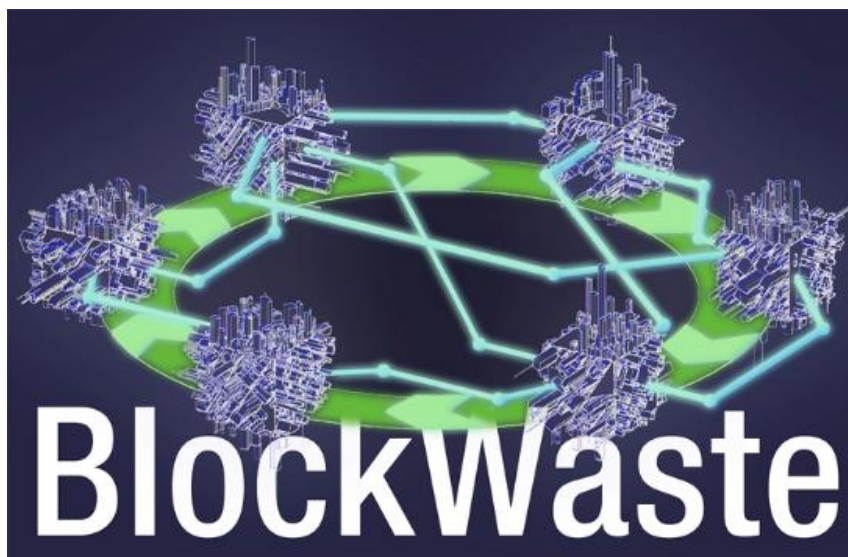


Ο1.Α2.1 Κατάσταση της ψηφιοποίησης στην ευρωπαϊκή διαχείριση αστικών απορριμμάτων: Συγκριτική μελέτη - πέντε χώρες μέλη της ΕΕ, Εσθονία, Γερμανία, Ελλάδα, Ολλανδία και Ισπανία



Αποποίηση ευθύνης

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο των συγγραφέων και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.

Πρόγραμμα χρηματοδότησης	Πρόγραμμα Erasmus+ της Ευρωπαϊκής Ένωσης
Χρηματοδότηση	EL01 Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών Ελλάδος (ΙΚΥ)
Πλήρης τίτλος του έργου	Καινοτόμος εκπαίδευση με βάση την τεχνολογία Blockchain που εφαρμόζεται στη διαχείριση αποβλήτων - BLOCKWASTE
Πεδίο	KA2 - Συνεργασία για την καινοτομία και την ανταλλαγή ορθών πρακτικών KA203 - Στρατηγικές συμπράξεις για την τριτοβάθμια εκπαίδευση
Αριθμός έργου	2020-1-EL01-KA203-079154
Διάρκεια του έργου	24 μήνες
Ημερομηνία έναρξης του έργου	01-10-2020
Ημερομηνία λήξης του έργου:	30-09-2022

Λεπτομέρειες παραγωγής:

Τίτλος Πνευματικού Προϊόντος: O1: Μαθησιακό υλικό για διεπιστημονικό Blockchain-AΣΑ

Τίτλος Δραστηριότητας: O1/A2 - Συγκριτική μελέτη των τεχνολογιών πληροφορικής που εφαρμόζονται στη διαχείριση αποβλήτων σε διεθνές επίπεδο

Υποεργασία: O1/A2.1 - Κατάσταση της ψηφιοποίησης στην ευρωπαϊκή διαχείριση ατικών αποβλήτων: Εσθονία, Γερμανία, Ελλάδα, Ολλανδία και Ισπανία.

Επικεφαλής Πνευματικού Προϊόντος: ΕΜΠ

Επικεφαλής Πνευματικού Προϊόντος: FH-Bielefeld

Συγγραφείς: Rainer Lenz, Bielefeld UAS, rlenz@fh-bielefeld.de, Γερμανία

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

Μαρία Μενεγάκη, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, menegaki@metal.ntua.gr, Ελλάδα

Marija Klõga, Tallinn University of Technology, marija.kloga@taltech.ee, Εσθονία

Juana María Torrecilla, Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales, juanamari-toabril@ctmarmol.es, Ισπανία

Αναθεωρήθηκε από: Παρασκευάς Τσαγκαράτος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ptsag@metal.ntua.gr, Ελλάδα, Ermo Täks, Tallinn University of Technology, ermo.taks@taltech.ee, Estonia

Έλεγχος εγγράφων

Έκδοση εγγράφου	Έκδοση	Τροποποίηση
V0.1	30/04/2021	Τελική έκδοση – 30/06/2021

Πίνακας περιεχομένων

Συνοπτική παρουσίαση	iii
1 Εισαγωγή.....	1
1.1 Σύντομη περιγραφή του έργου.....	1
1.2 Στόχοι και μεθοδολογική προσέγγιση	1
2 Εσθονία: Κατάσταση της ψηφιοποίησης στη διαχείριση των αστικών αποβλήτων.....	3
2.1 Οργάνωση της διαχείρισης αστικών αποβλήτων στην Εσθονία	3
2.2 Λύσεις πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση αστικών αποβλήτων	4
2.3 Τελική αξιολόγηση	6
3 Γερμανία: Κατάσταση της ψηφιοποίησης στη διαχείριση των αστικών αποβλήτων	7
3.1 Οργάνωση της διαχείρισης αστικών απορριμμάτων στη Γερμανία.....	7
3.2 Λύσεις πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση αστικών αποβλήτων	10
3.3 Τελική αξιολόγηση	11
4 Ελλάδα: Κατάσταση της ψηφιοποίησης στη Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων.....	13
4.1 Οργάνωση της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα	13
4.2 Λύσεις πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση αστικών αποβλήτων	14
4.3 Παράδειγμα βέλτιστης πρακτικής "Ανταμοιβή της ανακύκλωσης συσκευασιών"	17
4.4 Τελική αξιολόγηση	18
5 Ολλανδία: Κατάσταση της ψηφιοποίησης στη Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων	19
5.1 Οργάνωση της ολλανδικής διαχείρισης αστικών αποβλήτων	19
5.2 Λύσεις πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση αστικών αποβλήτων	20
5.3 Παραδείγματα βέλτιστων πρακτικών	21
5.4 Τελική αξιολόγηση	22
6 Ισπανία: Κατάσταση της ψηφιοποίησης στη Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων	24
6.1 Οργάνωση της διαχείρισης αστικών αποβλήτων στην Ισπανία.....	24
6.2 Λύσεις πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση αστικών αποβλήτων	24
6.3 Παραδείγματα βέλτιστων πρακτικών	26
6.4 Τελική αξιολόγηση	27
7 Συγκριτική αξιολόγηση των ευρημάτων με άλλες μελέτες	28
7.1 Έκθεση EIONET "Ψηφιακή διαχείριση αποβλήτων"	28
7.2 Έργο WINPOL "Ευφυή συστήματα και πολιτικές διαχείρισης αποβλήτων"	30
7.3 WastelQ - μια μελέτη περίπτωσης από τη Νορβηγία	32
8 Ετοιμότητα για εφαρμογές Blockchain στη διαχείριση αποβλήτων	34

9 Βιβλιογραφία 37



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



Λίστα σχημάτων

Σχήμα 1: Σχηματική δομή της μελέτης (πηγή: οι συγγραφείς)	2
Σχήμα 2: Ασυμμετρία πληροφοριών μεταξύ χρηστών και διαχείρισης δημοτικών αποβλήτων (πηγή: οι συγγραφείς)	8
Σχήμα 3: Μερίδια αγοράς της συλλογής στερεών αποβλήτων - Γερμανία 2020 (πηγή: EUWID,2020).....	9
Σχήμα 4: Ψηφιακά έργα στη γερμανική διαχείριση δημοτικών αποβλήτων (πηγή: Οι συγγραφείς με βάση στοιχεία από: Digital project mapping of German Association of Local Utilities of Municipalities (VKU) και Verband Kommunaler Unternehmen e.V. (2019)- για λεπτομερή στατιστικά στοιχεία βλ. παράρτημα).....	10
Σχήμα 5: Κύριοι τομείς της ψηφιοποίησης στη διαχείριση δημοτικών αποβλήτων (πηγή: Berg and Sebestyén, 2020, p. 23).....	29
Σχήμα 6: Λύσεις IoT ενσωματωμένες στο φορτηγό απορριμμάτων (πηγή Berg and Sebestyén, 2020, p. 22)	30
Σχήμα 7: Κύριοι τομείς ψηφιοποίησης σε έργα βέλτιστης πρακτικής (πηγή: διαλογή με βάση τα δεδομένα του έργου της WINPOL, 2019)	31
Σχήμα 8: WasteIQ - πλατφόρμα δεδομένων (πηγή: https://www.iswa.org/home/news/news-detail/article/guest-blog-the-4th-industrial-revolution-in-practice-wasteiq-the-open-waste-management-platf/109/)	32
Σχήμα 9: Έλλειψη συνοχής σε έργα ψηφιακής διαχείρισης αποβλήτων.....	34

Συνοπτική παρουσίαση

Τα αποτελέσματα των μελετών ανά χώρα και η σύγκριση με άλλες μελέτες δείχνουν ότι η διαδικασία ψηφιοποίησης στον τομέα των δημοτικών αποβλήτων βρίσκεται ακόμη σε νηπιακό στάδιο. Υπάρχει μεγάλος αριθμός καινοτόμων έργων στις διάφορες χώρες στους τομείς της επικοινωνίας με τους χρήστες, των συστημάτων κινήτρων και, ιδίως, της χρήσης του Διαδικτύου των πραγμάτων (Internet of things, IoT) στη συλλογή αποβλήτων, αλλά δεν υπάρχει ολοκληρωμένη προώθηση των έργων αυτών στις χώρες, ούτε μέσω προγραμμάτων κρατικής οικονομικής στήριξης ούτε μέσω της στοχευμένης μεταφοράς τεχνογνωσίας. Προς το παρόν, μόνο οι ενώσεις δημοτικών δημόσιων ή ιδιωτικών επιχειρήσεων διάθεσης απορριμμάτων αποτελούν πολλαπλασιαστές πληροφοριών και κόμβους καινοτομίας.

Τα έργα ψηφιοποίησης που περιγράφονται στη διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων καθοδηγούνται σε μεγάλο βαθμό από τη χρήση της νέας τεχνολογίας. Η εγκατάσταση της τηλεματικής και του IoT στα απορριμματοφόρα είναι τυπικές εργασίες των μηχανολόγων μηχανικών. Η εκπλήρωση αυτών των καθηκόντων είναι υψίστης σημασίας για την ομαλή λειτουργία των λογιστικών διαδικασιών σε έναν οργανισμό. Όμως, το blockchain αφορά τη δημιουργία μιας κατάστασης win-win μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών μιας αλυσίδας, έτσι ώστε καθένας από τους εμπλεκόμενους εταίρους να καταλήγει να επωφελείται από τη συνεργασία.

Για να απαντηθεί τέλος η ερώτηση σχετικά με την ετοιμότητα για την εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain, μπορεί να δηλωθεί ότι, ναι, από καθαρά τεχνική άποψη, οι περισσότερες δημοτικές εταιρείες διαχείρισης αποβλήτων είναι ενημερωμένες και χρησιμοποιούν εκτενώς το IoT. Αυτό που λείπει είναι μια σαφής στρατηγική δεδομένων που περιλαμβάνει την ανάλυση και την ανταλλαγή δεδομένων με διάφορους ενδιαφερόμενους φορείς. Ωστόσο, δεν πρόκειται για τεχνικά προβλήματα αλλά για προβλήματα οργανωτικής ανάπτυξης των δημοτικών εταιρειών διαχείρισης αποβλήτων.

1 Εισαγωγή

1.1 Σύντομη περιγραφή του έργου

Αυτή η συγκριτική μελέτη αποτελεί μέρος του έργου BlockWASTE, το οποίο είναι ένα χρηματοδοτούμενο από την ΕΕ έργο Erasmus Plus. Στόχος του έργου είναι να αντιμετωπίσει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ της διαχείρισης αποβλήτων και της τεχνολογίας blockchain και να προωθήσει την ορθή αντιμετώπισή της μέσω εκπαιδευτικής κατάρτισης, έτσι ώστε τα δεδομένα που συλλέγονται να μοιράζονται μέσα σε ένα ασφαλές περιβάλλον, όπου δεν υπάρχει περιθώριο αβεβαιότητας και δυσπιστίας μεταξύ όλων των μερών που εμπλέκονται σε αλυσίδες ή κύκλους αποβλήτων.

Για το σκοπό αυτό, οι στόχοι του έργου BlockWASTE είναι οι ακόλουθοι:

- Διεξαγωγή έρευνας σχετικά με τα στερεά απόβλητα που παράγονται στις πόλεις και τον τρόπο διαχείρισής τους, έτσι ώστε να δημιουργηθεί μια βάση πληροφοριών για τις ορθές πρακτικές που θα συμβάλει στην επαναφορά των αποβλήτων στην αλυσίδα αξίας, προωθώντας την ιδέα των ευφυών κυκλικών πόλεων.
- Προσδιορισμός των πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας Blockchain στο πλαίσιο της διαδικασίας διαχείρισης αστικών αποβλήτων (ΑΣΑ).
- Δημιουργία ενός σχεδίου μελέτης που υποστηρίζει την κατάρτιση εκπαιδευτικών και επαγγελματιών οργανισμών και εταιρειών 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 επιτρέψει την εφαρμογή στην πράξη της διαχείρισης των δεδομένων που λαμβάνονται από τα αστικά απόβλητα, οπτικοποιώντας έτσι τον τρόπο με τον οποίο τα δεδομένα εφαρμόζονται στο Blockchain και δίνοντας στους χρήστες τη δυνατότητα να αξιολογήσουν διαφορετικές μορφές διαχείρισης.

Περαιτέρω πληροφορίες είναι διαθέσιμες στον δικτυακό τόπο του έργου BlockWASTE <https://blockwasteproject.eu>.

1.2 Στόχοι και μεθοδολογική προσέγγιση

Στόχος της παρούσας συγκριτικής μελέτης είναι να καταγράψει την υφιστάμενη κατάσταση στην ψηφιοποίηση της διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων στις χώρες της ΕΕ, προκειμένου να εξεταστεί τελικά σε ποιους τομείς έχει νόημα η εφαρμογή λύσεων blockchain.

Η αλυσίδα συστοιχιών (block chain) είναι μόνο μια λύση βάσης δεδομένων που επιτρέπει την ανίχνευση και την παρακολούθηση των συναλλαγών σε μια αλυσίδα αποβλήτων, τη μεταφορά ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων από ομότιμο σε ομότιμο και τη χρήση έξυπνων συμβάσεων για την αυτοματοποίηση διαδικασιών. Αλλά για μια εφαρμογή βάσης δεδομένων όπως το blockchain, ο καθοριστικός παράγοντας είναι φυσικά η αυτόματη συλλογή δεδομένων μέσω συσκευών Internet-of-Things, όπως αισθητήρες και κάμερες, και η ανάλυση των δεδομένων μέσω εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης. Τελικά, η παρούσα συγκριτική μελέτη αφορά επίσης το

ζήτημα της ψηφιακής ετοιμότητας των διαχειριστών δημοτικών αποβλήτων όσον αφορά τη χρήση λύσεων blockchain.

Comparative Study: State of digitalisation in Municipal WM	
Estonia	1. Organisation Municipal Waste Management
Germany	2. State of Digitalisation in MWM
Greece	3. Best Practise
Netherlands	4. Assessment
Spain	
Benchmarking results with findings of other studies	
Assessment: Readiness for Blockchain Applications	

Σχήμα 1: Σχηματική δομή της μελέτης (πηγή: οι συγγραφείς)

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 1, αυτή η συγκριτική μελέτη βασίζεται στην περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης της ψηφιοποίησης στη διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων στις πέντε χώρες των εταίρων του έργου: Γερμανία, Εσθονία, Ελλάδα, Ολλανδία και Ισπανία. Οι λύσεις ΤΠ (IT) που χρησιμοποιούνται εξαρτώνται φυσικά από την οργάνωση και τις διαδικασίες της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων σε κάθε χώρα. Κατά συνέπεια, ένα κεφάλαιο σχετικά με την οργάνωση της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων στην αντίστοιχη χώρα προηγείται της πραγματικής περιγραφής της χρήσης της ΤΠ στους δήμους. Επιπλέον, περιγράφονται συνοπτικά παραδείγματα βέλτιστων πρακτικών κάθε χώρας, όπου υπάρχουν.

Προφανώς, μια συγκριση μεταξύ μόνο πέντε από τα 27 κράτη μέλη της ΕΕ έχει περιορισμένη σημασία. Για να αμβλυνηθεί αυτός ο περιορισμός, τα αποτελέσματα της ανάλυσης συγκρίνονται με τα αποτελέσματα άλλων μελετών για το θέμα αυτό. Ωστόσο, τα δεδομένα και ο αριθμός των μελετών για το θέμα αυτό είναι περιορισμένα.

