουν στις διαδικασίες και να υποβάλλουν εκθέσεις σχετικά με την πρόοδο προς την επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας. Σε αυτή τη διαδικασία, κάθε οργανισμός διαχείρισης αστικών αποβλήτων πρέπει να καθορίσει τη στρατηγική του για τη βιωσιμότητα με δείκτες σχετικά με την οργάνωση και τους ανθρώπινους πόρους, τις εσωτερικές διαδικασίες και τη συμβολή τους στην εξαγωγή αξίας από τις αλυσίδες αποβλήτων. Οι βασικοί δείκτες απόδοσης θα πρέπει να συνδέονται με τη βιωσιμότητα και να περιλαμβάνονται στην ετήσια υποβολή εκθέσεων.

Ο αναγκαίος μετασχηματισμός της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων σε σχέση με την εισαγωγή της κυκλικής οικονομίας είναι, όπως περιγράφεται αναλυτικά ανωτέρω, ένα διατομεακό έργο που συνεπάγεται τη μεταρρύθμιση του συνόλου του οργανισμού. Αυτή η διαδικασία μετασχηματισμού απαιτεί μια σαφή στρατηγική και κοστίζει πολλές επενδύσεις και χρόνο. Αυτό είναι πιθανό να ισχύει ιδιαίτερα για τους δημόσιους οργανισμούς που προστατεύονται από το δυναμικό ανταγωνισμό της αγοράς.

2.4.3 Εφαρμογή αλλαγών βήμα προς βήμα

Οι εξελίξεις που περιγράφηκαν ανωτέρω θα αποτελέσουν πρόκληση για τους φορείς διαχείρισης αστικών αποβλήτων που διαθέτουν υπόβαθρο δημόσιας διοίκησης και χρησιμότητας ώστε να ξεκινήσουν ένα μεγάλο άλμα μπροστά.

Σε μεγαλύτερο αριθμό περιπτώσεων, τα ακόλουθα βήματα μπορεί να είναι χρήσιμα:

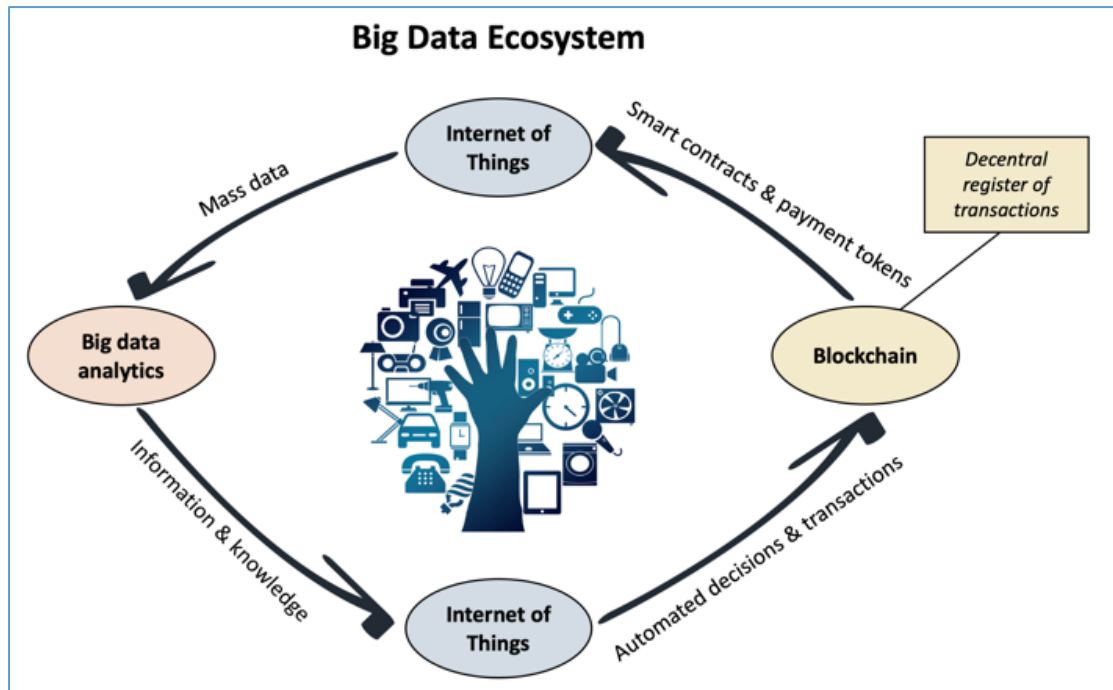
- Χαρτογράφηση εσωτερικών διαδικασιών
- Χαρτογράφηση των υφιστάμενων εταίρων/ενδιαφερομένων μερών και των διαδικασιών που διατηρούνται μαζί τους
- Καθορισμός στοχευόμενων τομέων/λειτουργιών/ικανοτήτων που ο συγκεκριμένος οργανισμός διαχείρισης αστικών αποβλήτων χρειάζεται να υπογράψει για την επιχειρηματική δραστηριότητα σε μια κυκλική οικονομία (π.χ. δήλωση αποστολής, προφίλ δεξιοτήτων, ψηφιακή υποδομή, ιεραρχίες και εταιρική οργάνωση, νέες διαδικασίες, εταιρική κουλτούρα, διαχείριση αλλαγών, μέτρηση επιδόσεων κ.λπ.)
- Λήψη αποφάσεων σχετικά με τα οικοσυστήματα που απαιτούνται για την αλλαγή (π.χ. εργαστήρια, δορυφορικοί οργανισμοί ή θυγατρικές, συμβουλευτικοί φορείς, διαδικασίες ανατροφοδότησης ή συμμετοχής, προσέγγιση διαχείρισης, ρόλος ακτιβιστών και ευαγγελιστών αλλαγής, υποδομές IT και κοινή χρήση δεδομένων κ.λπ.)
- Συμπερίληψη των καταναλωτών, των πελατών, των εταίρων και των ενδιαφερόμενων μερών εκ των προτέρων

- Καθορισμός των διαδικασιών επικοινωνίας που συνοδεύουν τον μετασχηματισμό καθ' όλη τη διάρκεια
- Καθορισμός προτεραιοτήτων (και μη προτεραιοτήτων), πεδίων πειραματισμού, σεναρίων και πιλοτικών έργων
- Καθορισμός χρονοδιαγραμμάτων και αποτελεσμάτων
- Σχεδιασμός εναλλακτικών σεναρίων
- Καθορισμός κινήτρων και δράσεων ενθάρρυνσης για το προσωπικό
- Εναρκτήριο(-α) πιλότο(-α) και κινήσεις υπεράσπισης

Καθώς οι φορείς διαχείρισης αστικών αποβλήτων έχουν συνήθως ισχυρή έδραση στην τοπική κοινωνία, τα προγράμματα μετασχηματισμού ποικίλλουν σημαντικά. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας για τους φορείς διαχείρισης αστικών αποβλήτων να καθορίζουν τις δικές τους συγκεκριμένες προτεραιότητες και όχι να ακολουθούν ένα τυποποιημένο πρόγραμμα μετασχηματισμού.

2.4.4 Ενίσχυση της αυτοματοποίησης από IoT & Έξυπνα Συμβόλαια και Blockchain

Η πρόοδος στη ρομποτική και την τεχνολογία αισθητήρων, σε συνδυασμό με την ανάλυση μεγάλων δεδομένων και τους αλγόριθμους αυτοδιδασκαλίας, έχει δημιουργήσει δίκτυα φυσικών συσκευών που μπορούν να συνδέουν, να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα και να λαμβάνουν αυτόνομες αποφάσεις. Η εμφάνιση της τεχνολογίας Blockchain διευκολύνει τη συνολική τάση της αυτοματοποιημένης και ταχείας λήψης αποφάσεων, παρέχοντας μια κοινή βάση δεδομένων για την καταγραφή και την καταγραφή των αποκεντρωμένων συναλλαγών μεταξύ P2P, P2M και machine-to-machine (M2M). Επιπλέον, η τεχνολογία Blockchain επιτρέπει την αποθήκευση κώδικα λογισμικού με σχέσεις «αν-τότε» (“if-then”) εντός της βάσης δεδομένων, γεγονός που διευκολύνει τη χρήση των λεγόμενων έξυπνων συμβολαίων στα οποία οι χρήστες του Blockchain αποθηκεύουν αυτοματοποιημένες συναλλαγές, έτοιμες να εκτελεστούν δεδομένου ενός συγκεκριμένου εξωτερικού γεγονότος ως ενεργοποίησης (Lenz, 2019a).



Σχήμα 14: Οικοσύστημα Big Data και IoT (Lenz 2019a)

Για την εκτέλεση αυτόνομων αποφάσεων στον πραγματικό φυσικό κόσμο, απαιτούνται μηχανήματα με ποικιλία ενσωματωμένων αισθητήρων και γρήγορη σύνδεση στο διαδίκτυο. Η ανάπτυξη του Internet of Things (IoT) παρέχει την απαραίτητη σύνδεση μεταξύ του ψηφιακού και του πραγματικού κόσμου, χωρίς την οποία η ανάλυση μεγάλων δεδομένων (Big Data analytics) θα στερούνταν τόσο τη μάζα των δεδομένων που παράγονται από αισθητήρες για ανάλυση όσο και την εκτελεστική εξουσία των μηχανών για αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων. Οι συσκευές που βρίσκονται στο IoT και οι δύο τροφοδοτούν αλγόριθμους με δεδομένα και ελέγχονται σε κάποιο βαθμό από αυτούς τους ίδιους αλγόριθμους.

Οι Treleaven, Barnett, and Koshiyama (2019, p. 34) περιγράφουν τη στενή σύνδεση μεταξύ των Big Data, AI, IoT και Blockchain ως τέσσερις βασικές τεχνολογίες αλγορίθμων που «...είναι στενά συνδεδεμένες, δηλαδή η τεχνητή νοημοσύνη παρέχει τους αλγόριθμους, το Blockchain παρέχει υποδομή αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων, το IoT παρέχει τα δεδομένα και τα Big Data (συμπεριφορικά/προβλεπτικά) παρέχουν την ανάλυση».

Μια συγκριτική μελέτη σχετικά με την «Κατάσταση ψηφιοποίησης στην ευρωπαϊκή διαχείριση δημοτικών αποβλήτων» σε πέντε χώρες μέλη της ΕΕ τεκμηριώνει ότι οι οργανισμοί διαχείρισης αστικών αποβλήτων εκτελούν επί του παρόντος ένα ευρύ φάσμα καινοτόμων έργων IoT, αλλά τα περισσότερα από τα έργα είναι μεμονωμένες προσεγγίσεις και

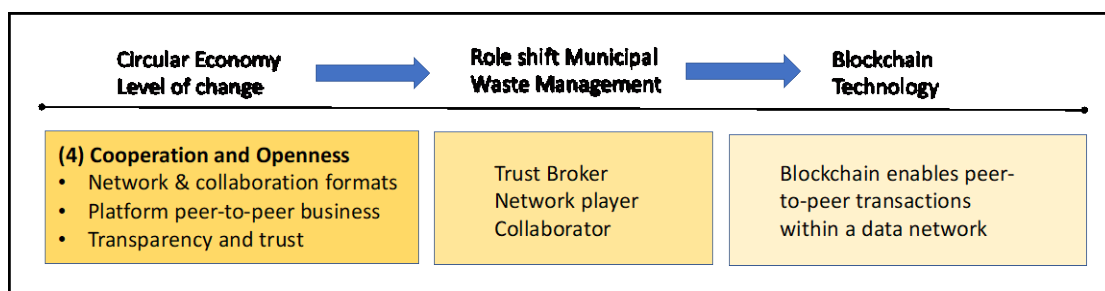
«...επίσης μη συνεργατικού χαρακτήρα όσον αφορά την ανταλλαγή δεδομένων με μεγάλο αριθμό ομάδων ενδιαφερομένων και τη δημιουργία συνεργειών μεταξύ των εμπλεκόμενων εταιρών. Αλλά η κυκλική οικονομία, για να είναι επιτυχής, απαιτεί συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών, είτε πρόκειται για παραγωγούς, καταναλωτές, σούπερ μάρκετ, δήμους ή επαγγελματίες, οι οποίοι πρέπει να ανταλλάσσουν δεδομένα στο πλαίσιο της συνεργασίας τους (Lenz et al., 2021, p. 27).»

«...Τα έργα ψηφιοποίησης που περιγράφονται στη διαχείριση αστικών αποβλήτων καθοδηγούνται σε μεγάλο βαθμό από τη χρήση νέων τεχνολογιών. Η εγκατάσταση τηλεματικής και IoT σε απορριμματοφόρα είναι τυπικά καθήκοντα των μηχανολόγων μηχανικών. Η εκπλήρωση αυτών των καθηκόντων είναι υψίστης σημασίας για την ομαλή λειτουργία των υλικοτεχνικών διαδικασιών εντός ενός οργανισμού. Αλλά το Blockchain έχει να κάνει με τη δημιουργία μιας αμοιβαία επωφελούς κατάστασης μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών μιας αλυσίδας, έτσι ώστε κάθε ένας από τους εμπλεκόμενους εταίρους να καταλήξει να επωφεληθεί από τη συνεργασία. (Lenz et al., 2021, p. 28).»

«Στην απάντηση σε ερωτήσεις σχετικά με την ετοιμότητα της διαχείρισης αστικών αποβλήτων για το Blockchain, γίνεται αντιληπτό ότι οι λύσεις σε τεχνικά προβλήματα είναι μερικές φορές ευκολότερες και πιο γρήγορα να αντιμετωπιστούν από ό,τι η αλλαγή ενός ολόκληρου οργανωτικού μοντέλου με σκοπό τη στενή συνεργασία σε ένα δίκτυο συνεργατών. Για να δοθεί τέλος απάντηση στο ερώτημα σχετικά με την ετοιμότητα για την εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain, μπορεί να ειπωθεί ότι, ναι, από καθαρά τεχνική άποψη, οι περισσότερες εταιρείες διαχείρισης αστικών αποβλήτων είναι ενημερωμένες και χρησιμοποιούν εκτενώς το IoT. Αυτό που λείπει είναι μια σαφής στρατηγική για τα δεδομένα, η οποία περιλαμβάνει την ανάλυση και την ανταλλαγή δεδομένων με διάφορους ενδιαφερόμενους φορείς. Ωστόσο, αυτά δεν είναι τεχνικά προβλήματα, αλλά προβλήματα της οργανωτικής ανάπτυξης των εταιρειών διαχείρισης αστικών αποβλήτων (Lenz et al., 2021, p. 28).»

2.5 Η διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων γίνεται μεσίτης εμπιστοσύνης

Η ανταλλαγή δεδομένων και η ροή πληροφοριών μεταξύ πολλών ενδιαφερόμενων μερών απαιτεί μια συνεργατική προσέγγιση που χρειάζεται εμπιστοσύνη. Η εμπιστοσύνη δεν μπορεί να είναι διαπροσωπική εμπιστοσύνη μεταξύ των διαφόρων παραγόντων λόγω του μεγάλου αριθμού και της ετερογένειας των ενδιαφερόμενων μερών και της γεωγραφικής διασποράς τους. Πρέπει να είναι θεσμική εμπιστοσύνη, στην προκειμένη περίπτωση σε έναν τοπικό δήμο και τη μονάδα διαχείρισης αποβλήτων του. Αυτό το είδος εμπιστοσύνης μπορεί να ενεργοποιηθεί μέσω της τεχνολογικής εμπιστοσύνης που δημιουργείται από τη διαφάνεια μιας αποκεντρωμένης βάσης δεδομένων Blockchain. Στο Σχήμα 15 απεικονίζεται αυτό το σχέδιο που επιτρέπει την «ενίσχυση».



Σχήμα 15: Η Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων γίνεται μεσίτης εμπιστοσύνης (οι συγγραφείς)

2.5.1 Ενίσχυση της αυτοματοποίησης από IoT & Έξυπνα Συμβόλαια και Blockchain

Οι οργανισμοί διαχείρισης αστικών αποβλήτων πρέπει να οικοδομήσουν εμπιστοσύνη τόσο με τους πολίτες όσο και με τους συμμετέχοντες στην αγορά. Οι πολίτες γίνονται εταίροι και

τόσο πελάτες όσο και προμηθευτές προϊόντων και δεδομένων. Οι παίκτες της αγοράς γίνονται πελάτες, παράγοντες αξίας και δημιουργοί. Ο διπλός ρόλος των πολιτών έγκειται στο γεγονός ότι εξασφαλίζουν την προμήθεια υλικών και ουσιών, αλλά και εκφράζουν τη ζήτηση για υπηρεσίες συλλογής.