2 Εσθονία: Κατάσταση της ψηφιοποίησης στη διαχείριση των αστικών αποβλήτων

2.1 Οργάνωση της διαχείρισης αστικών αποβλήτων στην Εσθονία

Στην Εσθονία, η διαχείριση των αποβλήτων είναι αρμοδιότητα των τοπικών κυβερνήσεων που οργανώνουν τις εγκαταστάσεις συλλογής και διαχωρισμού των αποβλήτων. Οι τοπικές κυβερνήσεις διαθέτουν ξεχωριστά σχέδια διαχείρισης αποβλήτων, τα οποία αφορούν συγκεκριμένες περιοχές και λαμβάνουν υπόψη την πυκνότητα του πληθυσμού και τις τοπικές δυνατότητες. Τα τοπικά σχέδια διαχείρισης αποβλήτων εκπονούνται για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους και ευθυγραμμίζονται με τους κύριους στόχους του εθνικού σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων 2014-2020 (EC, 2014).

Σύμφωνα με τον νόμο περί αποβλήτων, μία από τις σημαντικότερες αρμοδιότητες των τοπικών αρχών όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων είναι η οργάνωση της συλλογής των αστικών αποβλήτων στην επικράτειά τους. Τα οικιακά/δημοτικά απόβλητα συλλέγονται και μεταφέρονται από εταιρεία διαχείρισης αποβλήτων, με την οποία ο δήμος έχει συνάψει σύμβαση, μέσω δημόσιας σύμβασης. Η σύμβαση υπογράφεται για πέντε έτη και η εταιρεία έχει μονοπώλιο σε μια συγκεκριμένη περιοχή συλλογής αποβλήτων (οι περιοχές συλλογής αποβλήτων ορίζονται στον νόμο περί αποβλήτων). Η εταιρεία που προσφέρει τη φθηνότερη τιμή για την αποκομιδή των αποβλήτων συνήθως κερδίζει τον διαγωνισμό. Η οργανωμένη συλλογή αποβλήτων πρέπει να καλύπτει τα (σύμμεικτα) αστικά απόβλητα που παράγονται στην περιοχή. Η τοπική αρχή, ωστόσο, μπορεί να επεκτείνει την οργανωμένη συλλογή και σε άλλους τύπους αποβλήτων (Tallinn Environmental Agency, 2014).

Εκτός από τον νόμο περί αποβλήτων, οι αρμοδιότητες που σχετίζονται με τη διαχείριση των αποβλήτων ρυθμίζονται επίσης από τον νόμο περί συσκευασίας, σύμφωνα με τον οποίο οι τοπικές αρχές έχουν την ευθύνη να οργανώνουν τη συλλογή των αποβλήτων συσκευασίας στην επικράτειά τους. Ο κύριος στόχος είναι οι τοπικές αρχές να συντονίζουν τη λειτουργία ενός συστήματος συλλογής (συμφωνίες με οργανισμούς ανάκτησης, παρουσίαση των απαιτήσεων για το σύστημα συλλογής αποβλήτων συσκευασίας, ευαισθητοποίηση και εποπτεία) (Tallinn Environmental Agency, 2014).

Στην Εσθονία, ο συνηθέστερος τρόπος συλλογής διαφόρων τύπων αποβλήτων περιλαμβάνει σημεία προσκόμισης κοντά σε κατοικημένες περιοχές. Επιπλέον, υπάρχει ένα σύστημα διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού (EPR), που λειτουργεί με σύστημα επιστροφής εγγύησης, όπου τα σημεία επιστροφής βρίσκονται κυρίως κοντά σε τοπικά παντοπωλεία. Τα συστήματα συλλογής από πόρτα σε πόρτα και τα συστήματα κοινής συλλογής ανακυκλώσιμων απορριμμάτων παρατηρούνται όλο και πιο συχνά αλλά ποικίλλουν ανάλογα με το σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων μιας τοπικής αυτοδιοίκησης- προτιμώνται για ιδιωτικούς οικισμούς/γειτονιές. Υπάρχουν όλο και περισσότεροι χώροι χωριστής συλλογής απορριμμάτων για διάφορους τύπους αποβλήτων (ηλεκτρονικά απόβλητα, απόβλητα κήπου/πράσινου, απόβλητα κατασκευών και άλλα). Τα συστήματα συλλογής διαφέρουν σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές ανάλογα με τον πληθυσμό και την πληθυσμιακή πυκνότητα (Estonian Ministry of Environment, 2014, pp. Annex 4, pp. 7-22).

Η συλλογή των αποβλήτων συσκευασίας (που δεν καλύπτονται από το σύστημα επιστροφής εγγύησης) οργανώνεται από τρεις οργανώσεις ευθύνης του παραγωγού. Τα απόβλητα συσκευασίας συλλέγονται ως επί το πλείστον απευθείας από τις εταιρείες και τους λιανοπωλητές. Τα απόβλητα συσκευασίας από τα νοικοκυριά συλλέγονται κυρίως μέσω του συστήματος σημείων συλλογής. Επιπλέον, υπάρχει ένα πολύ καλά λειτουργικό σύστημα επιστροφής εγγυοδοτικού αντιτίμου για τα γυάλινα, πλαστικά και αλουμινένια δοχεία ποτών (το οποίο οργανώνεται από έναν οργανισμό που λειτουργεί με το σύστημα επιστροφής εγγύησης) (BiPRO, 2014).

Οι κυρώσεις για μη συμμόρφωση είναι χαμηλές

Η κρατική εποπτεία της συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις που απορρέουν από τον νόμο περί αποβλήτων ασκείται από την Επιθεώρηση Περιβάλλοντος και τις τοπικές κυβερνήσεις ή τους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης. Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης με μια πρόβλεψη, το ανώτατο όριο της καταβολής προστίμου σύμφωνα με τη διαδικασία που προβλέπεται στον νόμο «Substitutive Enforcement and Penalty Payment Act» είναι 32.000 ευρώ.

Τα τέλη παροχής υπηρεσιών διαχείρισης αποβλήτων είναι σταθερά

Δεν βρέθηκε κανένα ειδικό σύστημα κινήτρων που να ανταμείβει τους δήμους και τα νοικοκυριά για την πρόληψη ή τη μείωση των στερεών αποβλήτων στον τομέα των ΑΣΑ. Τα τέλη παροχής υπηρεσιών καθορίζονται στη σύμβαση μεταξύ του δήμου και του αναδόχου, διαφοροποιημένα ανά πακέτο υπηρεσιών, ενώ το ελάχιστο πακέτο είναι υποχρεωτικό για συγκεκριμένο τύπο σπιτιού, δηλαδή κάθε κάτοχος αποβλήτων πρέπει να επιλέξει ένα πακέτο. Ο στόχος των δημοτικά οργανωμένων συλλογών είναι σαφώς να συμπεριληφθούν όσο το δυνατόν περισσότεροι κάτοχοι αποβλήτων στο σύστημα συλλογής. Λαμβάνοντας υπόψη το αξιοσημείωτα χαμηλό επίπεδο των τελών παροχής υπηρεσιών, το αποτέλεσμα φαίνεται να είναι επιτυχές. Σε αρκετές περιοχές τα νοικοκυριά πληρώνουν περίπου 1 €/μήνα, αν και ο μέσος όρος είναι 4-6 €/μήνα. Τα τέλη αυτά καταβάλλονται απευθείας στους ιδιώτες παρόχους υπηρεσιών. Για τις πολυκατοικίες το τέλος παροχής υπηρεσιών υπολογίζεται ως κατ' αποκοπή ποσό (Estonian Ministry of Environment, 2012)

2.2 Λύσεις πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση αστικών αποβλήτων

Τα αποτελέσματα και οι δηλώσεις που προέκυψαν σχετικά με τη χρήση καινοτόμων λύσεων πληροφορικής στη διαχείριση δημοτικών αποβλήτων ενδέχεται να είναι ελλιπή και τμηματικά. Δεν ήταν δυνατόν να ληφθούν προσωπικές απαντήσεις από όλες τις εταιρείες διαχείρισης αστικών αποβλήτων και τα διαθέσιμα ανοιχτά δεδομένα δεν είναι πλήρη. Αυτό που έλειπε ήταν ιδιαίτερα:

- πληροφορίες σχετικά με τη χρήση του Blockchain για την παρακολούθηση της αλυσίδας αποβλήτων και την παροχή αξιόπιστων πληροφοριών
- πληροφορίες σχετικά με τη χρήση «μαρκών» (tokens) ή στρατηγικών παιχνιδιοποίησης

IoT (αισθητήρες, κάμερες, σαρωτές αποβλήτων)

Σύμφωνα με γραπτή απάντηση του Κέντρου Επαναχρησιμοποίησης Αποβλήτων του Ταλίν (<https://tjt.ee/>), τα απορριμματοφόρα που συλλέγουν τα αστικά απόβλητα στην Εσθονία χρησιμοποιούν GPS και λογισμικό εντοπισμού και είναι του πιο σύγχρονου και αυτοματοποιημένου τύπου. Στην Εσθονία δεν χρησιμοποιούνται έξυπνες λύσεις για τους κάδους απορριμμάτων σε μεγάλη κλίμακα, δεδομένου ότι η ποσότητα των κάδων αστικών στερεών αποβλήτων και η συχνότητα εκκένωσής τους είναι πολύ υψηλή.

Έξυπνοι κάδοι που χρησιμοποιούνται μόνο για βιομηχανικούς πελάτες

Σύμφωνα με συνέντευξη του εκπροσώπου της Ragn-Sells (www.ragnsells.ee), η εταιρεία χρησιμοποιεί τεχνολογίες αισθητήρων (RFID Solutions), όπου οι πληροφορίες σχετικά με τη στάθμη πλήρωσης του κάδου απορριμμάτων συλλέγονται από έξυπνους αισθητήρες κάδων σε πραγματικό χρόνο. Αυτοί οι έξυπνοι κάδοι χρησιμοποιούνται επί του παρόντος μόνο για επιχειρηματικούς/βιομηχανικούς πελάτες, δεδομένου ότι χρειάζονται παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία είναι εύκολα προσβάσιμη π.χ. σε εγκαταστάσεις παραγωγής. Επίσης, οι βιομηχανικοί πελάτες χρησιμοποιούν συνήθως μεγάλους κάδους απορριμμάτων όπου ο όγκος των απορριμμάτων μπορεί να μειωθεί σημαντικά πριν από την πραγματική συλλογή. Οι αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι σε κάδους δοκιμάζονται επίσης σε δημόσιους κάδους για τη συλλογή αποβλήτων συσκευασίας (σε περίπου 40 κάδους στο Ταλίν). Για τους ιδιώτες αυτή η λύση θα μπορούσε να είναι πολύ δαπανηρή.

Για την παρακολούθηση των αποβλήτων που παράγονται από τα νοικοκυριά και για την αξιολόγηση των προτύπων συμπεριφοράς των πολιτών, εφαρμόστηκαν ορισμένες πιλοτικές δοκιμές σε νοσοκομεία στη Νορβηγία και προγραμματίζεται να εφαρμοστούν στην Εσθονία στο εγγύς μέλλον.

Το IoT χρησιμοποιείται για την ενίσχυση της αυτοματοποίησης και της αποδοτικότητας των διαδικασιών

Στην Εσθονία, χρησιμοποιείται ένα πολύ προηγμένο σύστημα εφοδιασμού για τα απορριμματοφόρα οχήματα, το οποίο παρέχει ειδοποιήσεις για την ανάγκη συλλογής μαζί με πληροφορίες σχετικά με τις βελτιστοποιημένες διαδρομές για τη συλλογή αποβλήτων, έτσι ώστε να μειωθεί ο χρόνος συλλογής και το κόστος όσον αφορά τα καύσιμα, το υλικό των φορτηγών και τους ανθρώπινους πόρους. Επιπλέον, χρησιμοποιείται μια προηγμένη πλατφόρμα αυτοεξυπηρέτησης για ιδιώτες και επαγγελματίες πελάτες, όπου το σύστημα υπολογίζει αυτόματα ποιες υπηρεσίες παρέχονται στη διεύθυνση του "αποδέκτη της υπηρεσίας". Το πιο δύσκολο έργο για τους προγραμματιστές του συστήματος είναι ο σωστός υπολογισμός των χρονικών διαστημάτων συλλογής αποβλήτων.

Δοκιμάζεται μια νέα γραμμή διαλογής για τη διαλογή διαφορετικών τύπων πλαστικών αποβλήτων με φασματοσκοπία υπερέυθρου (με χρήση μηχανικής μάθησης). Το σύστημα αναγνωρίζει διαφορετικούς τύπους πλαστικών και τα διαχωρίζει με τη χρήση πεπιεσμένου αέρα.

Σύμφωνα με γραπτή απάντηση του Κέντρου Ικανότητας της Eliko στις Τεχνολογίες Ηλεκτρονικής, Πληροφορικής και Επικοινωνιών, η εταιρεία Berco χρησιμοποιεί το σύστημα RFID (Radio Frequency Identification) για την παρακολούθηση των επαναχρησιμοποιούμενων συσκευασιών

του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων της (<http://bepco.ee/rfid-tracking/>). Αναλυτικότερο βίντεο υπάρχει εδώ: <https://youtu.be/iEfEQsJJ07Q>.

Εφαρμογές smartphone για τη βοήθεια των πολιτών στη διαχείριση των αποβλήτων είναι:

- Ενημερωτική ιστοσελίδα (διατίθεται επίσης εφαρμογή για smartphones) για τους πολίτες που δείχνει πού να ρίχνουν τα διάφορα είδη οικιακών απορριμμάτων: <https://kuhuniia.ee/>
- Παιχνίδι για τους πολίτες σχετικά με τη σωστή διαλογή των διαφόρων οικιακών αποβλήτων: <https://www.energia.ee/prugimang>
- Επιπλέον, αναπτύσσεται ένα σύστημα ειδοποίησης χρόνου παράδοσης για smartphones. Αυτή η εφαρμογή για τους πελάτες θα επιτρέπει στους πολίτες να συγκεντρώνουν και να προγραμματίζουν τους χρόνους συλλογής απορριμμάτων.

Διαφορετικά συστήματα δεδομένων για συγκεκριμένους τύπους αποβλήτων

Τα κυριότερα συστήματα πληροφοριών που παρέχουν υπηρεσίες διαχείρισης αποβλήτων στην Εσθονία είναι:

- PROTO - Μητρώο προβληματικών προϊόντων και αποβλήτων στην Εσθονία
- PAKIS - Μητρώο συσκευασιών που τηρεί αρχεία σχετικά με τις συσκευασίες των προϊόντων που κυκλοφορούν στην αγορά της Εσθονίας, τα παραγόμενα απόβλητα συσκευασίας, την επαναχρησιμοποίηση συσκευασιών, την ανάκτηση αποβλήτων συσκευασίας κ.λπ.
- OJS - Σύστημα πληροφοριών για τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων
- JATS - Σύστημα πληροφόρησης για την αναφορά αποβλήτων

2.3 Τελική αξιολόγηση

Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις προσφέρουν νέες έξυπνες λύσεις σε όλα τα στάδια της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων. Η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών, ωστόσο, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, ξεκινώντας από τις οικονομικές δυνατότητες έως τη γενική οργάνωση της διαχείρισης των αποβλήτων και τα πρότυπα παραγωγής αποβλήτων. Σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες της VJK, οι εσθονικές εταιρείες διαχείρισης αποβλήτων δεν έχουν πραγματοποιήσει επενδύσεις μεγάλης κλίμακας στην ανάπτυξη τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια, δεδομένου ότι οι πιθανές εξελίξεις στη διαχείριση αποβλήτων ήταν μάλλον ασαφείς (OSKA, 2019). Στην Εσθονία δεν έχουν βρεθεί μέχρι στιγμής ειδικά προγράμματα δημόσιας χρηματοδότησης (σε ομοσπονδιακό, περιφερειακό ή τοπικό επίπεδο) για την υποστήριξη του ψηφιακού μετασχηματισμού των δημόσιων φορέων διαχείρισης αστικών αποβλήτων.

3 Γερμανία: Κατάσταση της ψηφιοποίησης στη διαχείριση των αστικών αποβλήτων

Σύμφωνα με το ECO-Innovation Observatory (2019) η Γερμανία έχει καθιερωθεί ως πρωτοπόρος στο πλαίσιο της διαχείρισης αποβλήτων, της ανακύκλωσης και των περιβαλλοντικών τεχνολογιών. Τελευταία, αυξανόμενη προσοχή δίνεται στην ψηφιοποίηση και τις δυνατότητές της για την κυκλική οικονομία και την προστασία του περιβάλλοντος και των πόρων. Το γερμανικό υπουργείο Περιβάλλοντος δρομολόγησε μια "ψηφιακή ατζέντα" το 2020.

Επιπλέον, "η Γερμανία δεν έχει ακόμη αναπτύξει ένα ειδικό σχέδιο δράσης για την οικολογική καινοτομία (Eco-AP), ωστόσο έχει εφαρμόσει μια πολιτική για την οικολογική καινοτομία. Διάφορες στρατηγικές ανοίγουν το δρόμο για την οικολογική καινοτομία, την E&A και την έρευνα και τις επενδύσεις, αλλά κινδυνεύουν να παραμείνουν σε στρατηγικό επίπεδο όσο δεν πλαισιώνονται από κίνητρα και δεσμευτικά μέσα που ορίζουν την κατεύθυνση. Μόλις ξεκίνησε ένα νέο πρόγραμμα E&A με την ονομασία "Resource-efficient circular economy - Building and mineral cycles (ReMin) (2020-2024)".

Το [Παρατηρητήριο Οικολογικής Καινοτομίας](#) δημοσιεύει τον δείκτη οικολογικής καινοτομίας, ο οποίος καταδεικνύει τις επιδόσεις μιας χώρας στον τομέα της οικολογικής καινοτομίας σε σύγκριση με τον μέσο όρο της ΕΕ και με τις κορυφαίες επιδόσεις της ΕΕ.¹

Η βαθμολόγηση δείχνει ότι οι συνολικές επιδόσεις της Γερμανίας σε σύγκριση με τις 27 χώρες και τον μέσο όρο της ΕΕ είναι καλές. Το 2019, η Γερμανία κατατάσσεται στην έκτη θέση στον δείκτη οικολογικής καινοτομίας (Εικόνα 1). Έχει χάσει τρεις θέσεις σε σύγκριση με τον δείκτη του 2017 και έξι θέσεις από το 2015, όταν βρισκόταν στην πρώτη θέση, αλλά εξακολουθεί να συγκαταλέγεται στους οικολογικούς ηγέτες.

3.1 Οργάνωση της διαχείρισης αστικών απορριμμάτων στη Γερμανία

Σύμφωνα με την ομοσπονδιακή δομή της Γερμανίας, οι αρμοδιότητες, οι ευθύνες και τα καθήκοντα όσον αφορά στη διαχείριση των αποβλήτων κατανέμονται μεταξύ της ομοσπονδιακής κυβέρνησης, των 16 ομόσπονδων κρατιδίων και των τοπικών κοινοτήτων και πόλεων. Το εθνικό Υπουργείο Περιβάλλοντος καθορίζει τις προτεραιότητες, συμμετέχει στις περιβαλλοντικές νομοθετικές διαδικασίες σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο και παρακολουθεί την εφαρμογή τους, διαμορφώνει στρατηγικές εφαρμογής με στόχους και καθορίζει τις απαιτήσεις για τις εγκαταστάσεις αποβλήτων. Τα ομόσπονδα κρατίδια και οι τοπικές κοινότητες/πόλεις είναι υπεύθυνα για την εφαρμογή των εθνικών και ευρωπαϊκών νόμων. Για την εφαρμογή κάθε εθνικό κρατίδιο εκδίδει το δικό του νόμο για τη διαχείριση των αποβλήτων που περιέχει περαιτέρω διατάξεις εφαρμογής για τους δήμους και τις πόλεις του αντίστοιχου ομοσπονδιακού κρατιδίου στο βαθμό που επιτρέπεται από την εθνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει κεντρικός ή ενιαίος σχεδιασμός διαχείρισης αποβλήτων

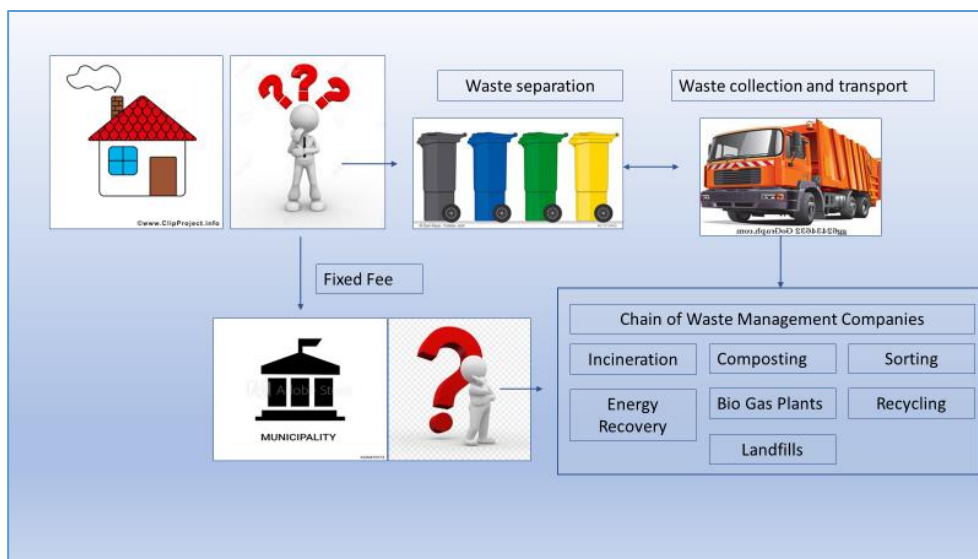
¹ Ο δείκτης EcoI είναι ένας σύνθετος δείκτης που βασίζεται σε 16 δείκτες οι οποίοι αθροίζονται σε πέντε συνιστώσες: εισροές οικολογικής καινοτομίας, δραστηριότητες οικολογικής καινοτομίας και εκροές οικολογικής καινοτομίας, καθώς και περιβαλλοντικά αποτελέσματα και κοινωνικοοικονομικά αποτελέσματα.

για ολόκληρη τη Γερμανία, υπάρχουν ενίοτε πολύ διαφορετικές έννοιες διαχείρισης αποβλήτων και κανόνες σχετικά με τις απαιτήσεις που ισχύουν σε επίπεδο κρατιδίων και δήμων (European Environment Agency, 2016).

Διαχωρισμός αποβλήτων και ενημέρωση των νοικοκυριών

Τα απόβλητα που παράγονται από τα γερμανικά νοικοκυριά συλλέγονται αποκεντρωμένα, σε εβδομαδιαία βάση, από μια υπηρεσία πόρτα-πόρτα. Κάθε νοικοκυριό καλείται να διαχωρίζει τα απορρίμματά του κυρίως σε τέσσερις ειδικούς, διαφορετικού χρώματος κάδους:

- πράσινοι κάδοι για βιοαπόβλητα
- κίτρινοι κάδοι για απορρίμματα συσκευασίας, πλαστικά και μέταλλα
- μπλε κάδοι για χαρτί
- μαύροι κάδοι για τα υπολειμματικά απόβλητα
- Τα ογκώδη απορρίμματα μπορούν είτε να παραδίδονται απευθείας σε ένα κεντρικό σημείο συλλογής του δήμου είτε, στην περίπτωση μεγαλύτερων ποσοτήτων, θα συλλέγονται επίσης από την υπηρεσία απορριμμάτων.
- Τα κουτιά και άλλα δοχεία μίας χρήσης και τα επαναγεμιζόμενα δοχεία μπορούν να επιστρέφονται στα σούπερ μάρκετ, όταν είναι άδεια, για την είσπραξη του αντιτίμου που καταβάλλεται κατά την αγορά των προϊόντων αυτών. Όλα τα δοχεία πόσιμου νερού, με ορισμένες εξαιρέσεις για το κρασί κ.λπ. έχουν τέλος εγγύησης.
- Τα γυάλινα απόβλητα, όπως οι άδειες φιάλες κρασιού, ρίχνονται σε κεντρικούς κάδους συλλογής που είναι διασκορπισμένοι σε όλη την πόλη.



Σχήμα 2: Ασυμμετρία πληροφοριών μεταξύ χρηστών και διαχείρισης δημοτικών αποβλήτων (πηγή: οι συγγραφείς)

Σταθερό οικιακό τέλος

Οι πολίτες πληρώνουν συνήθως ένα σταθερό τέλος στους δήμους για την αποκομιδή των οικιακών απορριμμάτων. Το τέλος καθορίζεται από τις τοπικές αρχές. Σε ορισμένους πιο

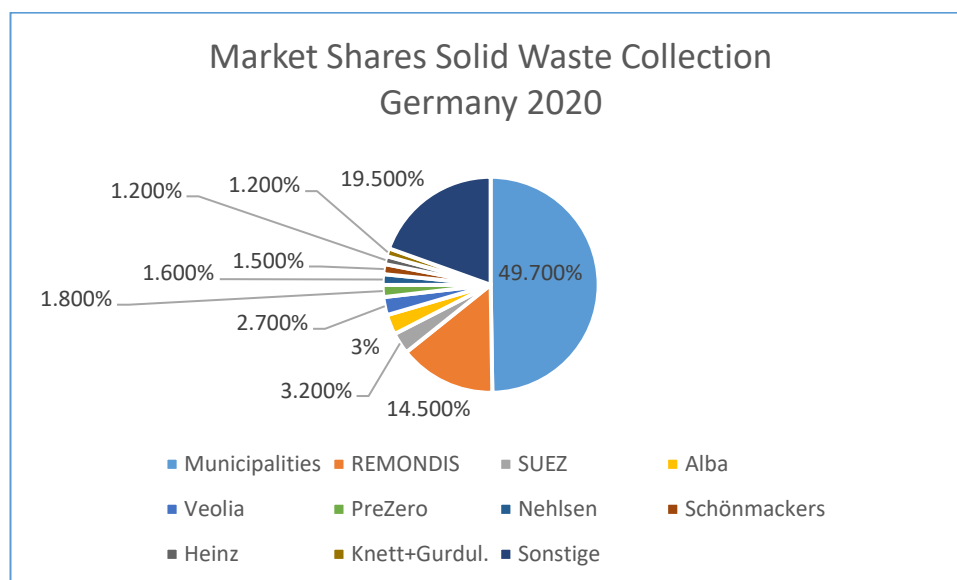
προοδευτικούς δήμους το τέλος εξαρτάται από το βάρος των παραγόμενων οικιακών απορριμμάτων. Ωστόσο, αυτό απαιτεί πρώτον, ο κάδος να είναι εφοδιασμένος με τσιπ RFID και δεύτερον, τα απορριμματοφόρα να μετρούν το βάρος με ζυγαριά στο φορτηγό κατά το άδειασμα των κάδων απορριμμάτων.

Η συλλογή των αποβλήτων συσκευασίας είναι δωρεάν για τους πολίτες, καθώς ο παραγωγός ενός προϊόντος είναι υπεύθυνος για το προϊόν όταν αυτό μετατρέπεται σε απόβλητο (η λεγόμενη "διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού - ERP"). Σε αντίθεση με άλλες χώρες της ΕΕ, στη Γερμανία το ERP ισχύει μόνο για τα οικιακά απόβλητα συσκευασίας, ενώ στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες περιλαμβάνονται και τα εμπορικά και βιομηχανικά απόβλητα συσκευασίας. (European Environment Agency, 2016).

Συλλογή και μεταφορά οικιακών αποβλήτων

Στη Γερμανία, βάσει του νόμου για την κυκλική οικονομία, οι δήμοι είναι υπεύθυνοι για τη διάθεση των ιδιωτικών οικιακών αποβλήτων και των εμπορικών αποβλήτων που είναι παρόμοια με τα οικιακά απόβλητα. Η ευθύνη των δήμων καλύπτει τη συλλογή και τη μεταφορά των αποβλήτων, τα μέτρα για την προώθηση της πρόληψης και της ανάκτησης των αποβλήτων, καθώς και τον σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία εγκαταστάσεων διάθεσης αποβλήτων σύμφωνα με την εθνική και περιφερειακή νομοθεσία. Η υπηρεσία μπορεί να παρέχεται από τις ίδιες τις δημόσιες αρχές διαχείρισης αποβλήτων ή με τη μορφή ανάθεσης σε τρίτους σε εταιρείες ΣΔΙΤ (Σύμπραξη Ιδιωτικού και Δημόσιου Τομέα) ή σε ιδιωτικές εταιρείες διαχείρισης αποβλήτων κατόπιν διαγωνισμού.

Η αγορά της συλλογής και μεταφοράς αποβλήτων αποτελείται κατά 52% από εταιρείες που ανήκουν σε δήμους, ενώ οι ιδιωτικές εταιρείες κατέχουν μερίδιο αγοράς 41% και το 7% παραμένει για τον τομέα των ΣΔΙΤ (ASA et al, 2020).



Σχήμα 3: Μερίδια αγοράς της συλλογής στερεών αποβλήτων - Γερμανία 2020 (πηγή: EUWID, 2020)

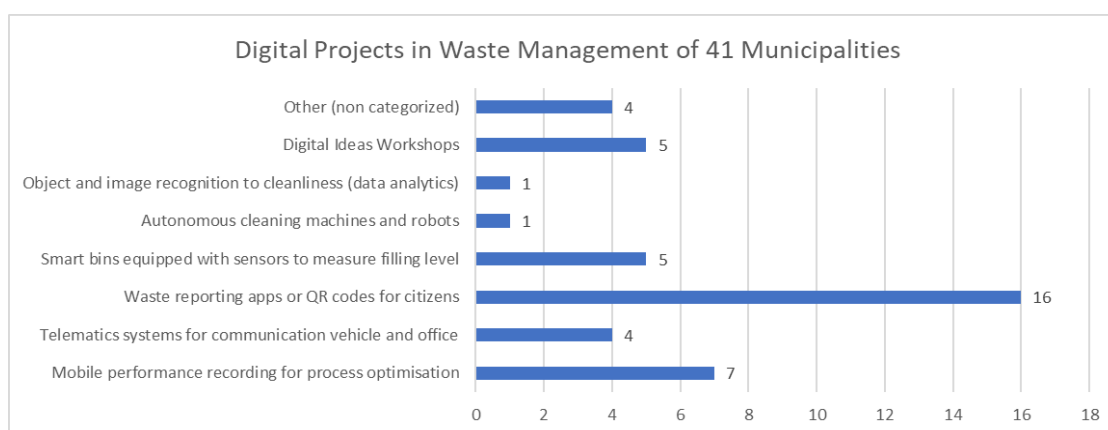
3.2 Λύσεις πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση αστικών αποβλήτων

Λόγω της αποκεντρωμένης οργανωτικής δομής της γερμανικής διαχείρισης αποβλήτων, δεν υπάρχουν κεντρικά στατιστικά στοιχεία σχετικά με καινοτόμα ψηφιακά έργα στη διαχείριση αστικών αποβλήτων. Μόνο η Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU), η Γερμανική Ένωση Τοπικών Επιχειρήσεων Κοινής Ωφέλειας, λειτουργεί μια [χαρτογράφηση των ψηφιακών εφαρμογών](#) των εταιρειών μελών της και δημοσιεύει όλα τα έργα στην ιστοσελίδα της. Η χρήση της λέξης-κλειδί "Διαχείριση αποβλήτων" στη λειτουργία αναζήτησής της οδηγεί σε 23 παραδείγματα βέλτιστων πρακτικών ψηφιακών εφαρμογών σε τοπικές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας διαχείρισης αποβλήτων. Επιπλέον, η Verband Kommunalen Unternehmen e.V. (2019) δημοσίευσε τη μελέτη "[Abfallwirtschaft Digital](#)" (Διαχείριση αποβλήτων ψηφιακά) με 18 παραδείγματα βέλτιστων πρακτικών ψηφιακής διαχείρισης αποβλήτων. Συνολικά, αυτό οδηγεί σε 46 ψηφιακά έργα στη διαχείριση δημοτικών αποβλήτων σε 43 δήμους. Αυτά εξετάστηκαν σύμφωνα με τις ακόλουθες κατηγορίες:

- Εργαστήρια ψηφιακών ιδεών
- Αναγνώριση αντικειμένων και εικόνων καθαριότητας (ανάλυση δεδομένων)
- Αυτόνομα μηχανήματα και ρομπότ καθαρισμού
- Έξυπνοι κάδοι εξοπλισμένοι με αισθητήρες για τη μέτρηση της πλήρωσης
- Εφαρμογές ή κωδικοί QR αναφοράς αποβλήτων για τους πολίτες
- Συστήματα τηλεματικής για την επικοινωνία μεταξύ οχημάτων και γραφείου
- Κινητοί αισθητήρες επιδόσεων που καταγράφουν δεδομένα για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας

Δεδομένου ότι κανένα από τα καταγεγραμμένα έργα δεν είχε εφαρμογή blockchain, το blockchain δεν συμπεριλήφθηκε ως ρητή κατηγορία.

Η διαδικασία διαλογής οδήγησε στα ακόλουθα αποτελέσματα:



Σχήμα 4: Ψηφιακά έργα στη γερμανική διαχείριση δημοτικών αποβλήτων (πηγή: Οι συγγραφείς με βάση στοιχεία από: Digital project mapping of German Association of Local Utilities of Municipalities (VKU) και Verband Kommunalen Unternehmen e.V. (2019)- για λεπτομερή στατιστικά στοιχεία βλ. παράρτημα)

Τα περισσότερα από τα ψηφιακά έργα είναι εφαρμογές αναφοράς αποβλήτων για τους πολίτες, ώστε να αναφέρουν τα σκουπίδια στα πάγκα ή ακόμη και για την αναφορά σφαλμάτων κατά την αποκομιδή των σκουπιδιών. Τελικά, αυτά είναι τα πρώτα δειλά βήματα προς την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση με τους πολίτες, αν και δεν ξεπερνούν ακόμη την ασυμμετρία πληροφοριών που αναφέρθηκε παραπάνω. Οι περισσότερες από αυτές τις εφαρμογές δεν είναι διαδραστικές, αλλά έχουν σχεδιαστεί ως επικοινωνιακός μονόδρομος. Συνήθως δεν υπάρχει στρατηγική επικοινωνίας βασισμένη σε δεδομένα, η οποία να προσαρμόζεται ατομικά στο προφίλ χρήστη του εκάστοτε νοικοκυριού. Μια τέτοια στρατηγική θα σήμαινε μια εντελώς νέα αυτοεικόνα των δήμων ως παρόχων υπηρεσιών για τα νοικοκυριά όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων.