Αυτό το πολύπλοκο δίκτυο συναλλαγών απαιτεί, ιδίως από την πλευρά των πολιτών, υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης στους παρόχους δημοτικών υπηρεσιών. Αυτό το «κεφάλαιο» εμπιστοσύνης είναι απαραίτητο για να εξασφαλιστεί η συναίνεση των νοικοκυριών και των πολιτών στους φορείς διαχείρισης αστικών αποβλήτων που συλλέγουν και αναλύουν τα δεδομένα τους για τα απόβλητα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η αποστολή και η ηγεσία των οργανισμών διαχείρισης αστικών αποβλήτων πρέπει να αναδιαμορφώσουν την άποψή της για τους πολίτες που πρέπει να αντιμετωπίζονται ως εταίροι, πολύτιμοι προμηθευτές και πελάτες.

Ως εκ τούτου, οι οργανισμοί διαχείρισης αστικών αποβλήτων πρέπει να εξελιχθούν σε συνεργατικούς παρόχους υπηρεσιών για τους οποίους τα συμφέροντα των πολιτών είναι υψίστης σημασίας. Η δημόσια αξιοπιστία που αποκτήθηκε με αυτόν τον τρόπο θα απαιτήσει επίσης υψηλό βαθμό διαφάνειας, διαφάνειας και λογοδοσίας εκ μέρους των οργανισμών διαχείρισης αστικών αποβλήτων. Οι πολίτες πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να επαληθεύουν εάν οι οργανισμοί διαχείρισης αστικών αποβλήτων συμμορφώνονται με τους στόχους και τα πρότυπα βιωσιμότητας και την εφαρμογή τους στις διαδικασίες και την υποβολή εκθέσεων.

Αυτή η λογοδοσία απαιτεί νέες προσεγγίσεις όσον αφορά την αποθήκευση δεδομένων, την πρόσβαση σε δεδομένα και τη διάδοση δεδομένων.

Για να εκτελέσουν αυτόν τον ρόλο οι οργανισμοί διαχείρισης αστικών αποβλήτων, δεν θα είναι αρκετό να αναδιαμορφώσουν το έργο τους. Υπό συνθήκες κυκλικής οικονομίας, ο μετασχηματισμός του τομέα διαχείρισης αστικών αποβλήτων συνεπάγεται μεταρρυθμίσεις ολόκληρου του οργανωτικού μοντέλου των φορέων διαχείρισης αστικών αποβλήτων.

Μια βασική δραστηριότητα που αντικατοπτρίζει αυτή την ανάγκη είναι η παροχή και η χρήση δεδομένων (ροή πολιτών και υλικών) και η χρήση τους. Μόνο αν αυτός ο νέος κύκλος συναλλαγών οδηγήσει σε αμοιβαία οφέλη για τους δήμους, τους παρόχους υπηρεσιών, τους πολίτες και το περιβάλλον, θα συναντήσει ευρεία αποδοχή. Αυτό συνεπάγεται σημαντικές ευθύνες για τους φορείς διαχείρισης αστικών αποβλήτων και απαιτεί νέες προσεγγίσεις όσον αφορά την αποθήκευση δεδομένων, την πρόσβαση σε δεδομένα και τη διάδοση δεδομένων.

Όπως προαναφέρθηκε, ο ρόλος των φορέων διαχείρισης αστικών αποβλήτων ως πυλών εισόδου αποβλήτων και κόμβων συναλλαγών δεν είναι απλώς μια απλή επέκταση μιας γραμμικής «συλλογής αποβλήτων στη διαλογή προς τη διαδικασία τροφοδοσίας ή διάθεσης», αλλά ένα «συναπτικό» πλέγμα που λειτουργεί σε ένα περιβάλλον πολλαπλών συναλλαγών και δυναμικών τοπίων κύκλων και δικτύων.

Η αλληλεπίδραση των συμμετεχόντων στην αγορά «αποβλήτων» παρουσιάζει όλο και πιο περίπλοκη εικόνα και απαιτεί από όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη να συμμετάσχουν σε δίκτυα τύπου συνεργατικού σχηματισμού. Η αλλαγή αυτή απαιτεί ψηφιακή ραχοκοκαλιά με τη μορφή πλατφορμών που θα επιτρέπουν την ταχεία και διαφανή συνεργασία και την ανταλλαγή δεδομένων.

Όσον αφορά τους φορείς διαχείρισης αστικών αποβλήτων, η πρόκληση μπορεί να είναι η:

- απόκτηση νέων γνώσεων και δεξιοτήτων
- αναδιαμόρφωση ολόκληρης της οργάνωσης και των διαδικασιών τους

- επανεφεύρεση μιας εταιρικής κουλτούρας ανοίγματος, συμμετρίας και λογοδοσίας για τον εαυτό τους
- εφαρμογή νέων συστημάτων λογιστικής και ελέγχου κατάλληλα για τη μέτρηση της κυκλικής και βιώσιμης δημιουργίας αξίας
- υιοθέτηση νέων μορφών συνεργασίας και δικτύωσης
- υιοθέτηση της ψηφιοποίησης με πλήρη αποφασιστικότητα
- δημιουργία υποδομών ψηφιακού δικτύου που μπορούν να διευκολύνουν την οριζόντια συνεργασία με λογική ομοτίμων

Η αναδυόμενη μαζική διαδικασία μετασχηματισμού των φορέων διαχείρισης αστικών αποβλήτων που λάμπει μέσα από αυτές τις προκλήσεις απαιτεί μια σαφή στρατηγική και κοστίζει σημαντικές επενδύσεις στη χρηματοδότηση, τον χρόνο και τις προσπάθειες συναλλαγών.

2.5.2 Η τεχνολογία Blockchain ως διευκολυντής της συνεργασίας P2P

Η συνεργασία απαιτεί υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης μεταξύ των εταίρων, καθώς το επιθυμητό αποτέλεσμα θα μπορούσε να επιτευχθεί μόνο από κοινού. Ο καθένας εξαρτάται ο ένας από τον άλλον, όπως οι συμμετέχοντες σε μια ομάδα αναρριχητών κατά την αναρρίχηση σε βουνά. Η εμπιστοσύνη μπορεί να προκύψει εάν κάθε συμμετέχων έχει πρόσβαση στις ίδιες αξιόπιστες πληροφορίες, ταυτόχρονα, σχετικά με δραστηριότητες και συναλλαγές. Εάν υπάρχει μόνο μία κοινή βάση δεδομένων στο καταναμεμημένο δίκτυο, καταγράφοντας όλες τις προηγούμενες συναλλαγές ως μια ενιαία πηγή αλήθειας για όλους τους συμμετέχοντες, αυτό είναι πιθανό να συμβεί.

Αυτό ακριβώς επιτρέπει η τεχνολογία Blockchain. Είναι μια τεχνολογία βάσης δεδομένων για την καταγραφή συναλλαγών μέσα σε ένα δίκτυο επιχειρήσεων peer-to-peer. Το blockchain έχει το πλεονέκτημα ότι τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν σε μεμονωμένα «μπλοκ» με τρόπο που δεν μπορεί να παραβιαστεί, πράγμα που σημαίνει ότι οι συμμετέχοντες στο Blockchain είναι σε θέση να ελέγξουν την αυθεντικότητα, την προέλευση και την ακεραιότητα των αποθηκευμένων δεδομένων. Ως δίκτυο peer-to-peer, σε συνδυασμό με έναν καταναμεμημένο διακομιστή χρονοσήμανσης, οι βάσεις δεδομένων Blockchain μπορούν να διαχειριστούν αυτόνομα. Δεν υπάρχει ανάγκη για έναν μόνο διαχειριστή, καθώς τα δικαιώματα διαχειριστή διανέμονται σε όλους τους συμμετέχοντες στο δίκτυο.

Το Blockchain είναι μια πολύ απλή τεχνολογία βάσης δεδομένων που επιτρέπει τη συνεργασία, αλλά δεν είναι μια μαγική σφαίρα για την επιτυχία. Είναι απλώς μια τεχνολογία για την επίλυση ορισμένων προβλημάτων πληροφοριών, αλλά αν το ίδιο το πρόβλημα δεν είναι καλά καθορισμένο (No. 1), εάν οι συμμετέχοντες είναι απρόθυμοι να μοιραστούν πληροφορίες (No. 2), εάν οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων είναι στατικές και ενσωματωμένες σε μια ισχυρή ιεραρχία (No. 3), εάν οι διεπαφές δεδομένων δεν είναι αυτοματοποιημένες και τυποποιημένες (No. 4), και αν η ίδια η επιχειρηματική διαδικασία δεν είναι βιώσιμη (No. 5), τότε μια εφαρμογή Blockchain μπορεί να είναι σπατάλη χρόνου και πόρων.

Η PwC (2016) το έθεσε πετυχημένα στο κείμενο [Q & A Blockchain FinTech](#)

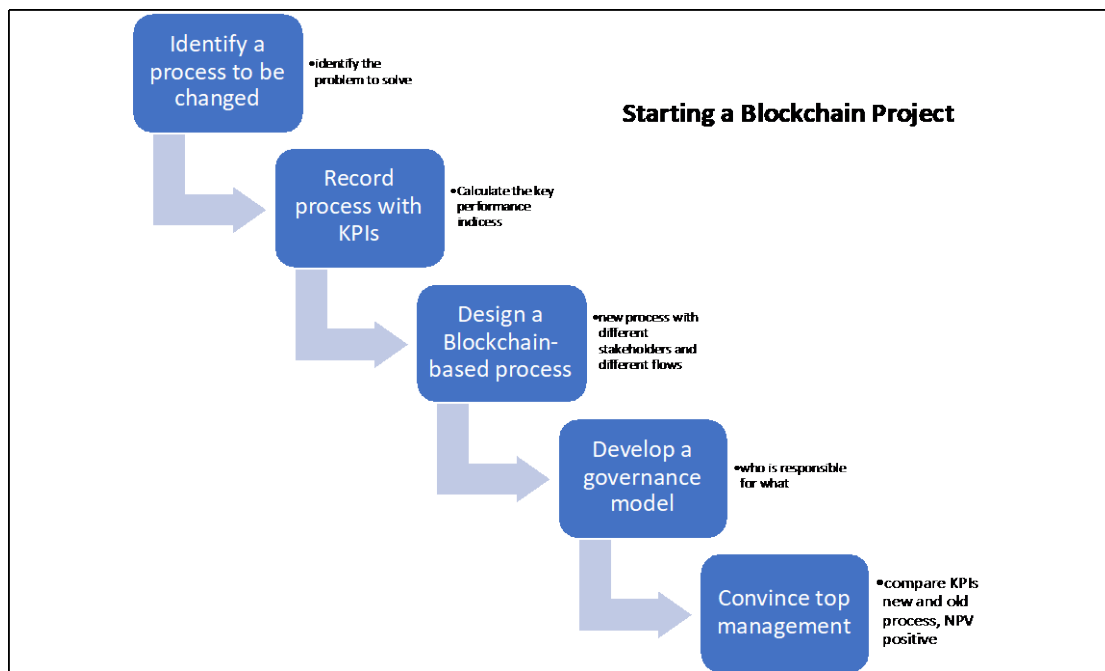
«Η συνεργατική τεχνολογία, όπως το Blockchain, υπόσχεται τη δυνατότητα να βελτιώσει τις επιχειρηματικές διαδικασίες που συμβαίνουν μεταξύ των εταιρειών, μειώνοντας ριζικά το «κόστος της εμπιστοσύνης». Για αυτό το λόγο, μπορεί να προσφέρει σημαντικά υψηλότερες αποδόσεις για κάθε επενδυτικό δολάριο που δαπανάται από τις παραδοσιακές εσωτερικές

επενδύσεις. Λοιπόν, ποια είναι η παγίδα; Δεν μπορείς να πάρεις την επιστροφή μόνος σου· πρέπει να είστε πρόθυμοι και ικανοί να συνεργαστείτε με πελάτες, προμηθευτές και ανταγωνιστές με τρόπους που δεν έχετε κάνει ποτέ πριν.»

3 Καθοδήγηση για την έναρξη διαδικασιών διαχείρισης αποβλήτων με βάση την τεχνολογία Blockchain

3.1 Στάδια ενός έργου Blockchain

Η ανάπτυξη και η υλοποίηση ενός έργου Blockchain αποτελείται σε μεγάλο βαθμό από τις εργασίες που συντελούνται στο πλαίσιο της διαχείρισης των αλλαγών και των διαδικασιών. Σε αντίθεση με το προφανές, η επιλογή της τεχνικής λύσης Blockchain παίζει δευτερεύοντα ρόλο. Συνεχή επικοινωνία, κατανόηση των ενδιαφερόντων του άλλου, πείθοντας προσωπικό και ενδιαφερόμενους φορείς, εξηγώντας τις τεχνικές δυνατότητες του Blockchain με απλούς όρους — αυτοί είναι οι παράγοντες της επιτυχίας ενός έργου και μιας επιτυχούς επιλογής των μελών της ομάδας του έργου (Lenz, 2019).



Σχήμα 16: Στάδια ενός έργου Blockchain (οι συγγραφείς)

Ένα τυπικό έργο Blockchain δεν είναι πραγματικά διαφορετικό από άλλα έργα. Το έργο μπορεί να χωριστεί σε πέντε στάδια: (1) Αναγνώριση κατάλληλης διαδικασίας για τη μετατροπή σε Blockchain, (2) Τεκμηρίωση των υφιστάμενων βασικών δεικτών απόδοσης, έτσι ώστε η επιτυχία να μπορεί να μετρηθεί αργότερα μετά τη μετατροπή. (3) Επανασχεδιασμός της νέας ροής της διαδικασίας. Για την εισαγωγή της τεχνολογίας Blockchain, μπορεί να είναι δυνατόν να απαλλαγούμε από ορισμένους μεσάζοντες. (4) Η εισαγωγή του Blockchain συνεπάγεται τη δημιουργία ενός συνεργατικού επιχειρηματικού μοντέλου που πρέπει να προσφέρει οφέλη σε κάθε ενδιαφερόμενο. Κατά συνέπεια, πρέπει να συμφωνηθεί από κοινού ένα μοντέλο διακυβέρνησης για τη διαδικασία αυτή με δεσμευτικούς κανόνες. (5) Εάν αυτή η «απόδειξη της ιδέας» (Proof of Concept) για το έργο Blockchain είναι επιτυχής, η διοίκηση πρέπει να πεισθεί για τα οφέλη της επένδυσης σε ένα πρωτότυπο. Τα πέντε στάδια περιγράφονται λεπτομερώς παρακάτω.

3.2 Προσδιορισμός κατάλληλης διαδικασίας για τη μετατροπή Blockchain

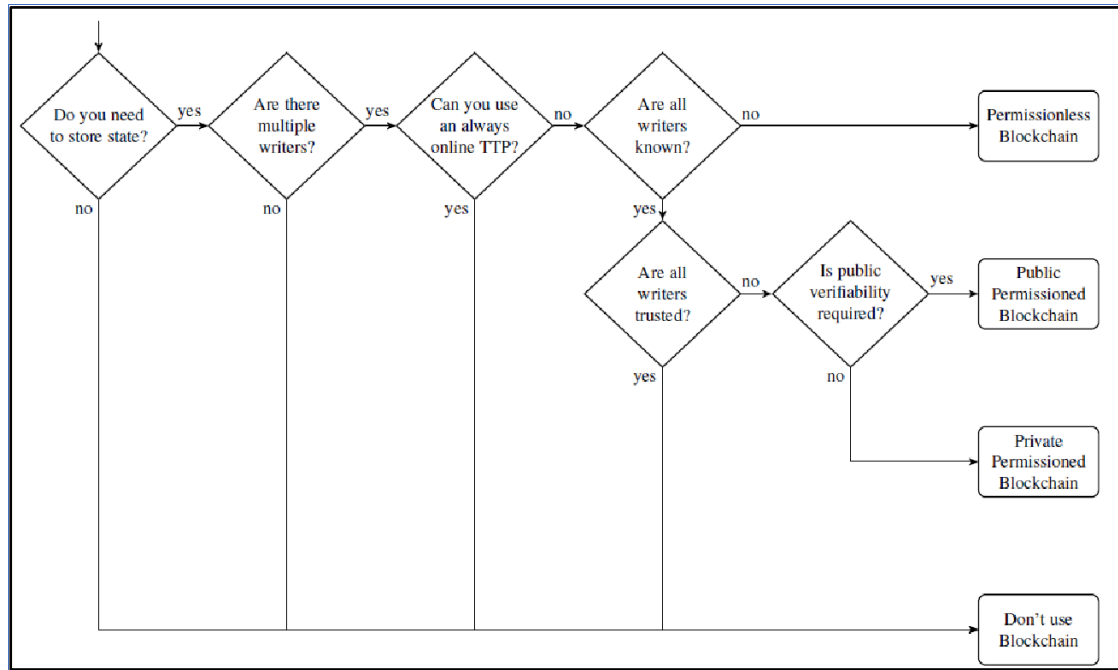
Τα έργα Blockchain είναι κατάλληλα για αποκεντρωμένες διαδικασίες με μεγάλο αριθμό εξωτερικών συμμετεχόντων, για τους οποίους είναι απολύτως απαραίτητο να λαμβάνουν αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση ενός έργου ή μιας διαδικασίας ανά πάσα στιγμή. Σίγουρα κάθε διαχειριστής μιας εταιρείας ή ενός οργανισμού γνωρίζει τέτοιες διαδικασίες συνεργασίας μεταξύ πλήθους εξωτερικών συνεργατών. Συνήθως, αυτές οι διαδικασίες χαρακτηρίζονται από μεγάλο αριθμό αποτυχιών, πολύ μεγάλους χρόνους παράδοσης, υψηλό κόστος παρακολούθησης και υψηλή δυσαρέσκεια όσων εμπλέκονται σε αυτή τη διαδικασία. Για να προσδιοριστεί μια κατάλληλη διαδικασία απαιτείται αλλαγή της νοοτροπίας: από μια ενδοοργανωτική νοοτροπία προς μια διαδιοργανωτική νοοτροπία που επιτρέπει την κατανόηση των συμφερόντων όλων των εμπλεκόμενων φορέων.

Η αντικατάσταση της εμπιστοσύνης σε μια κεντρική αρχή από τη διαφάνεια είναι ακριβώς το πλεονέκτημα ενός Blockchain. Σε μια δημόσια βάση δεδομένων Blockchain προσβάσιμη από όλους, κάθε συμμετέχων μπορεί να επαληθεύσει ταυτόχρονα ποιος έγραψε τι και πώς έχει αλλάξει η κατάσταση ενός μητρώου συναλλαγών (ledger). Μόλις αποθηκευτούν, οι πληροφορίες είναι μη αναστρέψιμες και αμετάβλητες, διαφορετικά η λογική συνοχή των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα σε τμήματα δεδομένων (μπλοκ) θα καταστραφεί. Έτσι, τα δύο βασικά στοιχεία του Blockchain αλληλοσυμπληρώνονται: Δημόσια επαληθευσιμότητα και ακεραιότητα των δεδομένων.

Όπως επισημαίνουν οι Wüst και Gervais (2018, σ. 2): «*Η ακεραιότητα των πληροφοριών συνδέεται στενά με τη δημόσια επαληθευσιμότητα. Εάν ένα σύστημα παρέχει δημόσια επαληθευσιμότητα, ο καθένας μπορεί να επαληθεύσει την ακεραιότητα των δεδομένων.*» Επιπλέον, τα δεδομένα Blockchain διατηρούνται περιττώς καθώς κάθε συγγραφέας εντός του δικτύου κατέχει μια αναπαραγωγή των δεδομένων, η οποία είναι μόνιμα συγχρονισμένη.

Ως εκ τούτου, οι λύσεις Blockchain είναι επωφελείς για τις διαδικασίες στις οποίες εμπλέκεται μεγάλος αριθμός συμμετεχόντων και στις οποίες είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τους συμμετέχοντες να λαμβάνουν πλήρεις και αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση μιας διαδικασίας ανά πάσα στιγμή. Οι αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση της διαδικασίας επιτρέπουν στους συμμετέχοντες να αντιδρούν στις αλλαγές ανά πάσα στιγμή, έτσι ώστε η διαδικασία να μην εκτελείται στατικά, αλλά να παραμένει δυναμική.

Οι Wüst και Gervais (2018) το αποτύπωσαν στο ακόλουθο δέντρο αποφάσεων, αποδεικνύοντας για ποια περίπτωση οι λύσεις Blockchain είναι οι πλέον κατάλληλες και για ποια περίπτωση μια κεντρική βάση δεδομένων θα μπορούσε να είναι η καλύτερη λύση.



Σχήμα 17: Χρειάζεστε Blockchain; (Wüst και Gervais 2018, σ. 3)

Οι λύσεις Blockchain είναι σημαντικά λιγότερο επεκτάσιμες από τις κεντρικές βάσεις δεδομένων. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα δημόσια δίκτυα Blockchain χωρίς περιορισμούς πρόσβασης. Η διαδικασία της δημόσιας επικύρωσης σε ένα δίκτυο χωρίς άδεια είναι χρονοβόρα, οπότε οι εφαρμογές Blockchain δεν είναι κατάλληλες για την αποθήκευση και την επεξεργασία μαζικών δεδομένων σε υψηλή ταχύτητα.

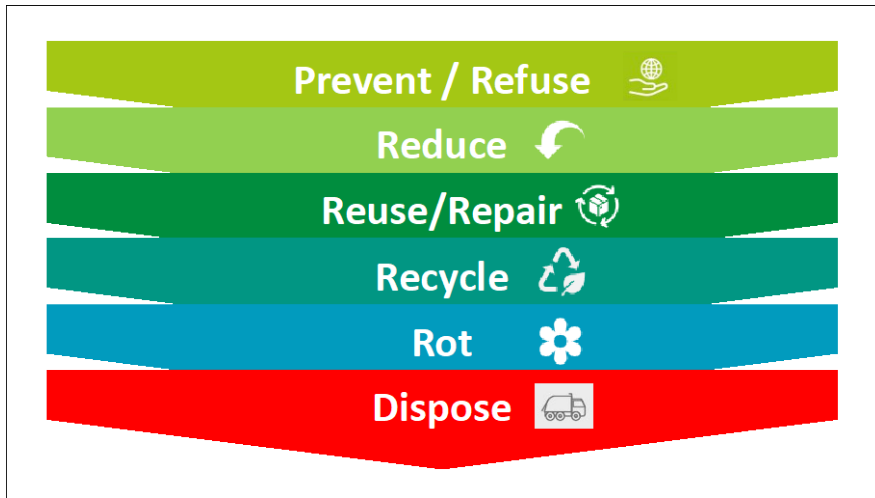
Από την παραπάνω σύγκριση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των εφαρμογών Blockchain με αυτά μιας κεντρικής βάσης δεδομένων, μπορεί να συναχθεί ότι η τεχνολογία Blockchain έχει το μεγαλύτερο όφελος σε εκείνες τις εφαρμογές όπου είναι σημαντικό για τους συμμετέχοντες να τεκμηριώνουν μια συγκεκριμένη κατάσταση σε μια διαδικασία ή σε ένα έργο με αξιόπιστο και μη παραποιημένο τρόπο και όπου η αποκεντρωμένη και αυτόνομη συλλογή δεδομένων από μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων είναι επωφελής. Οι εφαρμογές Blockchain φτάνουν στα όριά τους κατά την επεξεργασία μαζικών δεδομένων με υψηλή ταχύτητα. Εδώ έχουν σαφή μειονεκτήματα σε σύγκριση με τις εφαρμογές της κεντρικής βάσης δεδομένων (Lenz, 2019β).

3.3 Καταγραφή της αλυσίδας αποβλήτων με βασικούς δείκτες απόδοσης

Μόλις εντοπιστεί μια τέτοια διαδικασία, το επόμενο βήμα είναι η καταγραφή της ροής διεργασιών και των βασικών δεικτών απόδοσης (ΒΔΑ) της τρέχουσας διαδικασίας. Οι εύκολα αναγνωρίσιμοι και μετρήσιμοι ΒΔΑ σε συνδυασμό με παραμέτρους που επηρεάζουν τις πολιτικές διαχείρισης αποβλήτων θεωρούνται κρίσιμα στοιχεία κάθε μοντέλου διαχείρισης αποβλήτων. Οι αρχές μπορούν να τις χρησιμοποιήσουν για να αξιολογήσουν, με ποσοτικό τρόπο, την πρόοδο και τη βελτίωση του αναπτυγμένου μοντέλου ή της εφαρμοζόμενης στρατηγικής διαχείρισης αποβλήτων.

Πρώτα απ' όλα είναι οι στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν. Η ανάπτυξη των ΒΔΑ χρησιμεύει για τη μέτρηση και τον ποσοτικό προσδιορισμό του βαθμού επίτευξης των στόχων. Εδώ μπορούμε και πάλι να αναφερθούμε στις προαναφερθείσες 9R-στρατηγικές ως στόχους της

κυκλικής οικονομίας (βλ. Σχ 2), ή την πολυχρησιμοποιημένη αναπαράσταση της πυραμίδας αποβλήτων η οποία μπορεί να παρέχει κάποια σχετική κατεύθυνση.



Σχήμα 18: Στόχοι της Πυραμίδας Αποβλήτων (οι συγγραφείς που βασίζονται στην ιεράρχηση των αποβλήτων της ΕΕ βλ. άρθρο 4 της οδηγίας-πλαίσου της ΕΕ για τα απόβλητα)

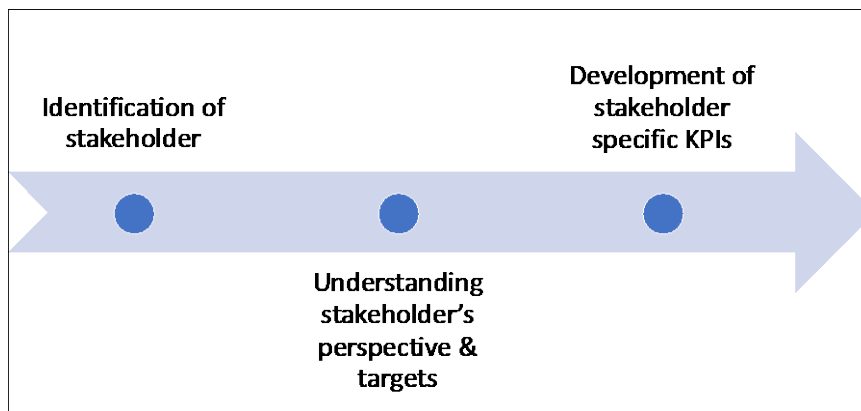
Ο γενικός στόχος είναι να μειωθούν όσο το δυνατόν περισσότερο τα απόβλητα. Η βέλτιστη ευκαιρία για να γίνει αυτό είναι απλά η πρόληψη/άρνηση των αποβλήτων με τη μη χρήση ενός υλικού. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, η χρήση ενός υλικού μπορεί να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο, π.χ. με τη χρήση μιας τεχνολογίας εξοικονόμησης υλικών. Εάν ένα υλικό πρέπει να χρησιμοποιηθεί, η επαναχρησιμοποίηση ή η επισκευή θα πρέπει να προορίζεται με επαναχρησιμοποίηση, δηλαδή κάθε εργασία με την οποία προϊόντα ή κατασκευαστικά στοιχεία που δεν είναι απόβλητα χρησιμοποιούνται εκ νέου για τον ίδιο σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκαν. Η επισκευή από τον χρήστη είναι δυνατή εάν ο τεχνικός σχεδιασμός δεν είναι υπερβολικά περίπλοκος και εάν υπάρχουν διαθέσιμα ανταλλακτικά — η βελτιστοποίηση και των δύο εξετάζεται επί του παρόντος στην ΕΕ. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, η ανακύκλωση θα πρέπει να είναι δυνατή, με την ανακύκλωση να σημαίνει κάθε εργασία ανάκτησης με την οποία τα απόβλητα μεταποιούνται εκ νέου σε προϊόντα, υλικά ή ουσίες, είτε για τους αρχικούς είτε για άλλους σκοπούς. Αυτό περιλαμβάνει την επανεπεξεργασία οργανικών υλικών, αλλά δεν περιλαμβάνει την ανάκτηση ενέργειας και την επανεπεξεργασία σε υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή για εργασίες επίχωσης (European Union, 2008 Art. 3 Waste Framework Directive 2008/98/EC). Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, τα φυσικά (!) υλικά θα πρέπει να αποσυντίθενται, διαφορετικά πρέπει να γίνεται απόρριψη με αποτέφρωση, συμπεριλαμβανομένης της εξαγωγής ενέργειας. Η απόρριψη με τη μορφή υγειονομικής ταφής θα πρέπει να αποφεύγεται. Έτσι, υπάρχει μια ποικιλία επιλογών για τη μείωση των αποβλήτων, γεγονός που καθιστά τον έλεγχο πιο περίπλοκο.

Μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει τον ακόλουθο κατάλογο των καταλληλότερων επιχειρησιακών ΒΔΑ που χρησιμοποιούνται ευρέως στην ανάλυση διαχείρισης αποβλήτων και που θα μπορούσαν να αξιολογηθούν από τις δημοτικές αρχές: Ανάλυση Σύνθεσης Αποβλήτων, Παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων, Ανακύκλωση Αστικών Αποβλήτων, Ποσοστό Παραγωγής Αποβλήτων, Ποσοστό Ανάκτησης Αποβλήτων, Λόγος Παραγωγής Αποβλήτων, Υποδομή Αποβλήτων (AlHumid, Haider, AlSaleem, Shafiquzamman, & Sadiq, 2019; Pappas et al., 2022; Zorpas, 2020).

- Η ανάλυση της σύνθεσης των αποβλήτων (WCA) θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ο σημαντικότερος ΒΔΑ, ο οποίος χρησιμοποιείται για την ενημέρωση των αρχών σχετικά με το είδος των αποβλήτων που παράγονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή (πλαστικά, αλουμίνιο, χαρτί, γυαλί, οργανικά απόβλητα και άλλα υλικά), πληροφορίες που θα μπορούσαν να είναι χρήσιμες για τη διαμόρφωση μιας στρατηγικής πρόληψης και διαχείρισης αποβλήτων (Pappas et al., 2022; Vardopoulos et al., 2021). Ανεπεξέργαστη ροή δεδομένων στο σύστημα μέσω συσκευών IoT εγκατεστημένων σε κάθε κάδο αποβλήτων, επιτρέποντας τον υπολογισμό του ποσοστού κάθε τύπου παραγόμενων αποβλήτων σε μια συγκεκριμένη περιοχή σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή.
- Ένας άλλος σημαντικός ΒΔΑ, ο οποίος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την έκταση και τον πληθυσμό της πόλης, είναι η παραγωγή στερεών αστικών αποβλήτων, η αναλογία της μέσης κατά κεφαλήν ποσότητας αποβλήτων (Loizia et al., 2021). Υπολογίζεται διαιρώντας το σύνολο των παραγόμενων αποβλήτων με τον πληθυσμό μιας συγκεκριμένης περιοχής.
- Η ανακύκλωση αστικών αποβλήτων αποτελεί επίσης σημαντικό ΒΔΑ για τη διαχείριση των αποβλήτων, καθώς εκφράζει την ποσότητα των αποβλήτων που έχουν ανακυκλωθεί σε σύγκριση με τα συνολικά παραγόμενα στερεά απόβλητα, σε μια συγκεκριμένη περιοχή σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή (Vardopoulos et al., 2021). Τα δεδομένα αυτού του είδους και οι πληροφορίες που προέρχονται από αυτά είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για τις δημοτικές αρχές, καθώς μπορούν να αξιολογήσουν τις υφιστάμενες δραστηριότητες και στρατηγικές πρόληψης, αλλά και τις επιχειρησιακές πτυχές που αφορούν τα συστήματα συλλογής (τύπος και ικανότητα ανακύκλωσης).
- Το ποσοστό παραγωγής αποβλήτων, το οποίο εκφράζει την αλλαγή της ποσότητας αποβλήτων που παράγονται ετησίως, θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ΒΔΑ που αξιολογεί τις επιδόσεις μιας στρατηγικής διαχείρισης αποβλήτων που ακολουθείται από τις αρχές ή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο για την υλοποίηση δράσεων που θα απέτρεπαν την αύξηση της ποσότητας (Loizia et al., 2021). Ο ΒΔΑ υπολογίζεται διαιρώντας την πρόβλεψη του συνολικού όγκου αποβλήτων που παράγονται ετησίως διά του συνολικού όγκου αποβλήτων που παρήχθησαν το προηγούμενο έτος.
- Το ποσοστό ανάκτησης αποβλήτων είναι ένας ΒΔΑ που εκφράζει την ανάκτηση των παραγόμενων αποβλήτων σε μια συγκεκριμένη περίοδο. Το ποσοστό ανάκτησης αποβλήτων υπολογίζεται διαιρώντας την ποσότητα των ανακτηθέντων αποβλήτων διά της ποσότητας παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων ανά τύπο αποβλήτων, ενώ οι διαθέσιμες επιλογές ανάκτησης περιλαμβάνουν την ανακύκλωση, την επαναχρησιμοποίηση, απόβλητα-σε-ενέργεια και την ανακατασκευή (Rhyner, Schwartz, Wenger, & Kohrell, 2017).
- Ο λόγος παραγωγής αποβλήτων εκτιμά την παραγωγή αποβλήτων στην επιλεγμένη περιοχή σε μονάδες χρόνου, δηλαδή ημερήσιες, εβδομαδιαίες, μηνιαίες ή ετήσιες και θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως μέτρηση της αποτελεσματικότητας μιας στρατηγικής διαχείρισης αποβλήτων ανάλογα με την αύξηση ή τη μείωση της τιμής του (Pappas et al., 2022).
- Οι υποδομές αποβλήτων αποτελούν επίσης πολύ σημαντικό ΒΔΑ, δεδομένου ότι θα μπορούσαν να μετρήσουν τις περιβαλλοντικές επιδόσεις των υφιστάμενων υποδομών διαχείρισης αποβλήτων. Περιλαμβάνει τον αριθμό και το είδος των κάδων αποβλήτων σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Παρέχει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με

την τρέχουσα υποδομή σε σχέση με την πυκνότητα κατοικίας της εν λόγω περιοχής. Είναι προφανές ότι, καθώς αυξάνεται η πυκνότητα του πληθυσμού, ο αριθμός των κάδων αποβλήτων αυξάνεται αναλογικά (Zorras, Lasaridi, Voukkali, Loizia, & Chroni, 2015).