Τα ψηφιακά έργα, τα οποία περιλαμβάνουν τον εξοπλισμό των κάδων απορριμμάτων με αισθητήρες για τη μέτρηση των επιπέδων πλήρωσης, κινούνται επίσης προς την κατεύθυνση της υπέρβασης της ασυμμετρίας της πληροφόρησης. Οι αισθητήρες στους έξυπνους κάδους απορριμμάτων επιτρέπουν σε έναν δήμο να αντιστοιχίζει τους κάδους στους ιδιοκτήτες τους και να ενημερώνει τα νοικοκυριά για την ατομική τους παραγωγή απορριμμάτων ανά μήνα. Με την αλλαγή των δομών των τελών από σταθερά τέλη σε συστήματα που πληρώνουν ανάλογα με τη χρήση, θα δημιουργηθούν περαιτέρω κίνητρα για την αποφυγή των αποβλήτων. Το πρόβλημα εδώ θα είναι η προστασία των δεδομένων και το δικαίωμα των πολιτών στην ιδιωτική ζωή. Η προστασία των δεδομένων και η ανωνυμία θα ήταν σίγουρα ευκολότερο να επιτευχθούν με μια λύση που βασίζεται στην αλυσίδα συστοιχιών. Βασικά, η υπέρβαση αυτών των εμποδίων θα απαιτήσει την οικοδόμηση εμπιστοσύνης μεταξύ των πολιτών και των δήμων, η οποία μπορεί να εγκατασταθεί μόνο μέσω καινοτόμων ιδεών επικοινωνίας και συμμετοχής.

Τα τηλεματικά συστήματα για την επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των απορριματοφόρων και των γραφείων των δήμων συμβαδίζουν με την κινητή καταγραφή των επιδόσεων που θα προετοιμάσει τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας. Τα απορριματοφόρα φορτηγά μπορούν σήμερα να εξοπλιστούν με όλες τις σύγχρονες λύσεις IoT που παράγουν μια μάζα δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

3.3 Τελική αξιολόγηση

Μέχρι σήμερα, οι ακόλουθες τεχνολογίες λείπουν από τις προσεγγίσεις για την ψηφιοποίηση της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων:

- Ανάλυση μεγάλων δεδομένων με βάση την τεχνητή νοημοσύνη
- Blockchain και tokenization

Βασικά, οι προσεγγίσεις που έχουν υιοθετηθεί μέχρι σήμερα φαίνεται να είναι μεμονωμένα ψηφιακά έργα που δύσκολα ενσωματώνονται σε μια συνεκτική στρατηγική ψηφιακού μετασχηματισμού για τον μετασχηματισμό της διαχείρισης των δημοτικών αποβλήτων. Οι προσεγγίσεις βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στην τεχνολογία και δεν εστιάζουν στους πολίτες και στην πρόληψη των αποβλήτων ως κορυφαία προτεραιότητα. Η τεχνολογία από μόνη της δεν μπορεί να το κάνει αυτό ούτως ή άλλως. Απαιτείται ένας θεμελιώδης μετασχηματισμός της οργάνωσης και της αποστολής των δήμων: Στόχος όλων των δραστηριοτήτων και των

λειτουργιών πρέπει να είναι η αποφυγή των αποβλήτων από τα νοικοκυριά, δηλαδή από τους πολίτες.

4 Ελλάδα: Κατάσταση της ψηφιοποίησης στη Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων

4.1 Οργάνωση της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα

Η διοικητική δομή όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα περιλαμβάνει τους ακόλουθους φορείς:

- Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) είναι υπεύθυνο για την ανάπτυξη και την εφαρμογή των πολιτικών για το περιβάλλον και τη διαχείριση των αποβλήτων σε εθνικό επίπεδο.
- Το Υπουργείο Εσωτερικών (ΥΠΕΣ) είναι αρμόδιο για την εποπτεία των Αποκεντρωμένων Διοικήσεων (ΑΔ) και των τοπικών αρχών (Περιφέρειες και Δήμοι).
- Ο Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ) ή "Εναλλακτική Διαχείριση Αποβλήτων" είναι ένας μη κερδοσκοπικός ιδιωτικός φορέας δημοσίου συμφέροντος που εποπτεύεται από το ΥΠΕΝ. Κύριος στόχος του είναι η ανάπτυξη, ο σχεδιασμός και η εφαρμογή πολιτικών για την ανακύκλωση και την ανάκτηση αποβλήτων.
- Οι Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων ("ΦοΔΣΑ" στα ελληνικά), είναι οι περιφερειακοί μη κερδοσκοπικοί φορείς διαχείρισης αποβλήτων που περιλαμβάνουν δήμους σε κάθε περιφέρεια και είναι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη, την εφαρμογή και την παρακολούθηση των περιφερειακών σχεδίων διαχείρισης αποβλήτων.
- Οι δήμοι είναι υπεύθυνοι για την υλοποίηση της ανάπτυξης και εφαρμογής των Τοπικών Σχεδίων Διαχείρισης Αποβλήτων (με βάση τα Περιφερειακά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων).
- Τα συστήματα διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού (EPR) και οι οργανισμοί ευθύνης του παραγωγού (PRO), οι οποίοι είναι ιδιωτικοί οργανισμοί ομαδοποιημένοι ανά τομέα, οι οποίοι αποτελούν τους παραγωγούς που είναι υπεύθυνοι στο πλαίσιο της πολιτικής EPR. Η Ελλάδα διαθέτει συστήματα EPR (για τα ΑΣΑ) για τις μπαταρίες, τα ΑΗΗΕ και τις συσκευασίες.
 - Ένα PRO για τη συλλογή μπαταριών που ονομάζεται AFIS S.A.
 - Δύο PRO για τη συλλογή ΑΗΗΕ - ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Α.Ε. και ΦΩΤΟΚΥΚΛΩΣΗ Α.Ε.
 - Τέσσερα PRO για τη συσκευασία:
 - ✓ την Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (Ε.Ε.Α.Α.), η οποία είναι το πιο διαδεδομένο σύστημα και διαθέτει ένα εκτεταμένο δίκτυο "μπλε κάδων" για τα απόβλητα συσκευασίας και ένα δεύτερο δίκτυο "μπλε κωδώνων" για τη χωριστή συλλογή γυαλιού.
 - ✓ Το Κέντρο Εναλλακτικής Διαχείρισης Περιβάλλοντος Α.Ε. ("ΚΕΠΕΔ" Α.Ε.) είναι μια PRO, η οποία προωθεί την πανελλαδική συλλογή των αποβλήτων συσκευασίας λιπαντικών ελαίων.
 - ✓ Η Ανταποδοτική Ανακύκλωση ΑΕ, η οποία διαχειρίζεται τη χωριστή συλλογή αστικών αποβλήτων συσκευασιών μέσω 51 "Σπιτιών Ανακύκλωσης" που είναι καταναμημένα σε μεγάλες αστικές περιοχές σε εθνικό επίπεδο (βλ. παράδειγμα βέλτιστης πρακτικής παρακάτω).

- ✓ Η ΑΒ Βασιλόπουλος είναι μια αλυσίδα σούπερ μάρκετ με το μοναδικό μονομελές PRO στην Ελλάδα και στην Ευρώπη που συλλέγει απόβλητα συσκευασίας και προσφέρει ξεχωριστή συλλογή υλικών σε ολοκληρωμένα συστήματα ανακύκλωσης αποβλήτων συσκευασίας (χαρτί, πλαστικό, μέταλλο και γυαλί). Το σύστημα χρησιμοποιεί "Κέντρα Ανακύκλωσης" και αντίστροφους αυτόματους πωλητές σε χώρους σούπερ μάρκετ σε όλη την επικράτεια (ΑΒ Βασιλόπουλος Α.Ε., 2017). Προσφέρουν χρηματικά κίνητρα στους πολίτες για την ανακύκλωση (1 ευρώ για κάθε 33 συσκευασίες) μέσω κουπονιών λιανικής πώλησης.
- ✓ Τα PRO που προσφέρουν ένα εθελοντικό σύστημα επιστροφής χρημάτων από την εγγύηση λειτουργούν επίσης από την Αθηναϊκή Ζυθοποιία για φιάλες μπίρας και ποτών (ΗΡΑ, 2019); (Αθηναϊκή Ζυθοποιία, 2020).

4.2 Λύσεις πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση αστικών αποβλήτων

Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει εκτεταμένη εφαρμογή λύσεων πληροφορικής στα ΑΣΑ στην Ελλάδα. Συγκεκριμένοι Δήμοι έχουν αρχίσει να τρέχουν τοπικές δράσεις και έχουν ανακοινωθεί κάποιες νέες προσπάθειες κυρίως μέσω πιλοτικών έργων.

Pay-as-you-throw - πιλοτική εφαρμογή

Ο δήμος Ελευσίνας, στην Περιφέρεια Αττικής, εφάρμοσε ένα σύστημα «πληρώνω όσο πετάω» (pay-as-you-throw, PAYT) σε μια πιλοτική εφαρμογή στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE Environment (Life + Environment Policy and Governance, 2011). Τα αποτελέσματα ήταν μέτρια. Σύμφωνα με Vitoraki (2019) η υποδομή ανακύκλωσης και η διευκόλυνση των πολιτών δεν ήταν κατάλληλα σχεδιασμένη. Απαιτούνται βελτιώσεις στο σύστημα συλλογής, έτσι ώστε η ανακύκλωση να είναι πιο βολική για τους πολίτες. Η συλλογή από πόρτα σε πόρτα είναι μια επιλογή που πρέπει να εξεταστεί για ορισμένα ή όλα τα δημοτικά διαμερίσματα.

Διάφορα έργα Smart Bin

Η περιοχή των Χανίων της Κρήτης συμμετείχε σε ένα έργο του προγράμματος LIFE με τίτλο: "Sustainable waste management using ICT tools-LIFE EWAS" με στόχο τη βελτιστοποίηση της συλλογής αποβλήτων όσον αφορά τη συχνότητα συλλογής και τον προγραμματισμό των δρομολογίων. Οι αισθητήρες έστελναν δεδομένα για τα επίπεδα πλήρωσης κάθε δοχείου μέσω GPRS.

Οι δήμοι Μετσόβου και Ζηρού στην Ήπειρο συμμετείχαν στο έργο INTERNET OF BINS το οποίο συγχρηματοδοτείται στο πλαίσιο του προγράμματος Interreg IPA CBC "Ελλάδα - Αλβανία 2014 - 2020". Το καινοτόμο έργο περιλαμβάνει τρία στοιχεία:

- Ολοκληρωμένη "έξυπνη" λύση διαχείρισης αποβλήτων/βελτίωση της παραγωγικής ικανότητας: (σύστημα παρακολούθησης κάδων - αισθητήρες πλήρωσης με υπερήχους και εφαρμογή λογισμικού, προμήθειες διαχείρισης αποβλήτων).
- Μείωση της οπτικής όχλησης: Εγκατάσταση υπόγειων συστημάτων συλλογής αποβλήτων σε κρίσιμα σημεία και
- Οικολογικές προσεγγίσεις για τη διαχείριση των αποβλήτων: προμήθεια και διανομή κάδων κομποστοποίησης (για οικιακούς σκοπούς), εκστρατείες ευαισθητοποίησης,

σχέδια βελτιστοποίησης και παρακολούθησης της διαχείρισης των αποβλήτων (ανάλυση δεδομένων και σχέδιο διαχείρισης), εφαρμογές κινητών τηλεφώνων και διαδικτύου για θεματικές πληροφορίες.

IoT στα απορριμματοφόρα και στην επικοινωνία με τους κατοίκους

Ο δήμος Χαλανδρίου συμμετείχε στο έργο "Waste4Think" που χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα "Ορίζοντας 2020" της ΕΕ. Η διαχείριση των αποβλήτων του Δήμου συνδυάζει δύο χαρακτηριστικά:

- Επικοινωνία με τους κατοίκους για να διασφαλιστεί η συμμετοχή τους (ενημερωμένος δικτυακός τόπος του δήμου, χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, εκδηλώσεις ευαισθητοποίησης για την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση, χρονοδιάγραμμα συλλογής για τους κατοίκους).
- IoT σε φορητά απορριμμάτων: σε οχήματα συλλογής βιοαποβλήτων και χαρτιού/χαρτονιού.

Χρήση των δεδομένων των νοικοκυριών και επικοινωνία με τους κατοίκους

Ο δήμος Βάρης-Βούλας-Βουλιαγμένης εφάρμοσε τη χωριστή συλλογή έξι (6) ρευμάτων αποβλήτων. Ο δήμος έχει συνάψει συμβάσεις με συστήματα EPR (ΕΕΑΑ) και εφαρμόζει διαφορετικά συστήματα συλλογής ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των νοικοκυριών, το είδος των αποβλήτων και την περιοχή (πόρτα-πόρτα, πεζοδρόμιο, κοινόχρηστο κ.λπ.).

Οι δράσεις του δήμου για τη διαχείριση των αποβλήτων και την ανακύκλωση κοινοποιούνται στους κατοίκους για να εξασφαλιστεί η συμμετοχή τους, με πολλούς τρόπους, όπως, μεταξύ άλλων, με εύκολα προσβάσιμες πληροφορίες και κατευθυντήριες γραμμές για τους κατοίκους μέσω του δικτυακού τόπου του δήμου, κοινωνικές εκδηλώσεις ή υποστήριξη που παρέχεται σε εθελοντικές ομάδες πολιτών και περιβαλλοντικής προστασίας.

Κίνητρα και επικοινωνία με τους πολίτες σε συνδυασμό με έξυπνους κάδους

Προκειμένου να αυξηθεί η συμμετοχή των πολιτών στη διαδικασία, ο δήμος Βούλας-Βάρης-Βουλιαγμένης χορηγεί ως κίνητρα πόντους επιβράβευσης καθώς και εκπτώσεις στην είσοδο στις παραλίες, στα δίδακτρα των παιδικών σταθμών κ.λπ. Ο δήμος εφάρμοσε λύσεις διαχείρισης απορριμμάτων "SMART", συμπεριλαμβανομένης της τηλεματικής για τη βελτιστοποίηση των διαδρομών συλλογής, και κάδους "SMART" με αισθητήρες που υποδεικνύουν το επίπεδο πλήρωσης και τη θέση των κάδων.

Ο δήμος Βριλησίων εφαρμόζει χωριστή συλλογή δώδεκα (12) ρευμάτων αποβλήτων. Η συνεχής και καινοτόμος επικοινωνία και διάδοση της διαχείρισης των απορριμμάτων και της ανακύκλωσης του δήμου αποσκοπεί στη διασφάλιση της συμμετοχής των κατοίκων, με προσπάθειες που περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων

- μια διαδικτυακή πλατφόρμα για την ευαισθητοποίηση, την ενημέρωση και την εκπαίδευση των κατοίκων σχετικά με την κομποστοποίηση, τη σωστή χωριστή συλλογή οργανικών κ.λπ.,

- εύκολα προσβάσιμες πληροφορίες και κατευθυντήριες γραμμές για τους κατοίκους μέσω της ενημερωμένης ιστοσελίδας του δήμου, κοινωνικών εκδηλώσεων, εργαστηρίων,
- χρήση της διαδημοτικής πλατφόρμας επιβράβευσης της ανακύκλωσης "Follow green" που προωθεί την ανακύκλωση μέσω της εκπαίδευσης και της επιμόρφωσης των κατοίκων μέσω παιχνιδιών, άρθρων για την ανακύκλωση κ.λπ., ενώ παράλληλα συγκεντρώνει πόντους που μπορούν να εξαργυρωθούν σε τοπικές επιχειρήσεις,

Πλατφόρμα συλλογής δεδομένων για την παρακολούθηση των ροών αποβλήτων και του συστήματος τελών PAYT

Το Ηράκλειο (GR) και η περιφέρεια Κρήτης συμμετείχαν στο έργο "WIN - POL" (Waste Management Intelligent Systems and Policies, PGI04924) που χρηματοδοτείται από το Interreg Europe 2014-2020. Στόχος του έργου είναι η βελτίωση της διαχείρισης των αποβλήτων στις ευρωπαϊκές πόλεις μέσω της χρήσης του IoT και των συστημάτων κινήτρων. Το WINPOL πέτυχε ένα σημαντικό ορόσημο με την εκπόνηση έξι σχεδίων δράσης, καθένα από τα οποία θα εφαρμοστεί σε μία από τις έξι πόλεις που επιλέχθηκαν. Στην περίπτωση του Ηρακλείου πρόκειται να εφαρμοστούν και να δοκιμαστούν οι ακόλουθες δράσεις:

- ένα καινοτόμο σύστημα συλλογής δεδομένων σχετικά με τη συλλογή βιοαποβλήτων
- μια πλατφόρμα παρακολούθησης των ροών αποβλήτων και βελτιστοποίησης της αλυσίδας εφοδιασμού σε δημοτικό επίπεδο
- μια πλατφόρμα παρακολούθησης των αποβλήτων που συλλέγονται στα Πράσινα Σημεία σε περιφερειακό επίπεδο και ανταλλαγής δεδομένων με τους χρήστες
- εισαγωγή ευκαιριών χρηματοδότησης συστημάτων PAYT για δήμους

Η Περιφέρεια Αττικής ανακοίνωσε την προκήρυξη διαγωνισμού για την ανάπτυξη μιας απομακρυσμένης ψηφιακής πλατφόρμας, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την ενσωμάτωση προγραμμάτων επιβράβευσης που αφορούν την ευαισθητοποίηση σε θέματα ανακύκλωσης - με γωνιές ανακύκλωσης και συστήματα επιφανειακών και υπόγειων κάδων.