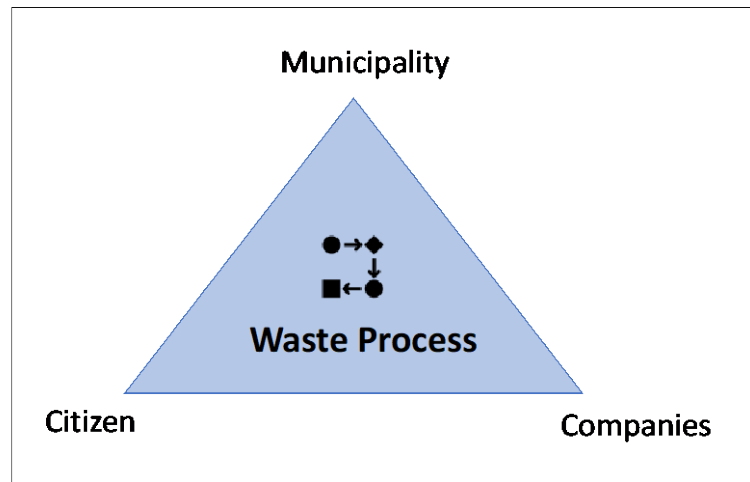
Οι βασικοί δείκτες απόδοσης που αναφέρονται ανωτέρω είναι σημαντικοί, αλλά δεν επαρκούν για τη μετατροπή μιας ολόκληρης διαδικασίας σε τεχνολογία Blockchain. Στόχος της κυκλικής οικονομίας είναι να επιτευχθεί μείωση των αποβλήτων, μεγαλύτερη χρήση των προϊόντων, υψηλότερο ποσοστό επισκευής, υψηλότερο ποσοστό ανακύκλωσης κ.λπ. μέσω αλλαγών συμπεριφοράς των εμπλεκόμενων φορέων. Κατά συνέπεια, προκειμένου να επιτευχθούν οι γενικοί στόχοι, οι ΒΔΑ πρέπει να προσαρμοστούν στην αντίστοιχη ομάδα ενδιαφερομένων. Ως εκ τούτου, η καταγραφή ολόκληρης της διαδικασίας με τους βασικούς δείκτες απόδοσης δύσκολα μπορεί να πραγματοποιηθεί από έναν μόνο οργανισμό και απαιτεί τη συνεργασία όλων των συμμετεχόντων. Συνιστάται η καταγραφή της διαδικασίας με απλό λογισμικό χωρίς υψηλό βαθμό λεπτομέρειας και ο περιορισμός της επιλογής των δεικτών στους πιο σημαντικούς, έτσι ώστε η διαδικασία συντονισμού και ο όγκος εργασίας να παραμένουν διαχειρίσιμες.



Σχήμα 19: Ανάπτυξη ειδικών ανά ενδιαφερόμενα μέρη ΒΔΑ σε μια συνεργατική διαδικασία (οι συντάκτες)

Τα ενδιαφερόμενα μέρη/φορείς

Όλοι οι συμμετέχοντες είναι ενδιαφερόμενοι φορείς του συστήματος διαχείρισης αστικών αποβλήτων ενώ (πρέπει) να ενδιαφέρονται για ένα βέλτιστο σύστημα που εξυπηρετεί τους στόχους τους. Ωστόσο, δεδομένου ότι οι προοπτικές ή οι στόχοι των φορέων ενδεχομένως να διαφέρουν, οι ΒΔΑ για τη μέτρηση του συστήματος διαχείρισης αστικών αποβλήτων θα πρέπει να διαφοροποιούνται και να προσαρμόζονται για περίπτωση. Οι συμμετέχοντες φορείς μπορεί να διακριθούν σε Διοίκηση, Πολίτες και Επιχειρήσεις.



Σχήμα 20: Ομάδες ενδιαφερομένων που συμμετέχουν στη διαδικασία των αποβλήτων (οι συντάκτες)

- Διοικήσεις/Δήμοι

Στο πλαίσιο αυτό, οι διοικήσεις θα πρέπει να ορίζονται ως όλα τα κυβερνητικά όργανα που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με τη διαχείριση αστικών αποβλήτων. Αυτές είναι πρωτίστως οι δημοτικές διοικήσεις που είναι άμεσα υπεύθυνες για τη διαδικασία διαχείρισης των συστημάτων διαχείρισης αστικών αποβλήτων. Αυτό καλύπτει την οργάνωση της διαδικασίας, την εφοδιαστική αποβλήτων, τη συλλογή απορριμμάτων, τη λειτουργία της αποτέφρωσης και τιμολόγησης, τη λογιστική και τον διακανονισμό των υπηρεσιών προς τους πολίτες και τις επιχειρήσεις. Δεύτερον, οι διοικήσεις καλύπτουν την κρατική κυβέρνηση και τους πολιτικούς θεσμούς ως εποπτικούς θεσμούς που επιβλέπουν και χρηματοδοτούν γενικά δίκτυα και διαχειρίζονται νομικά πλαίσια.

Δεδομένου ότι οι διοικήσεις είναι επίσημα υπεύθυνες για τη διαχείριση των συστημάτων διαχείρισης αστικών αποβλήτων, έχουν τη μεγαλύτερη ανάγκη για αποτελεσματικό έλεγχο και επαρκείς ΒΔΑ. Οι διοικήσεις χρειάζονται διαφάνεια και κανόνες, νόμους και συστήματα παροχής κινήτρων που να είναι αποτελεσματικά όσον αφορά τα αποτελέσματα και το κόστος. Οι δείκτες μπορεί να είναι οι ίδιοι για όλα τα επίπεδα διοίκησης, αλλά σε διαφορετικό βαθμό λεπτομέρειας.

- Πολίτες

Οι πολίτες είναι όλοι κάτοικοι των δήμων που παράγουν απόβλητα και είναι υπεύθυνοι για τη συλλογή και τη διαλογή των αποβλήτων. Και πρέπει να καταβάλλουν τέλη για τις υπηρεσίες συστημάτων διαχείρισης αστικών αποβλήτων στις διοικήσεις. Ορισμένοι πολίτες μπορεί να έχουν, είναι αλήθεια, ένα πρόσθετο ενδιαφέρον για τη βιώσιμη συμπεριφορά και θέλουν να συμβάλουν στο μέλλον του κόσμου, αλλά θεωρείται ότι, κατά μέσο όρο, όλοι οι πολίτες ως ιδιώτες έχουν τα ίδια συμφέροντα και στόχους. Έτσι, οι πολίτες ενδιαφέρονται να καταστήσουν τα συμφέροντά τους διαφανή.

- Επιχειρήσεις

Οι εταιρείες είναι νόμιμες οικονομικές οντότητες που δραστηριοποιούνται σε δήμους. Μπορεί να είναι εξαιρετικά διαφορετικές, αλλά έχουν σχεδόν το ίδιο ενδιαφέρον για τα τοπικά συστήματα διαχείρισης αστικών αποβλήτων. Οι εταιρείες μπορεί να είναι παραγωγοί πρώτων υλών, παραγωγοί συσκευασιών, παραγωγοί

τελικών προϊόντων, έμποροι/λιανοπωλητές, καθώς και εταιρείες εφοδιαστικής ή παροχής υπηρεσιών. Ακόμη και οι εταιρείες επισκευής, προ επεξεργασίας αποβλήτων και ανακύκλωσης είναι ειδικές εταιρείες με υποχρεώσεις και ευθύνες στις διαδικασίες του συστημάτων διαχείρισης αστικών αποβλήτων. Μια άλλη ειδική περίπτωση είναι οι δημόσιες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον τομέα της συλλογής αποβλήτων, της προεπεξεργασίας, της αποτέφρωσης και της υγειονομικής ταφής. Αυτές οι δραστηριότητες μπορούν να ανατεθούν σε ιδιωτικές εταιρείες.

- Οι εταιρείες είναι επίσης υπεύθυνες για τη συλλογή και τη διαλογή των αποβλήτων. Και πρέπει να καταβάλλουν τέλη στις διοικήσεις για τις υπηρεσίες συστημάτων διαχείρισης αστικών αποβλήτων. Για τις εταιρείες μπορεί να υπάρχει ένα επιπλέον ενδιαφέρον για να δείξουν τα αποτελέσματά τους στην «πράσινη συμπεριφορά» μέσω της υποβολής εκθέσεων και ιδίως των ετήσιων εκθέσεων.

Ειδικοί στόχοι των ενδιαφερόμενων μερών

Οι ενδιαφερόμενοι επιδιώκουν ποικίλους στόχους στη διαχείριση αποβλήτων, οι οποίοι θα μπορούσαν να περιγραφούν ως εξής: Ο γενικός στόχος όλων των ενδιαφερόμενων μερών φαίνεται να είναι η μείωση των αποβλήτων όλων των τύπων για τη διάσωση του κόσμου. Τα απόβλητα αποτελούν ειδικό είδος ρύπανσης: η ρύπανση του αέρα και των υδάτων είναι επίσης σημαντική, αλλά, στο πλαίσιο αυτό, το συγκεκριμένο είδος συστημάτων διαχείρισης αστικών αποβλήτων θα πρέπει να συζητηθεί μόνο λαμβάνοντας υπόψη ότι τα συστήματα διαχείρισης αστικών αποβλήτων μπορεί να προκαλέσουν ατμοσφαιρική ρύπανση με καύση σε αποτεφρώσεις ή ρύπανση των υδάτων σε χώρους υγειονομικής ταφής ή άμεση διάθεση.

Οι σκοποί και οι σκοποί της διαχείρισης αποβλήτων μπορούν να υποδιαιρούνται σε άμεσους στόχους που αφορούν σημαντικούς σκοπούς και έμμεσους στόχους που μπορεί να αποτελούν κινητήρια δύναμη ή δράσεις και μέτρα που συμβάλλουν στην επίτευξη των άμεσων στόχων.

Πίνακας 1: Καθορισμός των ειδικών στόχων των ενδιαφερόμενων μερών (οι συντάκτες)

Επίπεδο	Ενδιαφέρον/Στόχος	Περιγραφή
Γενικό	Άμεσος: μείωση των συνολικών αποβλήτων ανά τύπο	▶ Κύριος στόχος για όλους να σώσουν τον κόσμο
Διοικήσεις (Δήμοι)	Άμεσος: μείωση κόστους επεξεργασίας	▶ Οι δήμοι σχεδιάζουν οικονομικά αποδοτικές διαδικασίες συστημάτων διαχείρισης αστικών αποβλήτων
	Έμμεσος: τιμολόγηση/τιμολόγηση αποβλήτων	▶ Η τιμολόγηση είναι απαραίτητη για την εξισορρόπηση του κόστους με τα έσοδα. Αλλά η τιμολόγηση μπορεί να ενσωματώσει εκπτώσεις.
	Έμμεσος: παροχή κινήτρων για καλή συλλογή και επεξεργασία	▶ Τα κίνητρα για τους πολίτες και τις επιχειρήσεις μπορεί να είναι χρήσιμα για τη βελτίωση και την ταχεία επίτευξη των στόχων
	Έμμεσος: τιμωρία της ρύπανσης	▶ Εκτός από τα κίνητρα, η τιμωρία μπορεί να είναι απαραίτητη για την καταστολή λανθασμένων ενεργειών.

	Έμμεσος: αύξηση της επισκευής	▶ Η αύξηση των ποσοστώσεων επισκευής μέσω της στήριξης των πολιτών και των επιχειρήσεων οδηγεί σε μείωση των αποβλήτων
Πολίτες	Άμεσος: μείωση του κόστους	▶ Θεωρείται ότι όλοι οι πολίτες έχουν συμφέρον να μειώσουν το κόστος
	Άμεσος: κίνητρα	▶ Λήψη κινήτρων
	Έμμεσος: συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος	▶ Για ορισμένους πολίτες η προστασία του περιβάλλοντος μπορεί να είναι εγγενές κίνητρο
	Έμμεσος: βελτιστοποίηση της συλλογής	▶ Εάν οι πολίτες βελτιστοποιήσουν τη συλλογή με σωστή διαλογή, αυξάνουν τις πιθανότητες για βέλτιστες διαδικασίες αποβλήτων
	Έμμεσος: αύξηση της επισκευής	▶ Η επισκευή μειώνει τα απόβλητα και το κόστος. Οι πολίτες μπορούν να υποστηρίζονται από δημοτικά όργανα ή εταιρείες που θα μπορούσαν να οριστούν νομικά
Επιχειρήσεις	Άμεσος: μείωση του κόστους	▶ Η μείωση του κόστους των αποβλήτων με τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών αποβλήτων οδηγεί σε υψηλότερα κέρδη
	Άμεσος: κίνητρα	▶ Λάβετε κίνητρα
	Έμμεσος: αποφυγή τιμωρίας	▶ Η τιμωρία οδηγεί σε υψηλότερο κόστος και κινδύνους εικόνας
	Έμμεσος: υποβολή εκθέσεων για πράσινες δράσεις	▶ Η απόδοση των αποβλήτων μπορεί να αποτελέσει μέρος της ετήσιας υποβολής εκθέσεων και αποτελεί παράγοντα δημιουργίας εικόνας
	Έμμεσος: πληροφορίες σχετικά με την εισαγωγή	▶ Εάν οι εταιρείες γνωρίζουν τις ποσότητες και τις τιμές των υλικών εισροής που λαμβάνονται από την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση μέσω Blockchain, η παραγωγική και η εφοδιαστική διαδικασία θα μπορούσαν να βελτιστοποιηθούν. Τα δικαιώματα των καταναλωτών να επιστρέφουν ελαττωματικά προϊόντα βάσει του νόμου, π.χ. για τις οικιακές συσκευές, καθίστανται διαφανή.
	Έμμεσος: βελτιστοποίηση της παραγωγής	▶ Η επαρκής υποβολή εκθέσεων σχετικά με τα απόβλητα και η διαφάνεια που επιτρέπει η χρήση του Blockchain θα μπορούσαν να συμβάλουν στη βελτιστοποίηση της παραγωγής, ιδίως με τη μείωση των συσκευασιών. Τα δικαιώματα των

καταναλωτών να επιστρέφουν ελαττωματικά προϊόντα θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μια πιο βιώσιμη ανάπτυξη των προϊόντων.

Έμμεσος: αύξηση της επισκευής (νομική υποχρέωση)

- ▶ Η επισκευή μπορεί να απαιτείται από το νόμο ή να προσφέρεται ως υπηρεσία. Η αύξηση των ποσοστώσεων επισκευής μπορεί να αποφέρει έσοδα.

Με βάση τα εκ των προτέρων καθορισμένα συμφέροντα των ενδιαφερόμενων μερών όσον αφορά τις πληροφορίες σχετικά με τις ροές υλικών, πληροφοριών και πληρωμών, θα μπορούσαν να εξαχθούν οι βασικοί δείκτες απόδοσης. Εστιάζοντας στη ροή των υλικών στο πλαίσιο της διαδικασίας, οι στόχοι αυτοί θα μπορούσαν να μετατραπούν στους ακόλουθους βασικούς δείκτες απόδοσης ανά ενδιαφερόμενα μέρη. Ορισμένοι από τους ΒΔΑ που παρατίθενται παρακάτω είναι ήδη γνωστοί από εκείνους που παρουσιάστηκαν προηγουμένως και ελήφθησαν από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Ωστόσο, στην περίπτωση αυτή, οι εν λόγω ΒΔΑ τροποποιούνται και προσαρμόζονται στις ανάγκες και τους στόχους συγκεκριμένων ομάδων ενδιαφερομένων.

Πίνακας 2: ΒΔΑ ανά ενδιαφερόμενα μέρη (οι συντάκτες)

Επίπεδο	Ενδιαφέρον/Στόχος	ΒΔΑ
Γενικό	Άμεσος: μείωση των συνολικών αποβλήτων ανά τύπο	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Ποσότητα ανά τύπο σε t συνολικά και κατά κεφαλήν, μεταβολή ▶ Ποσόστωση ανακύκλωσης ▶ Ποσόστωση επαναχρησιμοποίησης ▶ Μείωση του κόστους παρακολούθησης για τις μελλοντικές γενιές
Διοικήσεις (Δήμοι)	Άμεσος: μείωση κόστους επεξεργασίας	▶ Συνολικό κόστος διαδικασίας σε ευρώ
	Έμμεσος: τιμολόγηση/τιμολόγηση αποβλήτων	▶ Τιμή τιμολόγησης ανά τύπο
	Έμμεσος: παροχή κινήτρων για καλή συλλογή και επεξεργασία	▶ (1- ποσοστό σφάλματος) x τιμή κινήτρου ανά είδος
	Έμμεσος: τιμωρία της ρύπανσης	▶ Τιμή ανά t για απώλειες υλικών πλην της μεταποίησης
	Έμμεσος: αύξηση της επισκευής	▶ Ποσόστωση επισκευής
Πολίτες	Άμεσος: Μείωση του κόστους	▶ Κόστος αποβλήτων ανά τύπο και κατά κεφαλήν νοικοκυριού

	Άμεσος: κίνητρα	▶ (1- ποσοστό σφάλματος) x τιμή κινήτρου ανά είδος
	Έμμεσος: συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος	▶ «περιβαλλοντικά σημεία» σε %
	Έμμεσος: βελτιστοποίηση της συλλογής	▶ Ποσοστό σφάλματος ανά τύπο
	Έμμεσος: αύξηση της επισκευής	▶ Ποσόστωση επισκευής
Επιχειρήσεις	Άμεσος: μείωση του κόστους	▶ Συνολικό κόστος αποβλήτων ανά τύπο
	Άμεσος: κίνητρα	▶ (1- ποσοστό σφάλματος) x τιμή κινήτρου ανά είδος
	Έμμεσος: αποφυγή τιμωρίας	▶ Τιμή ανά t για απώλειες υλικών πλην της μεταποίησης
	Έμμεσος: υποβολή εκθέσεων για πράσινες δραστηριότητες	▶ Ποσότητα ανά τύπο σε t συνολικά, μεταβολή
	Έμμεσος: γνωρίζοντας τα δεδομένα	▶ Ποσότητα ανά τύπο σε t συνολικά ανά προμηθευτή
	Έμμεσος: βελτιστοποίηση της παραγωγής	▶ Ποσότητα ανά τύπο σε t συνολικά, μεταβολή
	Έμμεσος: αύξηση της επισκευής (νομική υποχρέωση)	▶ Ποσόστωση επισκευής

3.4 Σχεδιασμός μιας διαδικασίας βασισμένης σε Blockchain

Εκεί βρίσκεται η κύρια πρόκληση. Η τεχνολογία διανεμημένου μητρώου συναλλαγών επιτρέπει εντελώς νέες λύσεις και ως εκ τούτου απαιτεί όχι μόνο μια βαθιά κατανόηση των τεχνολογικών δυνατοτήτων, αλλά και την ικανότητα να σκέφτεται «έξω από το κουτί». Υπάρχουν τρεις ροές που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό της διαδικασίας: ροή υλικών, ροή πληροφοριών και ροή πληρωμών.

Ροή Υλικού

Μια πρωταρχική εστίαση είναι προφανώς η ροή των υλικών, η οποία πρέπει να είναι μετρήσιμη και ποσοτικά προσδιορίσιμη σε κάθε στάδιο της διαδικασίας. Σε μια βέλτιστη λύση, θα ήταν δυνατή η ποσοτικοποιημένη ιχνηλάτηση ενός συγκεκριμένου υλικού κατά μήκος ολόκληρης της αλυσίδας υλικών, συμπεριλαμβανομένων των βρόχων επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης. Επομένως, η διάρκεια ζωής μιας γυάλινης φιάλης μπορεί να περιγραφεί ως εξής: Το γυαλί παράγεται από διοξείδιο του πυριτίου και διαμορφώνεται ως φιάλη. Η φιάλη φέρει ετικέτα και γεμίζει, μεταφέρεται σε έμπορο και χρησιμοποιείται από πελάτη (πολίτη). Μετά τη χρήση το μπουκάλι συλλέγεται, καθαρίζεται, ξαναγεμίζεται και ούτω καθεξής. Μετά από 50 κύκλους, η φιάλη πρέπει να ανακυκλωθεί και, ως εκ τούτου, να θρυμματιστεί και να λιώσει. Το γυαλί θα επανεμφανιστεί σε νέες φιάλες και ούτω καθεξής έως ότου τα συστατικά δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την

παραγωγή νέων φιαλών λόγω της κόπωσης του υλικού. Στη συνέχεια, το γυαλί μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πληρωτικό υλικό για τις εθνικές οδούς. Το πρόβλημα της ιχνηλάτησης είναι προφανές: ενώ μια συγκεκριμένη φιάλη δύσκολα μπορεί να «επισημανθεί» (όχι ως χάρτινη ετικέτα) για τη διαδικασία ιχνηλάτησης, σε κάποιο στάδιο η φιάλη πρέπει να καταστραφεί και έτσι η «ετικέτα» καταστρέφεται. Για τη σωστή ιχνηλάτηση δεν είναι η φιάλη αλλά το ίδιο το υλικό του γυαλιού ή ακόμη και το πυρίτιο ως πρώτη ύλη που πρέπει να επισημανθεί. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την ενσωμάτωση ενός είδους «ετικέτας» (σήμα) στη χημική δομή. Δεδομένου ότι αυτό φαίνεται πολύ περίπλοκο η «επισημανση» δεν φαίνεται να αποτελεί λύση για την ιχνηλάτηση.

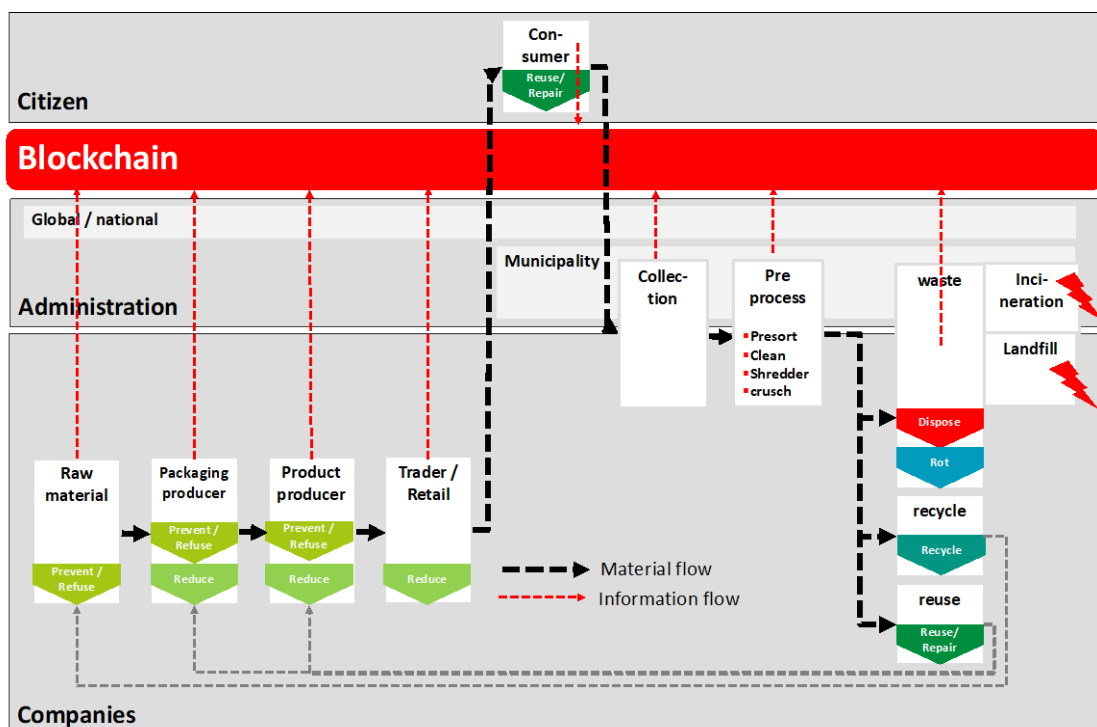
Έτσι, αν και τέτοιες πληροφορίες επισημανσης μπορούν εύκολα να αποθηκευτούν σε μια αλυσίδα Blockchain, απαιτείται διαφορετική λύση για τεχνικούς λόγους. Από ρεαλιστική άποψη, ο ποσοτικός προσδιορισμός όλων των αναφερόμενων υλικών φαίνεται να είναι δυνατός με τη μορφή βάρους (για ορισμένα προϊόντα όπως γυάλινες φιάλες ίσως ως ο αριθμός των φιαλών πολλαπλασιασμένος με το βάρος ανά φιάλη).

Κατά συνέπεια, κάθε παράγοντας που εμπλέκεται στη ροή αυτού του υλικού θα πρέπει να ποσοτικοποιεί τις εισροές (εισερχόμενα αγαθά) και τις εκροές (εξερχόμενα αγαθά και απόβλητα) κάθε αναφερόμενου τύπου υλικού κατά βάρος. Αυτός είναι ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να μετρηθούν οι σημαντικές απώλειες εντός μιας επιχείρησης ή σε μια διαδικασία κατανάλωσης. Δεδομένου ότι πολύ συχνά τα προϊόντα αποτελούνται από περισσότερα του ενός ή ακόμη και από σύνθετα υλικά, οι ποσότητες υλικών κάθε προϊόντος θα πρέπει να αποθηκεύονται στο κύριο σύνολο δεδομένων ενός προϊόντος. Π.χ. μια φιάλη ανθρακούχου νερού αποτελείται από γυαλί, χάρτινη ετικέτα και πλαστικά που χρησιμοποιούνται για το καπάκι της φιάλης. Αυτές οι πληροφορίες σχετικά με την ποσότητα υλικού μπορούν να καταγράφονται για κάθε εισερχόμενη ή εξερχόμενη φιάλη. Αλλά ακόμη και αυτό το απλό παράδειγμα δείχνει ότι θα πρέπει να υπάρχουν όρια στην παρακολούθηση που ορίζονται από το νόμο ή τους κανόνες: ο ποσοτικός προσδιορισμός της ετικέτας του χαρτιού δεν φαίνεται να έχει νόημα. Επομένως, συνολικά, ο ποσοτικός προσδιορισμός στο στάδιο εισόδου και εξόδου θα πρέπει να γίνεται μόνο για σημαντικές κατηγορίες υλικών που, κατά τον διαχωρισμό, ζυγίζονται ή αθροίζονται με τη χρήση των κύριων δεδομένων. Αυτά τα δεδομένα θα πρέπει να αποθηκεύονται καθημερινά σε ένα Blockchain ανά τύπο υλικού. Τα δεδομένα σχετικά με το υπόλοιπο υλικό πρέπει να αποθηκεύονται στο πληροφοριακό σύστημα της εταιρείας.

Αυτή η προσέγγιση φαίνεται να λειτουργεί σχεδόν σε κάθε ροή υλικού, εκτός από τους ιδιώτες πελάτες/πολίτες, όπως εδώ, δεν υπάρχει άμεση σύνδεση με το πληροφοριακό σύστημα. Ο ποσοτικός προσδιορισμός της παραγωγής των πολιτών μπορεί να γίνει με διαχωρισμό σε διαφορετικούς κάδους ανά τύπο υλικού (ή μεταγενέστερη διαλογή) και με ζύγιση ή/και σάρωση κατά τη διάρκεια της διαδικασίας συλλογής. Έτσι, η συνολική παραγωγή ενός εμπόρου θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί με τον ίδιο τρόπο όπως οι εισροές των ιδιωτών πελατών, εάν δεν σημειωθούν ενδιάμεσα απώλειες. Μόλις πραγματοποιηθεί η μέτρηση της ποσότητας, οι ροές υλικών πρέπει να αναλυθούν σε ένα επόμενο βήμα.

Δεδομένου ότι οι ροές υλικών αποτελούν τη βάση επί της οποίας αναπτύσσονται οι ΒΔΑ, αυτές οι ροές υλικών θα πρέπει να αναλυθούν. Ένα πρόβλημα είναι ότι οι ροές των υλικών μπορεί να διαφέρουν λόγω των ειδικών υλικών ιδιοτήτων τους. Αλλά δεδομένου ότι οι αρχές που εφαρμόζονται είναι σχεδόν πανομοιότυπες, μια γενικευμένη ροή υλικών που ταυριάζει σε όλους τους τύπους θα πρέπει να μοντελοποιηθεί. Η τυποποιημένη διαδικασία είναι γραμμική χωρίς βρόχους:

Η ροή των υλικών ξεκινά με την παραγωγή πρώτων υλών που παραδίδονται στις μονάδες παραγωγής και συσκευασίας ανάλογα με τις ανάγκες. Σίγουρα, η συσκευασία είναι από μόνη της ένα είδος προϊόντος, αλλά παρουσιάζεται εδώ χωριστά λόγω της ιδιαίτερης σημασίας της στις αλυσίδες αποβλήτων. Οι παραγωγοί μπορούν να είναι παραγωγοί τελικών προϊόντων για τελικούς πελάτες ή παραγωγοί ημικατεργασμένων προϊόντων που παραλαμβάνονται ως προπροϊόντα από άλλους παραγωγούς. Έτσι, υπάρχει πραγματικά ένα βρόχος υλικών σε αυτό το βήμα. Πρέπει να θεωρηθεί ότι οι παραγωγοί πρώτων υλών και ημικατεργασμένων προϊόντων βρίσκονται σε άλλους δήμους εκτός από τους παραγωγούς τελικών προϊόντων. Μόλις κατασκευαστούν, τα τελικά προϊόντα παραδίδονται στους εμπόρους. Μέχρι εδώ όλες οι συμμετέχουσες εταιρείες μπορεί να έχουν σχεδόν τα ίδια συμφέροντα όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι ορισμένες εταιρείες παράγουν πράγματι αστικά απόβλητα τα οποία πρέπει να συλλέγονται και να τιμολογούνται από τους δήμους, αλλά τα βήματα αυτά δεν περιλαμβάνονται στο ακόλουθο γράφημα για λόγους απλούστευσης.



Σχήμα 21: Σχεδιασμός μιας διαδικασίας διαχείρισης αποβλήτων με βάση την αλυσίδα Blockchain

Στη συνέχεια, τα προϊόντα «αφήνουν» το επίπεδο της επεξεργασίας που καλύπτεται από τις επιχειρήσεις όταν πωλούνται σε πελάτες έχοντας μια άλλη προοπτική για τη διαδικασία. Οι οικιακοί πελάτες ταξινομούν τα απόβλητα, π.χ. σε χωριστούς κάδους και τα απόβλητα συλλέγονται. Στη συνέχεια, τα απόβλητα υποβάλλονται σε προεπεξεργασία και ανακύκλωση, επαναχρησιμοποιούνται/επιδιορθώνονται ή υποβάλλονται σε επεξεργασία μέσω διαδικασιών αποσύνθεσης, αποτέφρωσης ή υγειονομικής ταφής.

Ροή πληροφοριών

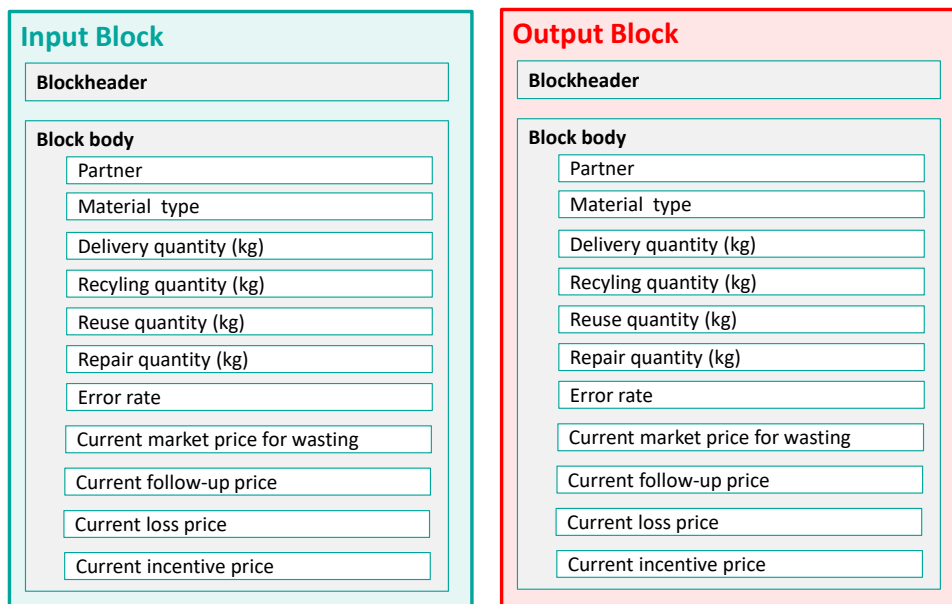
Η ροή πληροφοριών σε μια διαδικασία βασισμένη σε Blockchain φαίνεται εντελώς διαφορετική από τον συμβατικό έλεγχο της διαδικασίας, δεδομένου ότι η συμβατική γραμμική ροή πληροφοριών που μπορεί να δημιουργήσει μεγάλες καθυστερήσεις και ανεπάρκειες. Όλοι οι συμμετέχοντες μπορούν να έχουν ταυτόχρονα πρόσβαση στις ίδιες (σχεδόν) πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την πρόοδο ενός έργου. Υπάρχει

μόνο μία πηγή «αλήθειας» μέσα στο δίκτυο. Ο μόνιμος συγχρονισμός των δεδομένων και η ύπαρξη πολλαπλών αντιγραφών καθιστά επίσης τη βάση δεδομένων ανθεκτική έναντι κακόβουλων επιθέσεων.