Η απομακρυσμένη πλατφόρμα θα συγκεντρώνει, σε ένα ενιαίο σύστημα πληροφοριών, όλα τα δεδομένα που λαμβάνονται από τις γωνιές ανακύκλωσης, από τους πολίτες, τους δήμους και όλους τους άλλους εμπλεκόμενους φορείς. Οι πληροφορίες θα επεξεργάζονται από την πλατφόρμα για τη διαμόρφωση διαδικασιών και την παρουσίαση και κοινοποίηση των αποτελεσμάτων στα εμπλεκόμενα μέρη.

Οι κύριες λειτουργίες της πλατφόρμας θα είναι:

- Επικοινωνία με τις γωνιές ανακύκλωσης που αποτελούν μέρος του δικτύου και ειδικότερα με τα τοπικά όργανα ελέγχου ή τον εξοπλισμό (τοπικές κονσόλες διαχείρισης - KTD).
- Επικοινωνία με τους πολίτες και τους ανακυκλωτές μέσω της ιστοσελίδας, των εφαρμογών κ.λπ.
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού.

- Ανταμοιβή των πολιτών με βάση τα απορρίμματα που ανακυκλώνονται μέσω των συμβεβλημένων γωνιών ανακύκλωσης.
- Καταγραφή του όγκου των αποβλήτων που συλλέγονται ανά γωνιά ανακύκλωσης, ανά χρήστη και ανά δήμο.
- Προειδοποίηση "γεμάτου κάδου" και βελτιστοποίηση διαδρομής συλλογής. Για τη βελτιστοποίηση των διαδρομών συλλογής, σε κάθε απορριμματοφόρο θα τοποθετηθεί ένα tablet με ειδικά σχεδιασμένο λογισμικό. Το λογισμικό θα λαμβάνει δεδομένα σχετικά με το επίπεδο πλήρωσης των κάδων αναλυτικά ανά γωνιά ανακύκλωσης και κάδο υλικών. Με βάση αυτά τα δεδομένα, αναλυμένα ανά φορέα συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών και διαθέσιμο φορτηγό, το λογισμικό θα διαμορφώνει κάθε μέρα τις βέλτιστες διαδρομές συλλογής και θα τις προωθεί είτε στους αντίστοιχους φορείς συλλογής είτε στα tablets των φορτηγών, ανάλογα με τις συμφωνίες με τους φορείς συλλογής.

Η πλατφόρμα θα επεξεργάζεται συνεχώς ενημερωμένα σύνολα δεδομένων και θα έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας και οπτικοποίησής τους ανάλογα με το ενδιαφερόμενο κοινό. Επιπλέον, η πλατφόρμα θα μπορεί να συνδεθεί με οποιαδήποτε άλλα ευφυή συστήματα διαλογής στην πηγή των ανακυκλώσιμων υλικών (όπως σταθερά ή κινητά πράσινα σημεία) ή με οποιοδήποτε άλλες ψηφιακές πλατφόρμες ανταμοιβής ανακύκλωσης.

Ο Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ) έχει αναπτύξει, με την τεχνική υποστήριξη της D-Waste, μια νέα εξειδικευμένη πλατφόρμα με την ονομασία "GRE-CYCLE", η οποία επιτρέπει στους πολίτες να ενημερώνονται άμεσα, εύκολα και υπεύθυνα για συγκεκριμένα θέματα ανακύκλωσης. Οι χρήστες μπορούν επίσης, μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα, να στέλνουν φωτογραφίες και σχόλια για συγκεκριμένα θέματα ανακύκλωσης, χρησιμοποιώντας το κινητό τους τηλέφωνο. Η εφαρμογή είναι διαθέσιμη για iOS και Android και μπορεί να κατέβει από δωρεάν ηλεκτρονικά καταστήματα. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με τη χρήση λογισμικού ανοικτού κώδικα. Συγκεκριμένα, για την οπτικοποίηση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το Google Maps σε συνδυασμό με CMS ανοικτού κώδικα.

4.3 Παράδειγμα βέλτιστης πρακτικής "Ανταμοιβή της ανακύκλωσης συσκευασιών"

Η πιο γνωστή λύση πληροφορικής στο πλαίσιο της διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού προέρχεται από ένα Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης με την ονομασία «Ανταποδοτική Ανακύκλωση Α.Ε.», το οποίο δημιούργησε ένα δίκτυο 51 "οπιτιών ανακύκλωσης" σε μεγάλες αστικές περιοχές σε εθνικό επίπεδο.

Η «Ανταποδοτική Ανακύκλωση» διαχειρίζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα χωριστής συλλογής χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο αυτόματων πωλητών (reverse vending machines, RVM), τα λεγόμενα Κέντρα Ανταποδοτικής Ανακύκλωσης (RRC) ή "Σπιτάκια Ανακύκλωσης", τα οποία είναι εγκατεστημένα σε εύκολα προσβάσιμους δημόσιους χώρους. Κάθε Σπιτάκι Ανακύκλωσης καταλαμβάνει χώρο περίπου 11 μέτρων² και είναι σχεδιασμένο να δέχεται απόβλητα συσκευασίας από ουσιαστικά τέσσερα ρεύματα αποβλήτων: πλαστικά, μέταλλα, γυαλί και χαρτί/χαρτόνι, ενώ πρόσφατα υπήρξε επιπλέον πρόβλεψη σε ορισμένα από αυτά για ξύλο

συσκευασίας (κυρίως παλέτες). Το σπιτάκι διατηρεί τα απορριπτόμενα υλικά χωριστά και μειώνει το μέγεθός τους (θραύση για το γυαλί, συμπίεση για τα κουτιά και συμπίεση ή τεμαχισμός για τα πλαστικά), ενώ παρέχει στους χρήστες του χρηματική ανταμοιβή (1€ για κάθε 33 μονάδες), η οποία είτε προσφέρεται ως εκπτώτικό κουπόνι στα συνεργαζόμενα σούπερ μάρκετ είτε μπορεί να προσφερθεί σε φιλανθρωπικά ιδρύματα.

Η «Ανταποδοτική Ανακύκλωση» εποπτεύει τις εργασίες διαχείρισης αποβλήτων, όπως η συλλογή, η μεταφορά, η επεξεργασία, η συντήρηση προσωπικού και εξοπλισμού, οι οποίες προσφέρονται από εργολάβους. Επιπλέον, είναι υπεύθυνη για την αναφορά των δεδομένων στον ΕΟΑΝ (Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης). Οι συνεργαζόμενοι δήμοι είναι υπεύθυνοι για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος για τη λειτουργία του εξοπλισμού όταν αυτός είναι εγκατεστημένος σε δημόσιους χώρους.

Η «Ανταποδοτική Ανακύκλωση» πέτυχε ένα νέο παγκόσμιο ρεκόρ Γκίνες για τα "περισσότερα γυάλινα μπουκάλια που ανακυκλώνονται σε μία εβδομάδα" και το δεύτερο παγκόσμιο ρεκόρ Γκίνες για τα "περισσότερα πλαστικά μπουκάλια που ανακυκλώνονται σε μία εβδομάδα". Το πρώτο κινητό "Σπίτι Ανακύκλωσης" παγκοσμίως, η λειτουργία του οποίου βασίζεται στην ηλιακή ενέργεια, δημιουργήθηκε το 2020, ώστε η υπηρεσία να αναπτυχθεί σε όλη την Αθηναϊκή Ριβιέρα.

4.4 Τελική αξιολόγηση

Οι λύσεις ΤΠ στην Ελλάδα έχουν εφαρμοστεί εν μέρει κατά τη διάρκεια πιλοτικών έργων. Τα τελευταία δύο χρόνια ορισμένοι δήμοι έχουν αρχίσει να εφαρμόζουν έξυπνες τεχνολογίες για τη βελτιστοποίηση κυρίως της συλλογής και του διαχωρισμού των αποβλήτων, αλλά πολλά πράγματα πρέπει να γίνουν στο εγγύς μέλλον προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι του αναθεωρημένου ΕΣΔΑ. Τα ερευνητικά έργα που εκτελούνται επί του παρόντος είναι πολλά υποσχόμενα. Ωστόσο, τα αποτελέσματά τους δεν έχουν ακόμη αξιολογηθεί. Το νέο οικονομικό μέσο, δηλαδή το pay-as-you-throw (PAYT) που πρόκειται να εφαρμοστεί στο εγγύς μέλλον, σύμφωνα με το αναθεωρημένο ΕΣΔΑ, απαιτεί την καθιέρωση πολλών τεχνολογικών αλλαγών σε τακτική βάση.

5 Ολλανδία: Κατάσταση της ψηφιοποίησης στη Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων

5.1 Οργάνωση της ολλανδικής διαχείρισης αστικών αποβλήτων

Στην Ολλανδία τα απόβλητα συλλέγονται από τα νοικοκυριά από ή για λογαριασμό των δήμων. Καθώς τα απόβλητα από καταστήματα και παρόμοιες εγκαταστάσεις συλλέγονται συχνά ταυτόχρονα με τα οικιακά απόβλητα, ένα (μικρό) ποσοστό δεν προέρχεται από νοικοκυριά. Τα απόβλητα συλλέγονται από πόρτα σε πόρτα. Αυτό περιλαμβάνει επίσης τα (ογκώδη) υπολειμματικά οικιακά απόβλητα που συλλέγονται μέσω (υπόγειων) δοχείων συλλογής. Τα ανακυκλώσιμα απόβλητα παραδίδονται σε εγκαταστάσεις επί των οδών (όπως οι γυάλινοι κάδοι) ή δημοτικές αυλές.

Στο πλαίσιο της δημόσιας πολιτικής για τα οικιακά απόβλητα 2025 (VANG-HHA, 2014), η ολλανδική πολιτική δεσμεύτηκε για τη μετάβαση προς μια κυκλική οικονομία και για το κλείσιμο των αλυσίδων πρώτων υλών και υλικών όσο το δυνατόν περισσότερο. Η φιλοδοξία είναι ότι το 2020 το πολύ, 100 kg χονδρόκοκκων και λεπτόκοκκων υπολειμματικών αποβλήτων ανά κάτοικο ετησίως θα πηγαίνουν σε τελική επεξεργασία (αποτέφρωση). Μέχρι το 2025, αυτό θα πρέπει να μειωθεί περαιτέρω σε 30 kg υπολειμματικών αποβλήτων κατ' ανώτατο όριο ετησίως.

Το πρόγραμμα υλοποίησης περιλαμβάνει διάφορους άξονες δράσης για την επίτευξη μεγαλύτερου διαχωρισμού των αποβλήτων και λιγότερων οικιακών αποβλήτων.

- Συνεργασία των μερών της αλυσίδας για να κλείσουν τις αλυσίδες. Η προσέγγιση της αλυσίδας επικεντρώνεται κυρίως στα προϊόντα που αποτελούν μέρος των οικιακών αποβλήτων στη φάση του τέλους του κύκλου ζωής τους. Ορισμένα προϊόντα βρίσκονται επίσης σε άλλες ροές αποβλήτων (π.χ. απόβλητα γραφείων).
- Μείωση της ποσότητας του υλικού που φεύγει από την αλυσίδα ως υπολειμματικό απόβλητο από τα νοικοκυριά
- Επιβολή στους ρυπαίνοντες να πληρώσουν. Δίνεται χώρος στις εταιρείες και στους πολίτες και αντιμετωπίζονται οι αδυναμίες της αγοράς.
- Ενθάρρυνση και διευκόλυνση καινοτόμων εταιρειών και οργανισμών να διαμορφώσουν από κοινού μια βιώσιμη φιλοδοξία και να λάβουν συγκεκριμένα μέτρα για την υλοποίησή της.

Η αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει" εφαρμόστηκε με το σύστημα τελών DIFTAR, το οποίο χρησιμοποιούν οι περισσότεροι δήμοι. DIFTAR είναι η συντομογραφία των διαφοροποιημένων τελών, που σημαίνει ότι τα νοικοκυριά ή τα νομικά πρόσωπα πληρώνουν διαφορετικά τέλη για διαφορετικούς τύπους αποβλήτων με βάση τις ποσότητες. Όσο περισσότερα είναι τα υπολειμματικά και άλλα απόβλητα που δεν μπορούν να ανακυκλωθούν, τόσο υψηλότερο είναι το τέλος αποκομιδής των αποβλήτων. Αντίθετα, η προσφορά λιγότερων αποβλήτων οδηγεί σε χαμηλότερη μεταβλητή χρέωση διάθεσης αποβλήτων, αλλά η σταθερή χρέωση παραμένει η ίδια.

Το 2019 ένα ολλανδικό νοικοκυριό πλήρωσε 244 ευρώ κατά μέσο όρο ετησίως για την υπηρεσία διαχείρισης αποβλήτων του δήμου. Ωστόσο, τα τέλη διαφέρουν εξαιρετικά από δήμο σε δήμο. Οι δήμοι με χαμηλό κόστος διαχείρισης αποβλήτων έχουν γενικά εισαγάγει διαφοροποίηση των τιμολογίων για την παροχή αποβλήτων. Στους δήμους DIFTAR οι κάτοικοι γενικά διαχωρίζουν τα

απορρίμματά τους με μεγαλύτερη συνέπεια, γεγονός που οδηγεί σε χαμηλότερα υπολειμματικά απόβλητα.

5.2 Λύσεις πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση αστικών αποβλήτων

Στην Ολλανδία, υπάρχουν διάφοροι πάροχοι που προσφέρουν ολοκληρωμένες λύσεις διαχείρισης αποβλήτων για δημοτικές περιβαλλοντικές υπηρεσίες και υπηρεσίες καθαρισμού. Αυτές περιλαμβάνουν προηγμένες τεχνολογικές λύσεις για την αποκομιδή οικιακών απορριμμάτων, τον προγραμματισμό δρομολογίων, την τεχνολογία των οχημάτων (οδικά και RFID), τις θερινές και χειμερινές υπηρεσίες και την υποστήριξη πελατών. Οι πάροχοι έχουν δημιουργήσει τις δικές τους πλατφόρμες που υποστηρίζουν τη διαχείριση των προμηθευτών, την παρακολούθηση του επιπέδου υπηρεσιών, τη δυναμική υποβολή εκθέσεων και την ανάλυση. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους δήμους να αξιοποιούν με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο τους διαθέσιμους προϋπολογισμούς, βελτιστοποιώντας τις διαδρομές, διαχειριζόμενοι τα δοχεία και απεικονίζοντας τη συλλογή σε πραγματικό χρόνο. Παρέχει πρόσβαση σε πραγματικό χρόνο σε δεδομένα πελατών και υπηρεσιών, ώστε να μπορούν να αντιμετωπιστούν άμεσα τα ερωτήματα. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται οι (χαμένες) διαδρομές εκκένωσης και βελτιώνεται η εξυπηρέτηση των πελατών. Παρέχουν ατομική, προστατευόμενη με κωδικό, πρόσβαση σε ένα περιβάλλον όπου αποθηκεύονται διαμορφώσιμες, ειδικές για τον πελάτη πληροφορίες. Αυτές περιλαμβάνουν τη συχνότητα συλλογής, το ιστορικό υπηρεσιών, τις διαθέσιμες πρόσθετες υπηρεσίες, τα παράπονα ή τις ερωτήσεις, τις αλλαγές ή τα μηνύματα και, κατά περίπτωση, την κατάσταση λογαριασμού και τιμολογίου, συμπεριλαμβανομένων των καταστάσεων, των τιμολογίων και των επιλογών ηλεκτρονικής πληρωμής.