Η IBM (2017, p. 5) το έθεσε στο «Message-based and state-based communications», ως εξής: «Σήμερα, οι οργανισμοί στέλνουν μηνύματα μπρος-πίσω για να εκπληρώσουν διάφορες εργασίες, με κάθε οργανισμό να διατηρεί την κατάσταση της εργασίας σε τοπικό επίπεδο. Στα Blockchains, τα μηνύματα αντιπροσωπεύουν την κοινή κατάσταση της εργασίας, με κάθε μήνυμα να μεταφέρει την εργασία στην επόμενη κατάσταση στον κύκλο ζωής της. Τα Blockchains μετατοπίζουν το παράδειγμα από τις πληροφορίες που κατέχει ένας μεμονωμένος ιδιοκτήτης σε ένα κοινό ιστορικό ζωής ενός περιουσιακού στοιχείου ή μιας συναλλαγής. Αντί για επικοινωνίες που βασίζονται σε μηνύματα, το νέο παράδειγμα βασίζεται στην κατάσταση.»

Κάθε βασική πληροφορία σχετική με τη δημιουργία των ΒΔΑ πρέπει να αποθηκεύεται στην αλυσίδα συστημάτων διαχείρισης αστικών αποβλήτων - Blockchain. Ως εκ τούτου, κάθε συμμετέχων (εκτός από τους πολίτες) πρέπει να δημιουργήσει ένα μπλοκ ανά τύπο, ώστε να είναι δυνατή η ομαδοποίηση. Οι ποσότητες μετρώνται όπως περιγράφεται ανωτέρω.

Οι τρέχουσες τιμές πρέπει να μεταφορτωθούν μέσω κλήσης απομακρυσμένης λειτουργίας από έναν δημοτικό διακομιστή. Αυτή η πλεονάζουσα πληροφόρηση για τις τιμές (δημοτικός εξυπηρετητής και κάθε μπλοκ) δεν είναι βέλτιστη από την άποψη της θεωρίας της πληροφορίας, αλλά οδηγεί σε πολύ υψηλότερες επιδόσεις όσον αφορά τη δημιουργία ΒΔΑ κατά παραγγελία. Έτσι, συνολικά η δομή του μπλοκ πρέπει να είναι όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 22.



Σχήμα 22: Δομή μπλοκ της διαδικασίας διαχείρισης αποβλήτων με βάση την αλυσίδα Blockchain (οι συγγραφείς)

Οι ΒΔΑ μπορούν να παραχθούν κατόπιν αιτήματος από αυτές τις πληροφορίες εάν το Blockchain είναι αρκετά αποδοτικό.

Η συνεργασία απαιτεί υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης μεταξύ των εταιρών, καθώς το επιθυμητό αποτέλεσμα μπορεί να επιτευχθεί μόνο από κοινού. Ο καθένας εξαρτάται ο ένας από τον άλλον, όπως οι συμμετέχοντες κατά την αναρρίχηση σε βουνά. Η εμπιστοσύνη

μπορεί να δημιουργηθεί εάν κάθε συμμετέχων έχει ταυτόχρονα πρόσβαση στις ίδιες αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με τις δραστηριότητες και τις συναλλαγές. Αυτή η προϋπόθεση πληρούται εάν υπάρχει μόνο μια κοινή βάση δεδομένων σε ένα καταναμημένο δίκτυο που καταγράφει όλες τις προηγούμενες συναλλαγές ως μια ενιαία πηγή αλήθειας για όλους τους συμμετέχοντες.

Ροή πληρωμής

Με το Blockchain, οι πράξεις πληρωμής μπορούν να οργανωθούν μεταξύ ομοτίμων χωρίς πρόσθετο χρηματοπιστωτικό διαμεσολαβητή και μπορούν ακόμη και να αυτοματοποιηθούν με τη βοήθεια έξυπνων συμβολαίων. Τα λεγόμενα ψηφιακά νομίσματα πληρωμών, δηλαδή οι ψηφιακές αξίες που υποθέτουν νομισματικές λειτουργίες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως χρήματα.

Σύμφωνα με το Bank for International Settlements (2018, p. 97), «...τα κρυπτονομίσματα συνδυάζουν τρία βασικά χαρακτηριστικά. Πρώτον, είναι ψηφιακά, φιλοδοξούν να είναι ένα βολικό μέσο πληρωμής και βασίζονται στην κρυπτογραφία για την πρόληψη της παραποίησης/απομίμησης και δόλιων συναλλαγών. Δεύτερον, αν και δημιουργήθηκαν από ιδιωτική πρωτοβουλία, δεν ευθύνεται κανείς για αυτά, δηλαδή δεν μπορούν να εξαργυρωθούν, και η αξία τους προέρχεται μόνο από την προσδοκία ότι θα συνεχίσουν να γίνονται αποδεκτά από τους άλλους. Αυτό τα κάνει παρόμοια με ένα νόμισμα (αν και χωρίς καμία εγγενή αξία στη χρήση). Και, τέλος, επιτρέπουν την ψηφιακή ανταλλαγή μεταξύ ομοτίμων (peer-to-peer)».

Το πιο σημαντικό σημείο αυτής της δήλωσης της BIS είναι το τελευταίο: «Τα ψηφιακά μέσα πληρωμής επιτρέπουν την ψηφιακή ανταλλαγή μεταξύ ομοτίμων». Τα τρέχοντα μέσα πληρωμής που κυκλοφορούν στο χρηματοπιστωτικό σύστημα δεν επιτρέπουν την ψηφιακή ανταλλαγή μεταξύ ομοτίμων, καθώς εκδίδονται από κεντρικές αρχές στο πλαίσιο των συστημάτων δύο βαθμίδων των εμπορικών τραπεζών και των κεντρικών τραπεζών. Ως εκ τούτου, εάν η τεχνολογία διανεμημένου μητρώου συναλλαγών πρόκειται να κερδίσει την αποδοχή στην πραγματική οικονομία μέσω συναλλαγών απευθείας peer-to-peer, τα ψηφιακά μέσα πληρωμής θα πρέπει να γίνουν το φυσικό συμπλήρωμα για την ανταλλαγή αξίας σε ψηφιακή βάση.

Όπως δηλώνει η BIS, τα ψηφιακά μέσα πληρωμής δημιουργούνται ιδιωτικά και η αξία τους προέρχεται μόνο από την προσδοκία ότι θα γίνουν αποδεκτά από τους άλλους. Δεν χρησιμεύουν ως νόμιμο χρήμα αναγνωρισμένο από ένα νομικό σύστημα, όπως τα κέρματα και τα χαρτονομίσματα. Ωστόσο, μετά την τρέχουσα συζήτηση, ορισμένες κεντρικές τράπεζες ενδέχεται να εκδίδουν ψηφιακές μορφές μετρητών βάσει αξίας στο μέλλον. Επί του παρόντος, είναι σταθερά κέρματα των οποίων οι ιδιώτες εκδότες εγγυώνται μια συναλλαγματική ισοτιμία 1 προς 1 του μέσου πληρωμής σε όλα τα σημαντικά νομίσματα (ΗΠΑ-Δολάριο, Ευρώ, Γεν ή Ελβετικό Φράγκο), τα οποία φαίνεται να είναι τα πλέον κατάλληλα για χρήση μεταξύ ομοτίμων. Αυτός είναι ο τρόπος με τον οποίο τα σταθερά νομίσματα αντιπροσωπεύουν μια γέφυρα μεταξύ του υπάρχοντος «παραστατικού χρήματος» των τραπεζών και του κόσμου των κρυπτονομισμάτων.

3.5 Ανάπτυξη μοντέλου διακυβέρνησης για εφαρμογές Blockchain

Η διακυβέρνηση της αλυσίδας Blockchain είναι μια συμφωνία ενδιαφερόμενων μερών που αναπτύσσεται και υιοθετείται από κοινού από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς. Το βασικό στοιχείο της αλυσίδας Blockchain είναι η αποκέντρωσή της, η οποία αναθέτει τις αποφάσεις

και την εποπτεία στο δίκτυο των ενδιαφερόμενων μερών και όχι σε ένα κεντρικό φορέα ή αρχή. Κατά συνέπεια, τα ενδιαφερόμενα μέρη πρέπει πρώτα να συμφωνήσουν σχετικά με τα ουσιώδη στοιχεία της συνεργασίας για τη διακυβέρνηση του δικτύου δεδομένων. Η δημιουργία ενός συστήματος κινήτρων βάσει διακριτικών καθιστά δυνατή τη δημιουργία μιας αμοιβαία επωφελούς κατάστασης για όλους τους συμμετέχοντες, ενθαρρύνοντάς τους έτσι να συμμετάσχουν σε αυτή τη συνεργατική βάση δεδομένων. Στη συνέχεια, παρέχεται επισκόπηση των βασικών στοιχείων της διακυβέρνησης για τη διαχείριση αποβλήτων με βάση την αλυσίδα Blockchain.

Η διακυβέρνηση του Blockchain ως συνεργατική διαδικασία

Αυτό είναι σίγουρα το πιο σημαντικό μέρος της συνεργατικής διαδικασίας. Πρέπει να δημιουργηθεί μια δομή διακυβέρνησης την οποία να μοιράζονται όλοι οι ενδιαφερόμενοι. Τελικά, αφορά την ιεραρχία και την κατανομή της εξουσίας. Συνεργάζονται όλες οι συμμετέχουσες εταιρείες με τα ίδια δικαιώματα ως ιδιοκτήτες μιας διαδικασίας ή τα δικαιώματα συγκεντρώνονται σε έναν μικρό κύκλο εταιρειών ή διανέμονται μόνο μέσα σε μία εταιρεία;

Στο πλαίσιο αυτό, θα πρέπει να εξεταστούν πρωτίστως τα ακόλουθα ερωτήματα:

- Ποιος καθορίζει τη συμμετοχή στην επιχειρηματική διαδικασία;
- Ποιος διανέμει τα δικαιώματα ανάγνωσης και γραφής στους συμμετέχοντες στη βάση δεδομένων Blockchain;
- Πώς επικυρώνεται μια νέα καταχώρηση στο Blockchain, αυτόματα μέσω ενός αλγορίθμου, όπως η απόδειξη της εργασίας (Proof of Work), ή πιο κεντρικά μέσω της απόδειξης συμμετοχής (Proof of Stake) ή της απόδειξης της αρχής (Proof of Authority); Η απόφαση για τον μηχανισμό συναίνεσης καθορίζει τόσο την επεκτασιμότητα όσο και την καθυστέρηση μιας τέτοιας διαδικασίας. Όπως οι Wüst και Gervais (2018, σ. 2) γράφουν: «Στα κεντρικά συστήματα, οι επιδόσεις όσον αφορά τον λανθάνοντα χρόνο και τη διάδοση είναι γενικά πολύ καλύτερες από ό,τι στα συστήματα Blockchain, καθώς οι αλυσίδες Blockchains προσθέτουν πρόσθετη πολυπλοκότητα μέσω του μηχανισμού συναίνεσης.»
- Οι αλλαγές στη ροή της διαδικασίας εγκρίνονται μέσω κοινής, δημοκρατικής συμφωνίας μεταξύ των συμμετεχόντων ή μέσω της ιεραρχίας της εταιρείας με το υψηλότερο μετοχικό κεφάλαιο;
- Πώς παρακολουθείται η διαδικασία; Υπάρχουν θεσμοθετημένες λύσεις για τις διαφορές μεταξύ των συμμετεχόντων;

Θα είναι δύσκολο για τις πολύ ιεραρχικές, κεντρικά διαχειριζόμενες εταιρείες να συμμετάσχουν σε ένα μοντέλο διακυβέρνησης στο οποίο κάθε συμμετέχων έχει σχεδόν ίσα δικαιώματα. Αλλά τα οικονομικά πλεονεκτήματα της λύσης Blockchain μπορούν να επιτευχθούν μόνο εάν το υψηλό κόστος της κεντρικής παρακολούθησης από ένα άτομο αντικατασταθεί από ένα αυτοελεγχόμενο, αποκεντρωμένο σύστημα κινήτρων και διαφάνειας (Lenz, 2019).

On-chain και off-chain διακυβέρνηση Blockchain

Η διακυβέρνηση των κοινοπραξιών Blockchain αποτελείται από συμφωνίες «on-chain» και «off-chain». Οι συμφωνίες «on-chain» είναι μια σειρά συμφωνιών που αφορούν το επιχειρησιακό μέρος της τεχνολογίας: φιλοξενία κόμβων, μηχανισμοί συναίνεσης, πρόσβαση και δικαιώματα, και tokenization, κατά περίπτωση. Ως εκ τούτου, η επιλογή του πρωτοκόλλου αποτελεί τη βάση αυτών των συμφωνιών «on-chain». Σε μια κοινοπραξία Blockchain, οι συμφωνίες εκτός αλυσίδας περιλαμβάνουν τους θεμελιώδεις κανόνες του

επιχειρηματικού μέρους. Οι φορείς πρέπει να σχεδιάσουν μια δομή διακυβέρνησης αποδεκτή από όλους τους συμμετέχοντες. Πρέπει επίσης να υπάρξει συμφωνία σχετικά με τον τρόπο ανταλλαγής των δεδομένων, τον βαθμό εισόδου/ελέγχου που θα έχει κάθε συμμετέχων και τον τρόπο αντιμετώπισης των ζητημάτων που σχετίζονται με τη συνολική απόδοση της κοινοπραξίας και των συμμετεχόντων της.

Τα Blockchains μπορούν να συμβάλουν στην καλύτερη συνεργασία αποθαρρύνοντας ή καθιστώντας αδύνατη την καιροσκοπική συμπεριφορά. Μπορεί επίσης να συμβάλει στον καλύτερο συντονισμό διευκολύνοντας την επικοινωνία και την ανταλλαγή πληροφοριών. Η εμπιστοσύνη είναι εγγενής στην τεχνολογία Blockchain. Τα Blockchains δεν βασίζονται άμεσα σε νομικά συστήματα για την επιβολή συμφωνιών, όπως συνήθως κάνουν τα συμβόλαια, και τα Blockchain δεν απαιτούν προσωπική εμπιστοσύνη ή άμεσες συνδέσεις μεταξύ των συνεργατών. Ωστόσο, οι φορείς πρέπει, ωστόσο, να αποκτήσουν εμπιστοσύνη στην τεχνολογία και να οικοδομήσουν τεχνολογική εμπιστοσύνη προκειμένου να αναπτύξουν την κοινοπραξία σε ένα οικοσύστημα Blockchain.

Το Blockchain επιτρέπει ένα σύστημα κινήτρων tokenized

Όπως προαναφέρθηκε, ένα σημαντικό στοιχείο της διακυβέρνησης Blockchain είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος παροχής κινήτρων για την παροχή κινήτρων στους διάφορους φορείς στην αλυσίδα αποβλήτων. Ένα τέτοιο σύστημα διακριτών κινήτρων μπορεί να παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την κινητοποίηση πολιτών. Ανάλογα με τις εγκεκριμένες πολιτικές, μπορούν να παρέχονται ανταλλάξιμα ή μη ανταλλάξιμα μέσα συναλλαγής (token – κουπόνι) στις διευθύνσεις Blockchain κάθε χρήστη σε ποσότητες και είδη που ανταποκρίνονται στη συμπεριφορά του χρήστη. Συνήθως, μια εφαρμογή για κινητά επιτρέπει στο χρήστη να διαχειρίζεται tokens στις διευθύνσεις Blockchain μέσω ενός πορτοφολιού Blockchain, όπου αποθηκεύονται τα ιδιωτικά κλειδιά για την κατοχή token. Άλλες ad-hoc λύσεις μπορούν να σχεδιαστούν για συγκεκριμένες κατηγορίες πολιτών. Ένα σύνολο έξυπνων συμβολαίων επιβάλλει αυτόματα την απόκτηση μέσων συναλλαγής από χρήστες που διαχωρίζουν σωστά και μειώνουν τα απόβλητα και συμβάλλουν στη βελτίωση του ποσοστού ανακύκλωσης. Το σύνολο των Token Smart Contracts μπορεί να αλληλεπιδράσει άμεσα με το σύνολο των Έξυπνων Συμβολαίων που διαχειρίζονται την αλυσίδα παρακολούθησης αποβλήτων, όπου η σωστή συμπεριφορά των νοικοκυριών έχει καταγραφεί από την ποιότητα διαχωρισμού, τη μείωση των αποβλήτων και άλλα κριτήρια, έτσι ώστε η αντίστοιχη ανταμοιβή σε tokens να κερδίζεται αυτόματα από ένα νοικοκυριό και να εναποτίθεται στο πορτοφόλι Blockchain του. Το νοικοκυριό μπορεί να ελέγξει τη συμβολική ανταμοιβή που κερδίζει στο πορτοφόλι του και να επαληθεύσει την αντιστοιχία με τα δεδομένα που καταγράφονται στην αλυσίδα παρακολούθησης αποβλήτων, χάρη στη διαφάνεια και την αμετάβλητη λειτουργία του Blockchain. Ένα πρόγραμμα περιήγησης Blockchain μπορεί να παρασχεθεί στους χρήστες, μαζί με το πορτοφόλι, σε μια εφαρμογή για κινητά. Τα tokens που ανήκουν στον χρήστη και μπορούν, κατ' αρχήν, να συσσωρεύονται, να ανταλλάσσονται, να δωρίζονται, να πωλούνται, να καταστρέφονται σύμφωνα με τις πολιτικές που υιοθετούνται στο Έξυπνο Σύμβολαιο για κάθε είδος μέσου συναλλαγής.

Οι δήμοι ή άλλοι κύριοι φορείς μπορούν να υιοθετήσουν στρατηγικές ανταμοιβής (όπως η ελεύθερη χρήση των δημόσιων υπηρεσιών) βασιζόμενοι σε tokens, δεδομένου ότι αυτές χορηγούνται για να είναι απρόσβλητες χάρη στην τεχνολογία Blockchain. Ολόκληρος ο κύκλος ζωής κάθε μέσου συναλλαγής μπορεί να παρακολουθείται από συναλλαγές Blockchain από τη δημιουργία έως την καταστροφή. Τα tokens δεν μπορούν να παραποιηθούν, να χρησιμοποιηθούν διπλά ή να αναπαραχθούν.

3.6 Πείθοντας την ανώτατη διοίκηση

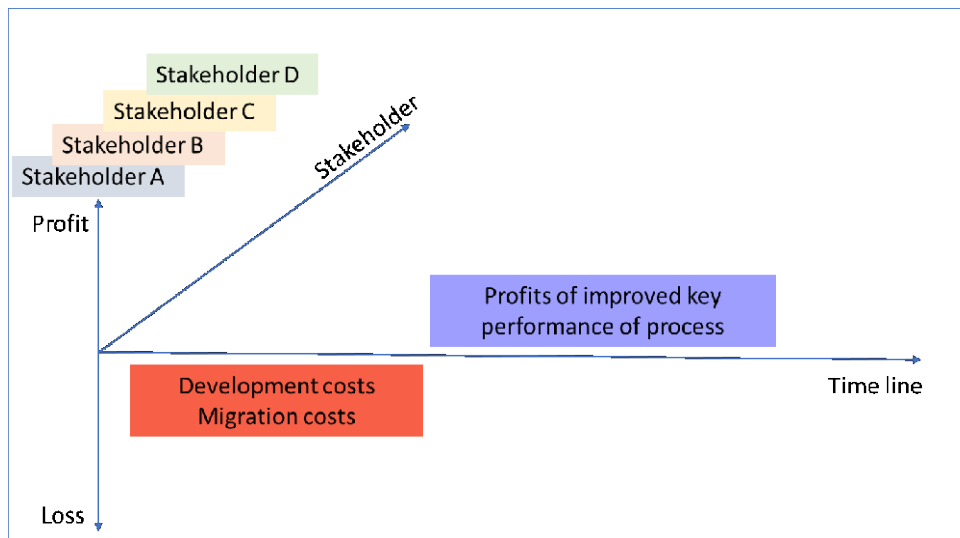
Οι τεχνολογίες Blockchain ενδέχεται να έχουν ανατρεπτικό αντίκτυπο στις αλυσίδες αξίας και στον τρόπο με τον οποίο δημιουργείται και διανέμεται η αξία. Ένα από τα αποτελέσματα εφαρμογής της τεχνολογίας Blockchain είναι ένας μεγάλος βαθμός αποδιαμεσολάβησης. Μέσα από μια ανάλυση ανά βιομηχανία, οι Carson, Romanelli, Walsh και Zhumaev (2018) αποκάλυψαν περισσότερες από 90 διακριτές περιπτώσεις διαφορετικής ωριμότητας για εφαρμογή Blockchain σε μεγάλες βιομηχανίες και παρουσίασαν τις ακόλουθες βασικές ιδέες σχετικά με τη στρατηγική αξία του Blockchain:

1. Η τεχνολογία Blockchain δεν χρειάζεται να είναι αποδιαμεσολαβητής για να παράγει αξία, γεγονός που ενθαρρύνει τις αδειοδοτημένες εμπορικές εφαρμογές.
2. Η βραχυπρόθεσμη αξία του Blockchain θα είναι κυρίως η μείωση του κόστους πριν από τη δημιουργία μετασηματιστικών επιχειρηματικών μοντέλων, και
3. Το Blockchain είναι ακόμα σε βρεφική ηλικία και πρέπει να αναπτυχθεί για να είναι εφικτό σε κλίμακα, κυρίως λόγω της δυσκολίας επίλυσης του παράδοξου της «συνεργασίας» για την καθιέρωση κοινών προτύπων. Τι σημαίνει «παράδοξο συνεργασίας»;

Στο τέλος της ημέρας πρέπει να αποπληρώσει...

Τελικά, μια απόφαση για τη μετατροπή σύνθετων διαδικασιών σε μια βάση δεδομένων συναλλαγών που βασίζεται σε τεχνολογία Blockchain με μεγάλο αριθμό εξωτερικών διεπαφών θα λαμβάνεται πάντα από το εκτελεστικό συμβούλιο μιας εταιρείας. Το αποφασιστικό επιχείρημα υπέρ της δοκιμής της τεχνολογίας θα είναι τελικά η προοπτική σημαντικής εξοικονόμησης κόστους και υψηλότερων κερδών. Έτσι, οι βασικοί δείκτες απόδοσης της τρέχουσας διαδικασίας πρέπει να συγκριθούν με εκείνες της νέας διαδικασίας που σχεδιάστηκε από την τεχνολογία Blockchain. Ωστόσο, στη διαχείριση αστικών αποβλήτων, με έναν δήμο να είναι δημόσιος φορέας, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι μη οικονομικοί βασικοί δείκτες απόδοσης, όπως τα μειωμένα απόβλητα, η καλύτερη ποιότητα διαχωρισμού των αποβλήτων, τα υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης και επισκευής κ.λπ., πέραν των βασικών δεικτών απόδοσης (κέρδος και κόστος).

Ένα διοικητικό συμβούλιο θα ήθελε επίσης να δώσει απαντήσεις στο ζήτημα του κόστους μετάβασης, δηλαδή του κόστους που προκύπτει από τη μετατροπή των υφιστάμενων διαδικασιών. Οι μελλοντικές αποταμιεύσεις που προσφέρει μια πρόσφατα σχεδιασμένη διαδικασία Blockchain πρέπει να υπερβαίνουν σαφώς το κόστος της μετατροπής της διαδικασίας, διαφορετικά μια τέτοια επένδυση δεν θα άξιζε τον κόπο. Ωστόσο, σε μια αμοιβαία επωφελή κατάσταση, η καθαρή παρούσα αξία μιας τέτοιας επένδυσης πρέπει να είναι θετική για κάθε ενδιαφερόμενο που συμμετέχει στη διαδικασία.



Σχήμα 23: Θετική απόδοση της επένδυσης για κάθε ενδιαφερόμενο; (Lenz 2019)

Εάν για κάθε ενδιαφερόμενο μέρος το αναμενόμενο μελλοντικό κέρδος υπερβαίνει το αρχικό κόστος του μετασχηματισμού της διαδικασίας, τότε η αντίστοιχη διοίκηση μπορεί να αποφασίσει να πραγματοποιήσει την εν λόγω επένδυση ή το αντίστοιχο έργο. Ρεαλιστικά, η μετάβαση σε μια διαδικασία διαχείρισης αποβλήτων με βάση την τεχνολογία Blockchain δεν θα οδηγήσει σε καθαρό όφελος για όλους τους εμπλεκόμενους. Για ορισμένα ενδιαφερόμενα μέρη, το κόστος της μετάβασης της υφιστάμενης διαδικασίας σε μια διαδικασία βασισμένη στην αλυσίδα Blockchain μπορεί επίσης να αντισταθμίσει τα δυνητικά οφέλη, ιδίως επειδή αυτά συμβαίνουν με κάποια αβεβαιότητα και η εκτίμηση του κόστους μετάβασης είναι σχετικά βέβαιη. Σε αυτό το σημείο τίθεται σε εφαρμογή το αποκεντρωμένο σύστημα κινήτρων που περιγράφεται στην παράγραφο 3.5 “Ανάπτυξη μοντέλου διακυβέρνησης για εφαρμογές Blockchain”. Πόσο σημαντικό είναι για τα ενδιαφερόμενα μέρη με προφανές όφελος να στηρίξουν τη μετάβαση στην αλυσίδα Blockchain των συμμετεχόντων με λιγότερα πλεονεκτήματα; Με άλλα λόγια, πόσο από το πλεονέκτημα που μπορεί να δημιουργήσει η μετάβαση στο Blockchain των πρώτων είναι πρόθυμοι να δώσουν μέσω ενός συστήματος κινήτρων που βασίζεται σε ένα μέσο συναλλαγής, έτσι ώστε τελικά να προκύψει μια κατάσταση win-win ή, ακριβέστερα, μια θετική απόδοση της επένδυσης για κάθε συμμετέχοντα;

Μια προοπτική του οικοσυστήματος είναι απαραίτητη

Στο σημερινό διασυνδεδεμένο κόσμο οι εταιρείες αναπτύσσονται σε οικοσυστήματα που εκτείνονται πέρα από τα όρια των δικών τους βιομηχανιών. Το ίδιο ισχύει και για τη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων. Πρόκειται για ένα οικοσύστημα με πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των παραγωγών, των καταναλωτών, των δήμων, των νομοθετών και των ρυθμιστικών αρχών, των συλλεκτών αποβλήτων, των μεταποιητών αποβλήτων, των εταιρειών ανακύκλωσης και ούτω καθεξής. Είναι όλοι φορείς του οικοσυστήματος της διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων. Ένα οικοσύστημα είναι μια οντότητα που αποτελείται από ένα ετερογενές σύνολο παραγόντων που συνδέονται μεταξύ τους. Αυτοί οι παράγοντες έχουν τη δική τους αυτονομία και ταυτόχρονα συνεργάζονται και ανταγωνίζονται. Στο οικοσύστημα της διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων, οι διάφοροι φορείς συνεργάζονται για τη δημιουργία και τη δέσμευση αξίας από την επεξεργασία των αστικών αποβλήτων (με τον πιο βιώσιμο δυνατό τρόπο). Ταυτόχρονα, όμως, έχουν συγκρουόμενα συμφέροντα. Για παράδειγμα, οι παραγωγοί θέλουν τη φθηνότερη δυνατή

συσκευασία, διατηρώντας την αναγνωρίσιμη ετικέτα τους. Οι καταναλωτές θέλουν ευκολία στον διαχωρισμό και διάθεση των αποβλήτων τους. Οι δήμοι θέλουν να παραμείνουν εντός των προϋπολογισμών τους και ταυτόχρονα να οργανώσουν τις διαδικασίες που σχετίζονται με τα απόβλητα πιο κυκλικά και ούτω καθεξής. Επιπλέον, σε ένα οικοσύστημα, ορισμένοι παράγοντες βρίσκονται σε άμεσο ανταγωνισμό μεταξύ τους, για παράδειγμα οι διάφοροι συλλέκτες αποβλήτων. Ή μέρη σε οικοσυστήματα που εφαρμόζουν καινοτομίες Blockchain κινδυνεύουν να χάσουν την δυναμική τους ή να αφανιστούν, λόγω του αποδιαμεσολαβητικού χαρακτήρα της τεχνολογίας Blockchain.

Επιλέγοντας το κατάλληλο Blockchain

Τα Blockchains έρχονται σε πολλές μορφές, αν και μία από τις βασικές έννοιες του Blockchain είναι η ύπαρξη ενός δικτύου κόμβων στη διαδικασία δικτύωσης. Τα Blockchains μπορούν να χωριστούν σε τρεις τύπους Blockchain: Ιδιωτικά, δημόσια και κοινοπραξίες. Αυτοί οι τύποι έχουν πολλές ομοιότητες και η διαφορά έγκειται στο ποιος επιτρέπεται να συμμετέχει στο δίκτυο, πώς δημιουργείται η «συμφωνία αλήθειας», που αναφέρεται ως «συναίνεση», και πώς διατηρείται το μητρώο συναλλαγών. Οι πρωτοβουλίες Blockchain σε εφαρμογές διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων είναι πιθανό να ξεκινήσουν με την κοινοπραξία Blockchains, στην οποία δύο ή περισσότερα μέρη θα συμμετάσχουν στο οικοσύστημα, για παράδειγμα οι καταναλωτές που χρησιμοποιούν «έξυπνους κάδους» και συλλέκτες αποβλήτων που χρησιμοποιούν «έξυπνες συμβάσεις» για την εκτέλεση τιμολόγησης ανά συλλογή αποβλήτων ανά νοικοκυριό. Στη συνέχεια, πολλά μέρη μπορούν να ενταχθούν σε αυτό το οικοσύστημα Blockchain. Αυτό είναι επίσης απαραίτητο για να γίνει η αλυσίδα (περισσότερο) κυκλική. Οι κοινοπραξίες Blockchains αποτελούνται από διάφορες οντότητες και είναι εν μέρει αποκεντρωμένες, καθώς η συναινετική δύναμη και τα δικαιώματα ανάγνωσης περιορίζονται σε ένα σύνολο ανθρώπων ή κόμβων. Στην πράξη, η κοινοπραξία Blockchains μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλές επιχειρηματικές εφαρμογές, να έχει διαφορετικά μεγέθη και να διαφέρει ως προς τα μοντέλα διακυβέρνησής τους και τους στρατηγικούς στόχους τους.

Να γνωρίζετε ότι το Blockchain είναι κάτι περισσότερο από μια τεχνολογία

Το Blockchain δεν είναι μόνο μια τεχνολογία, αλλά προσφέρει ευκαιρίες για τη δημιουργία και τη διανομή αξίας με άλλους τρόπους. Ο σχεδιασμός του οικοσυστήματος απαιτεί μια αλλαγή στη νοοτροπία δημιουργίας συστημάτων. Εκτός από τη δημιουργία αξίας και ενός μοντέλου παράδοσης, ο σχεδιασμός του οικοσυστήματος πρέπει να λαμβάνει υπόψη την κατανομή της αξίας σε ένα οικοσύστημα. Αυτό απαιτεί σκόπιμη ευθυγράμμιση και διακυβέρνηση του οικοσυστήματος. Απαιτεί μια αλλαγή νοοτροπίας και για να καταστεί δυνατή αυτή η αλλαγή, απαιτείται συμμετοχή και υποστήριξη από την ανώτατη διοίκηση του οργανισμού.

Ξεκινήστε μικρό, αλλά κάντε το επεκτάσιμο

Μια παγίδα στη διαδικασία υιοθέτησης των καινοτομιών Blockchain είναι ότι, αν και η ανατρεπτική φύση του Blockchain είναι δυνητικά μεγάλη, οι φορείς έχουν μεγάλες προσδοκίες, ενώ οι πιθανότητες επιτυχίας είναι μεγαλύτερες όταν ξεκινούν με μικρότερες προσδοκίες. Η τεχνολογία Blockchain είναι σχετικά νέα και οι δυνητικοί ενδιαφερόμενοι στερούνται εμπειρίας. Αυτό δημιουργεί φυσικά σημαντική αβεβαιότητα και έναν μη αμελητέο κίνδυνο επενδυτικής αποτυχίας. Κατά συνέπεια, συνιστάται να ξεκινήσετε με ένα μικρό έργο προσομοίωσης που θα πρέπει να έχει την δυνατότητα να επεκταθεί. Σε περίπτωση επιτυχούς διεξαγωγής δοκιμών («Proof of Concept»), το έργο θα μπορούσε να υλοποιηθεί σε ευρύτερη κλίμακα.