Λύσεις για κινητά και οχήματα

Οι λύσεις οχημάτων μπορούν να προσαρμοστούν στις λειτουργικές απαιτήσεις και τον προϋπολογισμό κάθε δήμου. Τα δεδομένα της διαδρομής διαβάζονται από ταμπλέτες. Υποστηρίζονται οι οδηγίες οδήγησης και η αλληλεπίδραση με τη διοίκηση, καθώς και η τεχνολογία οχημάτων για την παρακολούθηση της απόδοσης των υπηρεσιών, είτε αυτόνομα είτε σε συνδυασμό με RFID. Ορισμένοι προμηθευτές παρέχουν επίσης το δικό τους πιστοποιημένο σύστημα ζύγισης για την αποκομιδή απορριμμάτων, το οποίο είναι πλήρως ενσωματωμένο στη λύση back-office των συστημάτων ERP. Η πληρωμή βασίζεται στο βάρος/συχνότητα (diftar), ή σε προγράμματα παρακολούθησης της ανακύκλωσης.

Λύση Blockchain για την εποπτεία της διασυνοριακής μεταφοράς αποβλήτων

Για να μειώσει το κόστος εποπτείας που σχετίζεται με την ευρωπαϊκή μεταφορά αποβλήτων, το ολλανδικό υπουργείο θέλησε να συνδυάσει την τεχνολογία blockchain με τα υπάρχοντα συστήματα πληροφορικής. Με αυτόν τον τρόπο οι αρχές ελέγχου μπορούν να αυτοματοποιήσουν ένα σημαντικό μέρος των καθηκόντων τους. Αυτό απελευθερώνει γνώσεις και τεχνογνωσία για άλλα σημαντικά καθήκοντα που δεν μπορούν να εκτελεστούν (ακόμη) χωρίς ανθρώπινη βοήθεια. Το proof of concept της εφαρμογής Blockchain έχει ως στόχο να καταδείξει ότι η τεχνολογία blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία αποτελεσματικότητας και διαφάνειας στο πλαίσιο της διασυνοριακής διαδικασίας μεταφοράς αποβλήτων στην ΕΕ. Εκτός αυτού, προορίζεται να μειώσει το κόστος εποπτείας που σχετίζεται με την ευρωπαϊκή μεταφορά αποβλήτων. Τα χαρακτηριστικά του Blockchain είναι τα εξής:

- Οι αιτήσεις αδειών ελέγχονται, επαληθεύονται και γίνονται δεκτές μέσω μιας μηχανής εμπειρογνομόνων τεχνητής νοημοσύνης.
- Οι ζυγαριές που συνδέονται μέσω συσκευών Internet of Things επικοινωνούν το βάρος με τη διαδικασία και την άδεια.
- Τα δεδομένα της άδειας μοιράζονται με όλους τους ενδιαφερόμενους και καθορίζουν τις επόμενες εργασίες της διαδικασίας στην αλυσίδα συστοιχιών.

5.3 Παραδείγματα βέλτιστων πρακτικών

OpenWaste - μία πλατφόρμα συλλογής για PROs

Λόγω της διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού στην αγορά εμπορικών αποβλήτων, διάφοροι φορείς συλλογής αποβλήτων (οργανισμοί υπεύθυνοι για τον παραγωγό) ακολουθούν την ίδια διαδρομή στα κέντρα των πόλεων για να εξυπηρετήσουν τους πελάτες τους. Συχνά, οδηγούν επίσης ο ένας πίσω από τον άλλον σε σχέση με τους χρόνους παράδοσης. Με την ομαδοποίηση της αποκομιδής των εμπορικών αποβλήτων από διαφορετικούς συλλέκτες και την αποκομιδή τους με ένα ουδέτερο απορριμματοφόρο, ο αριθμός των μετακινήσεων σε δύσκολες περιοχές του κέντρου μπορεί να μειωθεί κατά περισσότερο από 60% χωρίς ο τελικός πελάτης να καταλάβει τίποτα.

Το OpenWaste διευκολύνει την κεντρική εγγραφή των PRO-συμμετεχόντων στην από κοινού συλλογή βιομηχανικών αποβλήτων σε μια πόλη ή ένα επιχειρηματικό πάρκο με ένα μόνο ουδέτερο όχημα (White Label). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα λιγότερη κυκλοφορία και λιγότερες επιβλαβείς εκπομπές (CO₂, NO_x και λεπτή σκόνη).

Δήμος Apeldoorn - Recycleservice 2025

Τα βασικά στοιχεία του Recycleservice 2025 είναι: αντίστροφη συλλογή με υψηλού επιπέδου υπηρεσίες για διαχωρισμένους πόρους και πληρωμή για τα υπολειμματικά απόβλητα. Αντιστροφή της συλλογής σημαίνει υψηλού επιπέδου υπηρεσία για τα ανακυκλώσιμα υλικά (συλλογή δίπλα στο πεζοδρόμιο μέσω κάδων απορριμμάτων) και χαμηλή υπηρεσία για τα υπολειμματικά απόβλητα (οι πολίτες τα μεταφέρουν σε σημεία απόρριψης). Εάν οι πολίτες επιλέξουν υψηλότερου επιπέδου υπηρεσία για τα λεπτά υπολειμματικά απόβλητα (κάδοι στο σπίτι), οι κάδοι μπορούν να αδειάσουν κατόπιν ειδοποίησης, αλλά πληρώνουν υψηλότερο τέλος για τα απόβλητα.

Τα πρώτα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά την εφαρμογή της νέας πολιτικής στο μισό μόνο τμήμα της πόλης Apeldoorn είναι πολύ ελπιδοφόρα. Από 123 κιλά λεπτών υπολειμματικών αποβλήτων ανά κάτοικο και ποσοστό διαχωρισμού 66% το 2017, τα λεπτά υπολειμματικά - απόβλητα μειώθηκαν σε 89 κιλά ανά κάτοικο και το ποσοστό διαχωρισμού αυξήθηκε σε 74% (WINPOL, 2019, p. 53).

Δήμος του Άμστερνταμ - ανίχνευση αντικειμένων για την αναγνώριση της απόρριψης απορριμμάτων

Από τις αρχές του 2020 μια πιο εξειδικευμένη ομάδα (Ontwikkelteam Openbare Ruimte) άρχισε να εργάζεται για την παραγωγική και αναβαθμισμένη χρήση του Objectdetection-Kit. Αυτό ξεκίνησε με την ανάπτυξη του Objectdetection-Kit ως μια προσέγγιση για τη μείωση και την πρόληψη της ρίψης απορριμμάτων γύρω από τους κάδους απορριμμάτων. Σε μια γειτονιά γίνεται καθημερινή σάρωση των απορριμμάτων. Αυτή η γειτονιά έχει 300 θέσεις με δοχεία

απορριμμάτων και η σάρωση διαρκεί 2 ώρες. Αυτό παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις θέσεις με σκουπίδια. Αυτή τη στιγμή το Άμστερνταμ χρησιμοποιεί τα δεδομένα πολλών εβδομάδων για να καθορίσει τις πιο προβληματικές τοποθεσίες. Αυτές οι τοποθεσίες υπόκεινται στη συνέχεια σε συγκεκριμένα μέτρα, όπως πρόσθετη εκστρατεία ή λεωφορεία δρόμου (WINPOL, 2019, p. 20).

Πόλη του Άμστερνταμ - ανταλλαγή δεδομένων αποβλήτων με το κοινό

Το Άμστερνταμ διαθέτει ανοικτή και σε πραγματικό χρόνο πύλη δεδομένων για τα απόβλητα. Έχει συνάψει συμφωνία με κάθε προμηθευτή ότι τα δεδομένα που συλλέγονται ανήκουν στο κοινό, είναι προσβάσιμα και κατανοητά. Τα ενδιαφερόμενα μέρη και οι προμηθευτές μπορούν να έχουν εύκολα πρόσβαση στα απαραίτητα δεδομένα. Το Άμστερνταμ πέτυχε πολύτιμα δεδομένα για διάφορους εργαζόμενους στον δήμο: π.χ. πολεοδόμους, φορείς επιβολής του νόμου, κοινωνικούς λειτουργούς. Όλοι αυτοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα για να βελτιώσουν τις δραστηριότητές τους (WINPOL, 2019, p. 29).

5.4 Τελική αξιολόγηση

Στην Ολλανδία, η προσοχή που δίνεται στην κυκλική οικονομία και ο συγκεκριμένος στόχος των 100 κιλών για τα οικιακά υπολειμματικά απόβλητα στο δημόσιο πλαίσιο έχουν κάνει πολλούς δήμους να εκπονήσουν σχέδια για το *diftar* ή/και την αντίστροφη συλλογή. Υπάρχουν επίσης πολλά σχέδια για μετασυλλογή. Σχεδόν οι μισοί από τους δήμους έχουν ήδη εισαγάγει την *diftar* ή/και την αντίστροφη συλλογή, και περίπου σαράντα εργάζονται με ένα συνδυασμό διαχωρισμού στην πηγή και μετασυλλογής.

Υπάρχουν επίσης κάποια εμπόδια και διλήμματα που πρέπει να αναφερθούν. Πολλοί κάτοικοι και δικοικούντες πιστεύουν ότι η διαλογή στην πηγή δεν είναι πλέον απαραίτητη, γεγονός που υπονομεύει τα σχέδια προς αυτή την κατεύθυνση. Όμως ο μεταγενέστερος διαχωρισμός δεν αποτελεί λύση για το χαρτί, το γυαλί και κυρίως για τα πράσινα οργανικά απόβλητα, VGF. Το συστατικό των οργανικών αποβλήτων, σε μικρό βαθμό, πράγματι ζυμώνεται κατά τη διάρκεια του μεταδιαχωρισμού και μετατρέπεται σε βιοαέριο, αλλά δεν υπάρχει ακόμη μια κυκλική λύση για το υπόλοιπο (μολυσμένο) χωνεμένο υπόλειμμα. Επιπλέον, οι συσκευασίες PMD (Plastic-Metal-Drink) που προκύπτουν ύστερα από τον διαχωρισμό σε δεύτερη φάση δεν μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν ως πραγματικά υψηλής ποιότητας πρώτη ύλη, ιδίως λόγω των προβλημάτων διαχωρισμού, της ρύπανσης και της δυσσομίας που προκαλούν τα οργανικά απόβλητα.

Ένα άλλο εμπόδιο για την κυκλική οικονομία στις πόλεις είναι οι κανονισμοί και οι συμφωνίες που εμποδίζουν τους δήμους να ασχοληθούν με τα βιομηχανικά απόβλητα που μοιάζουν με τα οικιακά απόβλητα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα σημαντικά μειονεκτήματα, όπως η αναποτελεσματική συλλογή, η ταλαιπωρία που προκαλούν τα πολλά οχήματα συλλογής και, κυρίως, ο ανεπαρκής διαχωρισμός και η ανακύκλωση των βιομηχανικών αποβλήτων. Φαίνεται ότι η Ολλανδία αποτελεί αρνητική εξαίρεση από αυτή την άποψη διεθνώς. Επομένως, υπάρχουν σημαντικές ευκαιρίες εδώ.

Από την άλλη πλευρά, δίνεται μεγάλη προσοχή στην κυκλικότητα (*circularity*), η οποία βρίσκεται ψηλά στην ατζέντα των δήμων. Οι ψηφιακές καινοτομίες περιορίζονται επί του παρόντος στο

IoT και στη συλλογή δεδομένων, για την κατανόηση, την αποτελεσματικότερη διοικητική διαδικασία και κυρίως για τη βελτιστοποίηση των δρομολογίων. Η χρήση της τεχνολογίας εξακολουθεί να είναι κατακερματισμένη και ελάχιστα ή καθόλου από αυτά προσανατολίζονται στο κλείσιμο της αλυσίδας.

Οι εφαρμογές blockchain στα αστικά απόβλητα δεν είναι ακόμη διαθέσιμες, αλλά αναμένεται ότι με την περαιτέρω ψηφιοποίηση και τεχνολογικοποίηση του κλάδου, οι εφαρμογές αυτές δεν θα αργήσουν να έρθουν.

6 Ισπανία: Κατάσταση της ψηφιοποίησης στη Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων

6.1 Οργάνωση της διαχείρισης αστικών αποβλήτων στην Ισπανία

Στην Ισπανία, η διαχείριση των οικιακών αστικών αποβλήτων είναι κυρίως αρμοδιότητα των τοπικών αρχών και, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, των Αυτόνομων Κοινοτήτων. Η πρόκληση που αντιμετωπίζουν οι διοικήσεις είναι να διαμορφώσουν αποτελεσματικά μοντέλα διαχείρισης που να τους επιτρέπουν να συμμορφώνονται με τις υποχρεώσεις και τους νομικούς στόχους που απορρέουν από τις πολλαπλές και ποικίλες κοινοτικές, εθνικές και αυτόνομες κοινοτικές νομοθεσίες που επηρεάζουν αυτά τα απόβλητα.

Τα συστήματα ελέγχου, επιθεώρησης και επιτήρησης έχουν βελτιωθεί τα τελευταία χρόνια, αλλά εξακολουθούν να είναι ανεπαρκή. Στον τομέα αυτό, αξίζει να τονιστεί η δράση της Υπηρεσίας Προστασίας της Φύσης (SEPRONA), με την οποία οι διοικήσεις πρέπει να συνεργάζονται στενά.

Σε κρατικό επίπεδο, η Ισπανία δεν διαθέτει κανένα σύστημα κινήτρων που να επιβραβεύει τους δήμους και τα νοικοκυριά για την πρόληψη ή τη μείωση της παραγωγής αποβλήτων. Τα τέλη για την αποκομιδή των αποβλήτων στην Ισπανία ποικίλλουν γεωγραφικά και κυμαίνονται μεταξύ 25 και 52 € ετησίως. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο μέσος ακαθάριστος ετήσιος μισθός στην Ισπανία είναι 24.009,12 € σύμφωνα με το INE, η δαπάνη που προκύπτει από το τοπικό τέλος αποκομιδής απορριμμάτων κυμαίνεται μεταξύ 0,10% και 0,22%, το οποίο είναι ένα χαμηλό τέλος. Παρά τα χαμηλά τέλη οι παράνομες χωματερές αυξάνονται με γεωμετρική πρόοδο στη χώρα.

Στο πλαίσιο του συστήματος διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού, ορισμένα PRO καθιέρωσαν ένα σύστημα επιστροφής ευγγύησης για τα ανακυκλώσιμα απόβλητα, επιβραβεύοντας τους πολίτες για την επιστροφή των δοχείων μετά τη χρήση. Στη Βαλένθια, η ανταμοιβή είναι η επαναφόρτιση εικονικού υπολοίπου ή "reciclos" σε αντάλλαγμα για κάθε δοχείο που ανακυκλώνεται είτε σε συμβατικούς κίτρινους περιέκτες είτε σε ειδικά μηχανήματα κατάθεσης που είναι εγκατεστημένα σε σταθμούς, εμπορικά και ψυχαγωγικά κέντρα. Η ανταμοιβή των "reciclos" εξαργυρώνεται σε κουπόνια μεταφοράς, κουπόνια που ξοδεύονται σε τοπικά καταστήματα ή για τη χρήση ηλεκτρικών σκούτερ.

6.2 Λύσεις πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση αστικών αποβλήτων

Σε κρατικό, περιφερειακό ή τοπικό επίπεδο, δεν υπάρχουν προγράμματα δημόσιας χρηματοδότησης στην Ισπανία για την υποστήριξη της ψηφιοποίησης στη διαχείριση αποβλήτων. Οι πόλεις, οι κοινότητες και οι δήμοι προσπαθούν να συμμετέχουν σε προγράμματα της ΕΕ για να λάβουν χρηματοδότηση για καινοτόμες λύσεις. Διαφορετικά, η διαδικασία καινοτομίας καθοδηγείται από τον εμπορικό τομέα.

IoT - Έξυπνοι κάδοι και φορτηγά

Όσον αφορά το IoT για τη διαχείριση αποβλήτων, πολλοί διαχειριστές αποβλήτων κάνουν χρήση αυτού του εργαλείου. Ορισμένες πόλεις, όπως η Σεβίλλη ή η Βαρκελώνη, έχουν ήδη επιλέξει την

ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων αυτού του τύπου, επιτυγχάνοντας σημαντική εξοικονόμηση κόστους και μειώνοντας επίσης τις εκπομπές CO2 και την δυσφορία από την κίνηση των απορριμματοφορών ή την διατάραξη της κοινής ησυχίας.

Η εταιρεία Hirisens, ένας φορέας περιβαλλοντικού ελέγχου που ειδικεύεται στην αναζήτηση τεχνολογικών λύσεων βασισμένων στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων, ανέπτυξε μια νέα υπηρεσία με την ονομασία Hiriwaste. Η λύση αυτή βασίζεται στην τοποθέτηση ενός αισθητήρα στους κάδους απορριμμάτων και στη μετέπειτα σύνδεσή του με την πλατφόρμα IoT, η οποία λειτουργεί σε μορφή διαδικτύου. Αυτό επιτρέπει την απεικόνιση της κατάστασης κάθε δοχείου σε πραγματικό χρόνο. Διευκολύνει την επεξεργασία της αποτελεσματικότητας της συλλογής, βοηθά στη βελτιστοποίηση των διαδρομών συλλογής και οδηγεί σε αύξηση της ικανοποίησης των χρηστών. Το σύστημα μπορεί επίσης να προσαρμοστεί σε άλλους τύπους αποβλήτων.

Κοινή χρήση δεδομένων αποβλήτων μέσω πλατφόρμας και εργαλείων ανάλυσης δεδομένων

Όσον αφορά τα μεγάλα δεδομένα, η Minsait μαζί με την Ecoembes, την οντότητα που είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση της ανάκτησης και ανακύκλωσης πλαστικών, κονσερβών και τούβλων, χαρτονιού και χαρτιού στην Ισπανία, δημιούργησαν μια πλατφόρμα δεδομένων που σχεδιάστηκε για τους ενδιαφερόμενους φορείς της αλυσίδας αποβλήτων ώστε να μοιράζονται πρόσβαση σε δεδομένα το 2018. Τα εργαλεία ανάλυσης δεδομένων μετατρέπουν τα ακατέργαστα δεδομένα σε γνώση για τους δημόσιους διαχειριστές, οι οποίοι τα χρησιμοποιούν για καλύτερο σχεδιασμό και λήψη αποφάσεων, όταν, για παράδειγμα, δημιουργούν δυναμικές διαδρομές συλλογής, οι οποίες μπορούν να προσαρμόζονται στην αύξηση ή τη μείωση των αποβλήτων ανά διαδρομή ή ανά δοχείο, ανάλογα με την εποχή του έτους ή τη δημογραφική σύνθεση της περιοχής, χάρη στις εκτιμήσεις που γίνονται με βάση τα δεδομένα που συλλέγονται.

Πιλοτικές εφαρμογές της τεχνολογίας Blockchain

Η Heura μαζί με την Signeblock εφάρμοσαν την τεχνολογία Blockchain στην ανακύκλωση γεωργικών αποβλήτων. Πρόκειται για μια λύση που διασφαλίζει την ιχνηλασιμότητα και τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των συσκευασιών που χρησιμοποιούνται στις γεωργικές διαδικασίες, ενισχύοντας την προστασία του περιβάλλοντος και τη δημιουργία αποτελεσματικών μοντέλων κυκλικής οικονομίας.

Στις αρχές του 2021 η Ecoembes και η Minsait ανακοίνωσαν την ανάπτυξη ενός δικτύου Blockchain για την αύξηση της διαφάνειας και την ενθάρρυνση της συνεργασίας στην κυκλική οικονομία. Πρόκειται για ένα έργο που περιελάμβανε μια σημαντική πρόκληση τεχνολογικής καινοτομίας και θα έχει αξιοσημείωτο αντίκτυπο στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Αυτό το δίκτυο καταναμημένων μητρώων (distributed registries) θα επιτρέψει να βοηθηθούν οι δημόσιες διοικήσεις, οι τοπικές οντότητες, οι φορείς εκμετάλλευσης, οι ανακυκλωτές και άλλοι οργανισμοί να μοιράζονται και να ελέγχουν με ασφάλεια όλα τα δεδομένα στο σύστημα και να επιταχύνουν όλες τις συναλλαγές που συνδέονται με τη διαδικασία διαλογής αποβλήτων.

Διάφορες εφαρμογές smartphones για βοήθεια

Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα που προσφέρονται κυρίως από PROs για να βοηθήσουν τους πολίτες στην ανακύκλωση.

- Εφαρμογή "Recicla y suma" (Ανακυκλώστε και προσθέστε), η οποία πληρώνει τους Ισπανούς για την ανακύκλωση. Η εταιρεία PENSUMO, προωθητής καινοτόμων επιχειρηματικών μοντέλων που πλαισιώνουν την κυκλική οικονομία και κορυφαία ως προς τον στόχο SDG 8 του ισπανικού δικτύου Global Compact, εισβάλλει με μια νέα απλή αλλά ισχυρή πρόταση: "Εσείς ανακυκλώνετε, εμείς πληρώνουμε".
- Η εφαρμογή "RECICLA" ενημερώνει τους εγγεγραμμένους χρήστες σχετικά με τον τρόπο προπληρωμένης ανακύκλωσης και τα απόβλητα που έχουν ζήτηση. Θα ξεκινήσει με ένα εκατομμύριο για να ξοδευτεί η προπληρωμένη ανακύκλωση (από 0,02€ και μέχρι 1€). Η διαδικασία ξεκινάει με μια φωτογραφία που αποστέλλεται μέσω της εφαρμογής στην οποία εμφανίζεται το προς ανακύκλωση υλικό με το δοχείο στο βάθος.
- Η εφαρμογή "EMTRE" δοκιμάζεται στην Κοινότητα της Βαλένθια από τον Μητροπολιτικό Φορέα Επεξεργασίας Απορριμμάτων (EMTRE), ενημερώνοντας τους χρήστες για το πώς μπορούν να φτάσουν στο πλησιέστερο οικολογικό πάρκο, πόσες φορές έχουν πάει στο οικολογικό πάρκο τους τελευταίους μήνες ή τι είδους απόβλητα προς ανακύκλωση έχουν παράγει.

6.3 Παραδείγματα βέλτιστων πρακτικών

Δήμος Gijón - προσδιορισμός του χρήστη των οικολογικών πάρκων

Η πρακτική συνίσταται στην εγκατάσταση μηχανισμών ελέγχου πρόσβασης και καταγραφής αντιτίμου εγγυήσεων σε ένα χώρο εξυπηρέτησης πολιτών (civic amenity site, CAS). Το σύστημα επιτρέπει τον έλεγχο της πρόσβασης με τη χρήση κάρτας αναγνώρισης. Επιπλέον, οι χρήστες πρέπει να καταχωρούν τον τύπο των αποβλήτων που πρόκειται να εναποθέσουν καθώς και την ποσότητά τους.

Προκειμένου να είναι δυνατή η παρακολούθηση των εισόδων στους χώρους και των αντιτίμων εγγυήσεων των πολιτών και των εταιρειών, είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένα σύστημα ελέγχου πρόσβασης. Αυτό επιτρέπει τον έλεγχο του τι παραδίδεται, από ποιον και πόσο συχνά. Επιτρέπει τον αποκλεισμό της πρόσβασης σε χρήστες που κάνουν κατάχρηση της υπηρεσίας. Μελλοντικά, θα μπορούσε να διευκολύνει την εφαρμογή ενός συστήματος πληρωμής κατά την απόρριψη.

Δήμος Gijón - εφαρμογές για έξυπνα τηλέφωνα

Η EMULSA έχει αναπτύξει δύο δωρεάν εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα για την πόλη της Gijón - την εφαρμογή Citizen και την εφαρμογή Reusapp - καθώς και έναν χάρτη βιώσιμων επιχειρήσεων στο πλαίσιο του στρατηγικού επιχειρηματικού της σχεδίου και του δημοτικού σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων της Gijón. Κύριος στόχος είναι η επίτευξη του στόχου του 50% της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση για το έτος 2020. Τα τρία αυτά έργα αποτρέπουν επίσης την κακή επικοινωνία με τους πολίτες.

COGERSA SAU - "COOMIDA" -App διευκολύνει τις δωρεές τροφίμων

Η COOMIDA είναι ένα καινοτόμο τεχνολογικό και συνεργατικό εργαλείο που αποσκοπεί στην ευκολότερη δωρεά τροφίμων (συμπεριλαμβανομένων των πλεοναζόντων τροφίμων), μειώνοντας έτσι τη σπατάλη τροφίμων. Το COOMIDA συνδέει τοπικούς δωρητές, τράπεζες τροφίμων, εθελοντές και φιλανθρωπικά ιδρύματα μέσω ενός συνεργατικού δικτύου για την

αποτελεσματική και βιώσιμη διαχείριση των δωρεών τροφίμων. Η COOMIDA επιτρέπει στους δωρητές και τις φιλανθρωπικές οργανώσεις να διατηρούν απευθείας επαφή- ως εκ τούτου, μπορεί να μειώσει το χρόνο, τις εκπομπές και τις δαπάνες. Η COOMIDA επιτρέπει επίσης την ανάκτηση μικρών και απομακρυσμένων δωρεών που διαφορετικά θα μπορούσαν να υπερβούν τη χωρητικότητα της Τράπεζας Τροφίμων.

6.4 Τελική αξιολόγηση

Παρόλο που δεν υπάρχει πρόγραμμα χρηματοδότησης από την κεντρική κυβέρνηση για την ψηφιοποίηση της διαχείρισης των δημοτικών αποβλήτων, υπάρχει σημαντικός αριθμός αποκεντρωμένων τοπικών πρωτοβουλιών από δήμους ή περιφέρειες με καινοτόμες προσεγγίσεις. Αυτές οι αποκεντρωμένες λύσεις θα πρέπει να προωθηθούν συστηματικά και να εξεταστεί η δυνατότητα μεταφοράς τους σε άλλες περιφέρειες. Πολλές από τις πρωτοβουλίες προέρχονται από τον ιδιωτικό τομέα ή βασίζονται στην εθελοντική δέσμευση ΜΚΟ. Συνολικά, υπάρχει μια θετική τάση προς την αλλαγή της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς, αν και η τάση αυτή θα μπορούσε ακόμη να υποστηριχθεί από την αυξημένη χρήση των νέων τεχνολογιών.

Με την αυξημένη χρήση του IoT, είτε πρόκειται για απορριμματοφόρα οχήματα είτε για κάδους απορριμμάτων, έχουν τεθεί τα θεμέλια για μια μελλοντική σύνδεση με μια βάση δεδομένων blockchain.

7 Συγκριτική αξιολόγηση των ευρημάτων με άλλες μελέτες

Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα της προηγούμενης ανάλυσης της υφιστάμενης κατάστασης στον ψηφιακό μετασχηματισμό στη διαχείριση αποβλήτων σε πέντε χώρες συγκρίνονται με τα αποτελέσματα άλλων χωρών.

7.1 Έκθεση EIONET "Ψηφιακή διαχείριση αποβλήτων"

Η έκθεση EIONET 2020 από Berg and Sebestyén (2020) με τίτλο "Digital Waste management" αναλύει την υφιστάμενη κατάσταση, τις ευκαιρίες και τους κινδύνους που προκύπτουν από τον ψηφιακό μετασχηματισμό του τομέα της διαχείρισης αποβλήτων. Οι κύριοι παράγοντες που οδηγούν στην ψηφιοποίηση στον τομέα των αποβλήτων εντοπίζονται στους ακόλουθους παράγοντες:

- πίεση κόστους, καθώς ο ανταγωνισμός μεταξύ δημόσιων και ιδιωτικών υπηρεσιών διαχείρισης αποβλήτων είναι μεγάλος και η ψηφιοποίηση θεωρείται εργαλείο για την εξοικονόμηση κόστους
- αναδυόμενα νέα επιχειρηματικά μοντέλα που δημιουργούνται από νεοφυείς επιχειρήσεις με γνώμονα την τεχνολογία
- προσδοκία των πελατών να έχουν πληροφορίες για την κατάσταση των παραγγελιών σε σύντομο χρόνο και να παρακολουθούν τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειάς τους
- η στροφή προς μια κυκλική οικονομία σε συνδυασμό με την αυξανόμενη πίεση από τους νόμους και τους στόχους της ΕΕ και των εθνικών πολιτικών
- η κλιματική κρίση που επιβάλλει τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου
- η διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού, η οποία ενεργοποιεί τις τρέχουσες πολιτικές διαχείρισης υλικών στον εταιρικό τομέα- τα συστήματα EPR αναμένεται να εφαρμοστούν σε περισσότερα προϊόντα για την επίτευξη των στόχων
- η αυξανόμενη αστικοποίηση που εντείνει την πίεση εντός των πόλεων

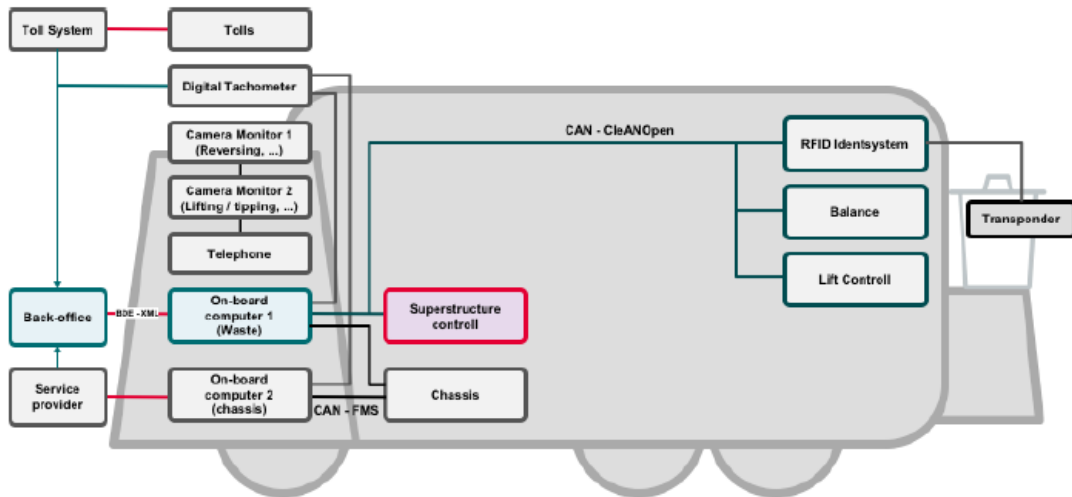
Οι συγγραφείς εντόπισαν τρεις κύριους τομείς ψηφιοποίησης στη διαχείριση των αστικών αποβλήτων: επικοινωνία, συλλογή αποβλήτων και εσωτερικές διαδικασίες, και παρέθεσαν παραδείγματα ψηφιακής εφαρμογής στον αντίστοιχο τομέα - βλ. Σχήμα 5.

Communication	Waste Collection	Internal processes
Websites	Sensor-equipped vehicles	Billing
Mobile apps	Route planning	Accounting
Integration in other services	Resource planning	Controlling
Third party social media apps	Inventory tracking	Processing of orders
	Documentation	Documentation

Σχήμα 5: Κύριοι τομείς της ψηφιοποίησης στη διαχείριση αστικών αποβλήτων (πηγή: Berg and Sebestyén, 2020, p. 23)

Σύμφωνα με τους Berg and Sebestyén (2020) "Η τεχνολογία επικοινωνίας αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος των ψηφιακών λύσεων που χρησιμοποιούνται ήδη στον τομέα των αποβλήτων. Εδώ η μεταφορά από άλλους τομείς είναι εύκολη, επειδή η αναγκαία επένδυση σε υλικό είναι σχετικά χαμηλή". Στον τομέα των διαδικασιών αποκομιδής απορριμμάτων θα πρέπει να δοθεί έμφαση στη χρήση του IoT- αυτό αφορά, αφενός, τη χρήση αισθητήρων στον κάδο απορριμμάτων (έξυπνοι κάδοι) ή στο όχημα αποκομιδής απορριμμάτων. Στις εσωτερικές διαδικασίες της διαχείρισης αποβλήτων, η ψηφιοποίηση χρησιμοποιείται για την αυτοματοποίηση των ροών διαδικασιών προς την κατεύθυνση της μη έντυπης τεκμηρίωσης και καταγραφής. Τελικά, πρόκειται για τον ψηφιακό μετασχηματισμό που έχει ήδη ξεκινήσει στον ιδιωτικό τομέα εδώ και αρκετά χρόνια.

Η απεικόνιση ενός απορριμματοφόρου με όλες τις δυνατότητες χρήσης λύσεων IoT δίνει μια εξαιρετική εικόνα της ψηφιοποίησης της διαδικασίας συλλογής απορριμμάτων.



Source: Adapted from a BDE/VKU publication (BDE - Bundesverband der deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft and VKU - Verband Kommunalen Unternehmen, 2015)

Σχήμα 6: Λύσεις IoT ενσωματωμένες στο απορριμματοφόρο (πηγή Berg and Sebestyén, 2020, p. 22)

Κατά τη συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του EIONET με τα αποτελέσματα της ανάλυσης από πέντε χώρες, παρατηρούνται οι ακόλουθες ομοιότητες. Τελικά, όλα τα έργα ψηφιοποίησης εμπίπτουν στις κατηγορίες που ορίζει το EIONET: επικοινωνία, συλλογή αποβλήτων και εσωτερικές διαδικασίες. Ελάχιστες αναφορές έγιναν για τις προσπάθειες ψηφιοποίησης που σχετίζονται με τις εσωτερικές διαδικασίες, γεγονός που οφείλεται τελικά στην έλλειψη διαφάνειας σχετικά με την αποτελεσματικότητα των δημόσιων οργανισμών και των διαδικασιών τους. Οι εκθέσεις των χωρών επιβεβαιώνουν τον θετικό ρόλο του συστήματος διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού, το οποίο επίσης προσδιορίζεται ως βασικός μοχλός καινοτομίας. Δύο πτυχές απουσιάζουν από τις εκθέσεις EIONET, αλλά προκύπτουν από τις εκθέσεις ανά χώρα: Η επικοινωνία με τους πελάτες ή τους χρήστες και η ψηφιοποίηση των διαδικασιών συλλογής αποβλήτων εξαρτώνται αμοιβαία. Χωρίς εντατική προγενέστερη επικοινωνία με τους χρήστες, η περαιτέρω ψηφιοποίηση των διαδικασιών είναι δύσκολα εφικτή. Το δεύτερο σημείο είναι ο στόχος της θέσπισης κινήτρων για αλλαγές στη συμπεριφορά των χρηστών. Στις εκθέσεις ανά χώρα, υπάρχουν ορισμένα έργα που ασχολούνται ακριβώς με τον σχεδιασμό κινήτρων μέσω ψηφιακών λύσεων. Η επικοινωνία, η παροχή κινήτρων και η ψηφιοποίηση θα πρέπει να εξετάζονται σε συνάρτηση.