Μια αρχή θα μπορούσε, για παράδειγμα, να γίνει με μία δραστηριότητα των συστημάτων διαχείρισης αστικών αποβλήτων ή με μια δραστηριότητα που μοιράζονται από κοινού μεταξύ δύο κρίκων ή μερών ενός οικοσυστήματος. Η απόκτηση εμπειρίας και η ανταλλαγή γνώσεων είναι ζωτικής σημασίας για να πειστούν και άλλοι παράγοντες του οικοσυστήματος των συστημάτων διαχείρισης αστικών αποβλήτων να συμμετάσχουν. Η κυκλικότητα μπορεί να επιτευχθεί μόνο εάν ολόκληρη η αλυσίδα είναι κλειστή, γεγονός που απαιτεί ευρεία υιοθέτηση και συμμετοχή.

Εκπαιδεύστε τη διαχείριση

Αναφέρονται ορισμένοι βασικοί δείκτες επιδόσεων που θα μπορούσαν να πείσουν τη διοίκηση. Αλλά πριν από αυτό, η διοίκηση πρέπει να εκπαιδευτεί σχετικά με τις βασικές αρχές του Blockchain. Το «άγνωστο» κάνει την τεχνολογία Blockchain «μη αγαπητή». Επιπλέον, υπάρχουν πολλές παρανοήσεις σχετικά με το Blockchain, π.χ. η ιδέα ότι έχει να κάνει μόνο με κρυπτονομίσματα, ή ότι το Blockchain είναι καθαρά μια τεχνολογία ΤΠΕ. Η έλλειψη γνώσης Blockchain εντός ενός οργανισμού ή η αναμονή για άλλους παίκτες του οικοσυστήματος να αναλάβουν πρωτοβουλίες, αποτελούν παράγοντες καθυστέρησης στην υιοθέτηση του Blockchain.

4 Τελικές προτάσεις

Σκοπός του παρόντος εγχειριδίου είναι να ενθαρρύνει τις Ευρωπαϊκές εταιρείες διαχείρισης αστικών αποβλήτων να υιοθετήσουν μια διαφορετική και καινοτόμο προσέγγιση για την εφαρμογή λύσεων Blockchain. Παρακάτω είναι μερικές τελικές προτάσεις για να ακολουθήσετε μια τέτοια πορεία.

Μαθαίνοντας από αποτυχημένα έργα Blockchain

Εν κατακλείδι, η τεχνολογία Blockchain έχει δυνητικά ανατρεπτικό αντίκτυπο στα οικοσυστήματα και στα υφιστάμενα επιχειρηματικά μοντέλα των φορέων που συμμετέχουν σε αυτά τα οικοσυστήματα. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας η ανώτατη διοίκηση να συμμετέχει στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για την υιοθέτηση καινοτομιών εφαρμογών Blockchain. Αν και η τεχνολογία Blockchain είναι μια αναδυόμενη δημοφιλής τεχνολογία, πολλά έργα Blockchain αποτυγχάνουν. Οι Trujillo, Fromhart και Srinivas (2017) διερεύνησαν ότι μόνο το 8% όλων των έργων Blockchain στο Github είναι ενεργά 1,2 χρόνια μετά την ενεργοποίησή τους. Ένας σημαντικός λόγος για αυτό το υψηλό ποσοστό αποτυχίας είναι η έλλειψη (οικονομικά) βιώσιμης επιχειρηματικής υπόθεσης. Τα περισσότερα έργα Blockchain επικεντρώνονται στην κατανόηση και τη διερεύνηση της τεχνολογίας (από την Proof-of-Concept, POC), αλλά δεν είναι επαρκώς ικανά όσον αφορά την αναδημιουργία αξίας και αδυνατούν να κατανοήσουν ότι ο επανασχεδιασμός του οικοσυστήματος είναι απαραίτητος για την επιτυχή υιοθέτηση του Blockchain.

Σύμφωνα με Trujillo et al. (2017, p. 11) και σε ότι αφορά δεδομένα του GitHub, μπορούν να εξαχθούν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Τα έργα που πραγματοποιούνται από οργανισμούς έχουν υψηλότερο ποσοστό λειτουργίας από εκείνα που πραγματοποιούνται από ατομικές προσπάθειες
- Τα έργα που επιβιώνουν τείνουν να έχουν πολλαπλούς φορείς και μικρότερη συγκέντρωση δραστηριοτήτων να αποδίδονται σε έναν συγκεκριμένο φορέα.
- Τα έργα που συχνά αντιγράφονται είναι πιο επιρρεπή στην επιβίωση
- Τα έργα που είναι «αντιγραφές» άλλων έργων τείνουν να έχουν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας

Το μήνυμα που προκύπτει από αυτό φαίνεται να είναι σαφές: Τα έργα Blockchain χρειάζονται πολλούς πόρους (χρήματα και ανθρώπινο δυναμικό), ένα έργο θα πρέπει να δημιουργηθεί και να λειτουργήσει με συνεργατικό τρόπο και δεν είναι σκόπιμο να αντιγράψετε άλλα έργα παρά να δημιουργήσετε το δικό σας έργο που έχει σχεδιαστεί για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος.

Δημιουργήστε τη σωστή ομάδα έργου

Η ανάπτυξη και η υλοποίηση ενός έργου Blockchain αποτελείται σε μεγάλο βαθμό από τη διαχείριση αλλαγών και τις εργασίες διαχείρισης διαδικασιών. Σε αντίθεση με τις προσδοκίες, η επιλογή της τεχνικής λύσης Blockchain παίζει δευτερεύοντα ρόλο. Εντατική επικοινωνία, κατανόηση των ενδιαφερόντων του άλλου, λαμβάνοντας τους ανθρώπους μαζί και πείθοντας τους, εξηγώντας τις τεχνικές δυνατότητες του Blockchain με απλούς όρους — αυτά είναι τα συστατικά για την επιτυχία ενός έργου και για την επιλογή των μελών της ομάδας του έργου. Εκτός από τους ειδικούς πληροφορικής, τους επιχειρησιακούς ελεγκτές και τους σχεδιαστές διαδικασιών, η ομάδα θα πρέπει να περιλαμβάνει διαχειριστές αλλαγών με ξεχωριστές δεξιότητες επικοινωνίας.

Διαχείριση αστικών αποβλήτων ως τοπικός πάροχος λύσεων με επίκεντρο τον πολίτη

Από τη θεωρία των παιγνίων είναι γνωστό ότι οι συνεργατικές προσεγγίσεις οδηγούν σε καλύτερες λύσεις από τις μη συνεργατικές προσεγγίσεις όσον αφορά την αύξηση της ευημερίας. Ο μετασχηματισμός σε μια κυκλική οικονομία απαιτεί θεμελιώδεις αλλαγές συμπεριφοράς από όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη, είτε πρόκειται για τη συμπεριφορά κατανάλωσης, τη διάθεση αποβλήτων ή το επιχειρηματικό μοντέλο που επιλέγεται. Η συνεργασία πρέπει να γίνει αντιληπτή υπό την έννοια αυτή ότι ο κοινός στόχος μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω της συνεργασίας όλων των μερών. Μια επιθυμητή συνεργατική λύση σε ένα δεδομένο πρόβλημα θα ήταν σίγουρα γρηγορότερη για να επιτευχθεί σε ένα αυταρχικό κράτος που θα ασκεί πλήρη έλεγχο στους πολίτες. Ωστόσο, το κατά πόσον αυτή η λύση θα ήταν βιώσιμη είναι αμφίβολη. Σε κάθε περίπτωση, μια τέτοια προσέγγιση από την κορυφή προς τη βάση θα στερούσε από κάθε άτομο την οικονομική ελευθερία και τα θεμελιώδη δικαιώματά του. Στις δημοκρατίες και στις οικονομίες της αγοράς, οι εν λόγω συνεργατικές λύσεις πρέπει να αποτελούν αντικείμενο διαπραγμάτευσης με όλες τις ομάδες ενδιαφερόμενων μερών και οι πολίτες να λαμβάνουν ελεύθερα τις αποφάσεις τους.

Η διαχείριση των αστικών αποβλήτων έχει αποφασιστικό πλεονέκτημα σε μια τέτοια διαδικασία διαπραγμάτευσης: το πρόβλημα μπορεί να λυθεί τοπικά. Οι άνθρωποι γνωρίζουν ο ένας τον άλλον, μπορεί να οικοδομηθεί μια σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ ενός δήμου και των πολιτών του, και μπορούν να βρεθούν τοπικές λύσεις. Αυτό καθιστά ακόμη πιο σημαντικό να τονιστεί η συμμετοχική δράση των πολιτών στις τοπικές λύσεις εντός των πόλεων και των δήμων. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να τονιστεί ο ρόλος των δήμων ως δημόσιων διαχειριστών αποβλήτων. Ο ρόλος αυτός δεν καθοδηγείται ούτε από το εμπορικό ενδιαφέρον για την πλήρη συλλογή δεδομένων από τους πολίτες ούτε από τη βούληση να ενεργεί ως τοπική αρχή. Οι δήμοι θα πρέπει μάλλον να βλέπουν τους εαυτούς τους ως φορείς που ενεργούν για λογαριασμό των πολιτών. Αυτοί οι τοπικοί φορείς, των οποίων οι δράσεις προσανατολίζονται αποκλειστικά προς το συμφέρον των δήμων και ελέγχονται από τους πολίτες, θα ήταν σίγουρα πιο πρόθυμοι να παραδώσουν τα δεδομένα τους για τα απόβλητα από ό,τι οι παγκόσμιοι παράγοντες.

Αυτές οι τοπικές λύσεις για τη διαχείριση των αστικών αποβλήτων μπορεί να είναι εντελώς διαφορετικές μεταξύ τους, αλλά πρέπει τελικά να οδηγήσουν στον στόχο της βιώσιμης χρήσης των σπάνιων πόρων. Δεν θα υπάρξει ενιαία προσέγγιση σε θέματα αποβλήτων λόγω πολιτισμικών διαφορών αλλά και διαφορών στην εθνική επεξεργασία αποβλήτων. Αυτό που θα πρέπει μάλλον να τονωθεί είναι η αμοιβαία μάθηση από καινοτόμες τοπικές προσεγγίσεις.

5 Αναφορές και πηγές για περαιτέρω ανάγνωση

- AlHumid, H. A., Haider, H., AlSaleem, S. S., Shafiqzamman, M., & Sadiq, R. (2019). Performance indicators for municipal solid waste management systems in Saudi Arabia: selection and ranking using fuzzy AHP and PROMETHEE II. *Arabian Journal of Geosciences*, 12(15), 1-23.
- Anh Khoa, T., Phuc, C. H., Lam, P. D., Nhu, L. M. B., Trong, N. M., Phuong, N. T. H., . . . Duc, D. N. M. (2020). Waste management system using IoT-based machine learning in university. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2020.
- BaFin. (2018). Digitalisierung. *BaFin Perspektiven*, 01-2018. Retrieved from https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/DE/BaFinPerspektiven/2018/bp_18-1_Beitrag_Fusswinkel.html?nn=11056122#U9
- Bank for International Settlements. (2018). *V. Cryptocurrencies: looking beyond the hype*. Retrieved from Basel:
- Beede, D. N., & Bloom, D. E. (1995). The economics of municipal solid waste. *The World Bank Research Observer*, 10(2), 113-150.
- Berg, H., & Sebestyén, J. (2020). Phillip Bendix (Wuppertal Institute), Kévin Le Blevenec (VITO), Karl Vrancken (VITO).
- Bertanza, G., Ziliani, E., & Menoni, L. (2018). Techno-economic performance indicators of municipal solid waste collection strategies. *Waste Management*, 74, 86-97.
- Carson, B., Romanelli, G., Walsh, P., & Zhumaev, A. (2018). Blockchain beyond the hype: What is the strategic business value. *McKinsey & Company*, 1.
- European Commission. (2019). *Resolution of the European Committee of the Regions—The Green Deal in partnership with local and regional authorities. In Communication from the Commission to the European Parliament, The European Council, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions the European Green Deal*. Retrieved from
- Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain directives (Waste framework,, (2008).
- IBM. (2017). Blockchain benefits for electronics: Taming complexity with better supply chain visibility. Retrieved from https://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/gb/en/gbe03809usen/gbe03809usen-01_GBE03809USEN.pdf
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*: World Bank Publications.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling*, 127, 221-232.
- Lenz, R. (2019a). Big Data: Ethics and Law. *Available at SSRN 3459004*.
- Lenz, R. (2019b). Managing Distributed Ledgers: Blockchain and Beyond. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=3360655>
- Lenz, R., Kleinheyer, B., Barkel, C., Veuger, J., Klöga, M., Torrecilla, J. M., & Menegaki, M. (2021). State of Digitalization in European Municipal Waste Management Comparative Study—five EU member countries Estonia, Germany, Greece, the Netherlands, and Spain.

- Loizia, P., Voukkali, I., Zorpas, A. A., Pedreno, J. N., Chatziparaskeva, G., Inglezakis, V. J., . . . Doula, M. (2021). Measuring the level of environmental performance in insular areas, through key performed indicators, in the framework of waste strategy development. *Science of The Total Environment*, 753, 141974.
- Luttenberger, L. R. (2020). Waste management challenges in transition to circular economy—case of Croatia. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120495.
- Narayan, R., & Tidström, A. (2020). Tokenizing coopetition in a blockchain for a transition to circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121437.
- Pappas, G., Papamichael, I., Zorpas, A., Siegel, J. E., Rutkowski, J., & Politopoulos, K. (2022). Modelling Key Performance Indicators in a Gamified Waste Management Tool. *Modelling*, 3(1), 27-53.
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). *Circular economy: measuring innovation in the product chain*: PBL Publishers.
- PwC. (2016). Q&A: What is a blockchain? Retrieved from <https://www.pwc.com/gr/en/publications/assets/qa-what-is-blockchain.pdf>
- PwC. (2018). Building bock(chain)s for a better planet: Fourth Industrial Revolution for the Earth Series. Retrieved from <https://www.pwc.com/gx/en/sustainability/assets/blockchain-for-a-better-planet.pdf>
- Rhyner, C. R., Schwartz, L. J., Wenger, R. B., & Kohrell, M. G. (2017). *Waste management and resource recovery*: CRC Press.
- Rudolphi, J. T. (2018). *Blockchain for a circular economy, explorative research towards the possibilities for blockchain technology to enhance the implementation of material passports*. (Master). Eindhoven University of Technology, Retrieved from https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/97558362/Rudolphi_0913284.pdf
- Settlement", B. f. I. (2018). Cryptocurrencies: looking beyond the hype. In (pp. 91-114).
- Teixeira, C. A., Russo, M., Matos, C., & Bentes, I. (2014). Evaluation of operational, economic, and environmental performance of mixed and selective collection of municipal solid waste: Porto case study. *Waste Management & Research*, 32(12), 1210-1218.
- Treleaven, P., Barnett, J., & Koshiyama, A. (2019). Algorithms: law and regulation. *Computer*, 52(2), 32-40.
- Trujillo, J. L., Fromhart, S., & Srinivas, V. (2017). Evolution of blockchain technology: Insights from the GitHub platform. *Deloitte Insights*, 24.
- Vardopoulos, I., Konstantopoulos, I., Zorpas, A. A., Limousy, L., Bennici, S., Inglezakis, V. J., & Voukkali, I. (2021). Sustainable metropolitan areas perspectives through assessment of the existing waste management strategies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(19), 24305-24320.
- Vehlow, J. (1996). Municipal solid waste management in Germany. *Waste Management*, 16(5-6), 367-374.
- Verhulst, S. G. (2018). Information Asymmetries, Blockchain Technologies, and Social Change. Retrieved from <https://sverhulst.medium.com/information-asymmetries-blockchain-technologies-and-social-change-148459b5ab1a>
- Wüst, K., & Gervais, A. (2018). *Do you need a blockchain?* Paper presented at the 2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT).

- Yoo, S. H., Rhim, H., & Park, M.-S. (2019). Sustainable waste and cost reduction strategies in a strategic buyer-supplier relationship. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117785.
- Zarzycka, E., & Krasodomska, J. (2021). Environmental key performance indicators: the role of regulations and stakeholder influence. *Environment Systems and Decisions*, 41(4), 651-666.
- Zorpas, A. A. (2020). Strategy development in the framework of waste management. *Science of The Total Environment*, 716, 137088.
- Zorpas, A. A., Lasaridi, K., Voukkali, I., Loizia, P., & Chroni, C. (2015). Household waste compositional analysis variation from insular communities in the framework of waste prevention strategy plans. *Waste Management*, 38, 3-11.