7.2 Έργο WINPOL "Ευφυή συστήματα και πολιτικές διαχείρισης αποβλήτων"

Το WINPOL είναι ένα ευρωπαϊκό έργο που χρηματοδοτείται στο πλαίσιο του προγράμματος Interreg Europe, το οποίο προωθεί τη χρήση ευφυούς εξοπλισμού και πολιτικών στη διαχείριση αστικών αποβλήτων. Από τον Ιούνιο του 2018, εννέα εταιρείες σε ολόκληρη την Ευρώπη - οκτώ δημόσιες αρχές που εκπροσωπούνται από τους δήμους της Αμβέρσας (BE), Drobeta Turnu Severin (RO), Ηρακλείου (GR), του νομού Mehedinti (RO), της περιφέρειας Κρήτης (GR), EMULSA

(ES), Snaga (SI), ERA (MT) και ACR+ (BE) ως συμβουλευτικός εταίρος - συνεργάζονται σε αυτό το έργο διάρκειας 4,5 ετών.

Το έργο WINPOL (2019) δημοσίευσε έναν "Οδηγό ορθής πρακτικής" που περιλαμβάνει 26 παραδείγματα ορθής πρακτικής στη διαχείριση αστικών αποβλήτων σε όλη την Ευρώπη. Η εξέταση των 26 παραδειγμάτων καλής πρακτικής που παρατίθενται, σύμφωνα με τις ακόλουθες τρεις κατηγορίες: (1) κίνητρα (μοντέλο τελών PAYT κ.λπ. ή άλλα κίνητρα), (2) επικοινωνία με τους χρήστες και (3) ψηφιοποίηση της διαδικασίας συλλογής αποβλήτων, επιβεβαιώνει το συμπέρασμα της έκθεσης EIONET καθώς και τα αποτελέσματα από τις προηγούμενες πέντε εκθέσεις χωρών. Τα περισσότερα έργα αφορούν στην επικοινωνία με τους χρήστες μέσω ψηφιακών μέσων και τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας συλλογής αποβλήτων μέσω της χρήσης του IoT.

	Best Practise Project	Incentive	Communication	Waste Collection	Others
1	Civic Amenity site access control			x	
2	Connecting online with users: Citizen app, Sustainable businesses map and Reusapp		x		
3	Container sensors for optimized waste collection			x	
4	Customer portal for collected bulky waste at civic amenity sites		x		
5	Electronic closure on waste containers and use of information		x	x	
6	Information-based waste collection		x	x	
7	Mobile app on bulky waste for reuse and recycling		x		
8	Operating aid system and waste collection weighing			x	
9	Route optimization for waste collection				
10	Sharing data on waste and resources with the public		x		
11	Smart bins to recycle anytime, anywhere			x	
12	Solar compact waste bins			x	
13	Waste management datacenter		x		
14	Waste management data warehouse		x		
15	COOMIDA – Reducing surplus food waste and food needs		x	x	
16	From door-to-door collection to pay-as-you-throw	x			
17	G'scheit feiern – Reducing waste of events and festivals				x
18	Pay-as-you-throw to reach 80% recycling	x			
19	Pop-up civic amenity sites		x	x	
20	Raising awareness on plastic waste with the CAPS Contest	x	x		
21	Recycleservice 2025 – A reversed waste collection system for residual waste	x	x	x	
22	Reuse Box – New collection scheme for reusable items			x	
23	Second Chance – Reuse on marketplaces			x	
24	Smart collection system to optimise used cooking oil to the biodiesel value chain			x	
25	The Collection – Improving textile waste collection			x	
26	Treatment of biodegradable waste			x	
	sum	4	12	15	1

Σχήμα 7: Κύριοι τομείς ψηφιοποίησης σε έργα βέλτιστης πρακτικής (πηγή: διαλογή με βάση τα δεδομένα του έργου της WINPOL, 2019)

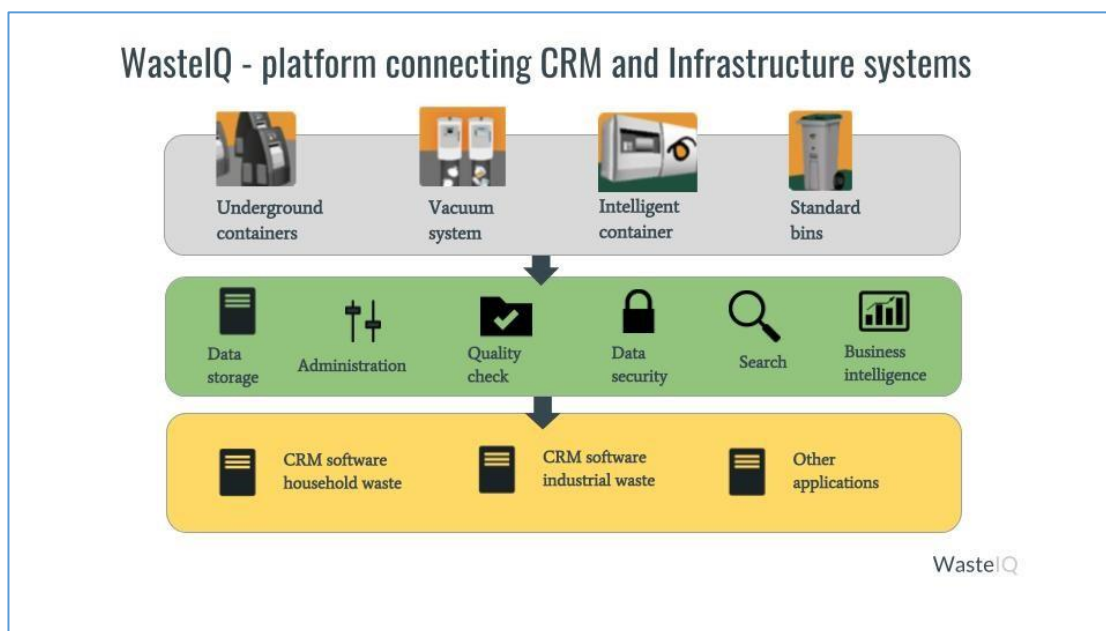
Είναι εντυπωσιακό το γεγονός ότι δύο από τα απαριθμούμενα έργα του WINPOL περιλαμβάνουν την ανταλλαγή δεδομένων με τους ενδιαφερόμενους φορείς της αλυσίδας αποβλήτων μέσω μιας πλατφόρμας πληροφοριών. Τέτοια έργα ανταλλαγής δεδομένων και ανάλυσης δεδομένων αναφέρονται επίσης από ορισμένες χώρες (Ελλάδα και Ισπανία). Αυτό υποδηλώνει την ανάγκη για κοινές δεξαμενές δεδομένων και την απομάκρυνση από τη δημιουργία δικών μας βάσεων δεδομένων ("σιλό δεδομένων"), η οποία απαιτεί πολύπλοκες διεπαφές για την αυτόματη ανταλλαγή δεδομένων.

7.3 WastelQ - μια μελέτη περίπτωσης από τη Νορβηγία

Η ακόλουθη μελέτη περίπτωσης, η WastelQ, είναι αξιοσημείωτη στο ότι ακολουθεί μια ολιστική προσέγγιση, συνδυάζοντας διάφορες πτυχές: Η χρήση του IoT σε έξυπνους κάδους ή εμπορευματοκιβώτια, η αποθήκευση και η ανάλυση δεδομένων σε μια κοινή πλατφόρμα (ανταλλαγή δεδομένων με τους ενδιαφερόμενους φορείς) και ένα σύστημα κινήτρων, το οποίο περιλαμβάνει επίσης στοιχεία συμπεριφορικής οικονομικής του nudging (ώθηση).

Το WastelQ είναι μια ανοικτή πλατφόρμα διαχείρισης αποβλήτων που ενσωματώνεται με τον σύγχρονο ψηφιοποιημένο εξοπλισμό διαχείρισης αποβλήτων για να επιτρέψει ένα προσαρμοσμένο μοντέλο τιμολόγησης αποβλήτων. Το έργο προέκυψε από τη συνεργασία μεταξύ της BIR (δημοτικός οργανισμός διαχείρισης αποβλήτων στο Μπέργκεν της Νορβηγίας) και μιας ψηφιακής νεοφυούς επιχείρησης, της WastelQ.

Το σύστημα διαχειρίζεται τους διάφορους σταθμούς για τα υπολειμματικά απόβλητα και τα ανακυκλώσιμα στο Μπέργκεν, οι οποίοι είναι εξοπλισμένοι με ψηφιακές κλειδαριές και αισθητήρες. Ορισμένες από τις εισόδους είναι επίσης συνδεδεμένες με ένα υπόγειο σύστημα αναρρόφησης που μεταφέρει αυτόματα τα απόβλητα σε έναν κεντρικό τερματικό σταθμό συλλογής.



Σχήμα 8: WastelQ - πλατφόρμα δεδομένων (πηγή: <https://www.iswa.org/home/news/news-detail/article/guest-blog-the-4th-industrial-revolution-in-practice-wastelq-the-open-waste-management-platf/109/>)

Η WastelQ έχει αναπτύξει ένα σύστημα που συλλέγει δεδομένα, τα εμπλουτίζει και τα διανέμει σε διάφορους φορείς και τεχνικά συστήματα. Το σύστημα πληροφορικής συγκεντρώνει δεδομένα σχετικά με τον όγκο διάθεσης για μεμονωμένα νοικοκυριά και επιχειρήσεις. Παρέχει επίσης επισκόπηση των επιπέδων απορριμμάτων των δοχείων και υποδεικνύει πότε πρέπει να αδειάσουν. Επιπλέον, το σύστημα διαχείρισης αποβλήτων είναι σε θέση να ζυγίζει και να υπολογίζει την κατανάλωση αποβλήτων κάθε πολίτη και αξιοποιεί τα δεδομένα για να καταστήσει εφικτό ένα εξατομικευμένο σύστημα πληρωμών, προκειμένου να παρακινήσει τη

μείωση των παραγόμενων αποβλήτων ατομικά. Οι σταθμοί απορριμμάτων διαθέτουν δωρεάν κάδους διαλογής για τα πλαστικά και το χαρτόνι. Αυτό ωθεί περαιτέρω τους πολίτες του Μπέργκεν να διαχωρίζουν σωστά τα απορρίμματά τους. Ο συνδυασμός έξυπνων δοχείων, συλλογής δεδομένων και νέων οικονομικών κινήτρων έχει μέχρι στιγμής μειώσει το επίπεδο των αποβλήτων γενικά κατά 10% και έχει αυξήσει το επίπεδο συλλογής πλαστικών κατά 29%.

8 Ετοιμότητα για εφαρμογές Blockchain στη διαχείριση αποβλήτων

Τα αποτελέσματα των μελετών ανά χώρα και η σύγκριση με άλλες μελέτες δείχνουν ότι η διαδικασία ψηφιοποίησης στον τομέα των αστικών αποβλήτων βρίσκεται ακόμη σε νηπιακό στάδιο. Με άλλα λόγια, όπως τίθεται, πιο διπλωματικά, από τους συντάκτες της έκθεσης της EIONET (Berg & Sebestyén, 2020): Δείχνει ότι ο τομέας της διαχείρισης αποβλήτων βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο αυτής της ανάπτυξης. Οι ευκαιρίες καθώς και οι επιπτώσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού του είναι ακόμη αναδυόμενες και μπορούν ακόμη να διαμορφωθούν.

Υπάρχει μεγάλος αριθμός καινοτόμων έργων στις διάφορες χώρες στους τομείς της επικοινωνίας με τους χρήστες, των συστημάτων παροχής κινήτρων και, ιδίως, της χρήσης του IoT στη συλλογή αποβλήτων, αλλά δεν υπάρχει ολοκληρωμένη προώθηση των έργων αυτών στις χώρες, ούτε μέσω προγραμμάτων κρατικής οικονομικής στήριξης ούτε μέσω της στοχευμένης μεταφοράς τεχνογνωσίας. Προς το παρόν, μόνο οι ενώσεις δημοτικών δημόσιων ή ιδιωτικών επιχειρήσεων διάθεσης απορριμμάτων αποτελούν πολλαπλασιαστές πληροφοριών και κόμβους καινοτομίας.



Σχήμα 9: Έλλειψη συνοχής σε έργα ψηφιακής διαχείρισης αποβλήτων

Αν επικεντρωθούμε αποκλειστικά στα εργαλεία πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στα έργα, όλα φαίνονται να είναι έτοιμα: επικοινωνία μέσω εφαρμογών smartphone με τους χρήστες, δομές κινήτρων και πλήθος δεδομένων σχετικά με τη χρήση του IoT σε έξυπνους κάδους και φορτηγά. Αλλά τα περισσότερα έργα αποτελούν μεμονωμένες προσεγγίσεις για την εφαρμογή εργαλείων είτε για την επικοινωνία, είτε για τη συλλογή δεδομένων, είτε για τη δημιουργία δομών κινήτρων. Αυτό που λείπει είναι η σύνδεση μεταξύ αυτών των εργαλείων: τα δεδομένα των χρηστών θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία προφίλ χρηστών και τη δημιουργία επικοινωνίας με τους χρήστες βάσει προφίλ, η οποία περιλαμβάνει επίσης την επιλογή των κατάλληλων κινήτρων. Η αποτελεσματικότητα των κινήτρων που τίθενται όσον αφορά την αλλαγή συμπεριφοράς μπορεί να μετρηθεί με βάση τα δεδομένα των αποβλήτων του νοικοκυριού. Σε τελική ανάλυση, πρόκειται για μια συνεκτική προσέγγιση του σχεδιασμού

στη χρήση της ΤΠ, η οποία δίνει, με συνέπεια, προτεραιότητα στην επίλυση του προβλήματος (λέξη-κλειδί "σχεδιαστική σκέψη").

Επιπλέον, τα περισσότερα από τα έργα που παρουσιάζονται είναι επίσης μη συνεργατικού χαρακτήρα, όσον αφορά στην ανταλλαγή δεδομένων με μεγάλο αριθμό ομάδων ενδιαφερομένων και τη δημιουργία συνεργειών μεταξύ των εμπλεκόμενων εταιρών. Όμως, η κυκλική οικονομία, για να είναι επιτυχής, απαιτεί συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών, είτε πρόκειται για παραγωγούς, είτε για καταναλωτές, είτε για σούπερ μάρκετ, είτε για δήμους, είτε για PRO, οι οποίοι πρέπει να μοιράζονται δεδομένα κατά τη συνεργασία τους.

Αυτό ακριβώς είναι το θέμα που το PwC (2016) τονίζει όταν αναφέρει:

"Η συνεργατική τεχνολογία, όπως το Blockchain, υπόσχεται τη δυνατότητα βελτίωσης των επιχειρηματικών διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα μεταξύ των εταιρειών, μειώνοντας ριζικά το "κόστος της εμπιστοσύνης". Για το λόγο αυτό, μπορεί να προσφέρει σημαντικά υψηλότερες αποδόσεις για κάθε επενδυτικό δολάριο που δαπανάται σε σχέση με τις παραδοσιακές εσωτερικές επενδύσεις.

Ποια είναι λοιπόν η παγίδα; Δεν μπορείτε να έχετε την απόδοση μόνοι σας- πρέπει να είστε πρόθυμοι και ικανοί να συνεργαστείτε με πελάτες, προμηθευτές και ανταγωνιστές με τρόπους που δεν έχετε κάνει ποτέ πριν".

Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη και υλοποίηση ενός έργου Blockchain αποτελείται σε μεγάλο βαθμό από εργασίες διαχείρισης αλλαγών και διαχείρισης διαδικασιών. Σε αντίθεση με τις προσδοκίες, η επιλογή της τεχνικής λύσης Blockchain παίζει υποδεέστερο ρόλο. Η εντατική επικοινωνία, η κατανόηση των συμφερόντων ο ένας του άλλου, η συμπαράσυρση των ενδιαφερομένων και των ατόμων και η πειθώ τους, η εξήγηση των τεχνικών δυνατοτήτων του Blockchain με απλούς όρους - αυτά είναι τα συστατικά στοιχεία ενός επιτυχημένου έργου και της επιλογής των μελών της ομάδας έργου (Lenz, 2019, p. 46).

Τα έργα ψηφιοποίησης που περιγράφονται στη διαχείριση των αστικών αποβλήτων βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στη χρήση της νέας τεχνολογίας. Η εγκατάσταση της τηλεματικής και του IoT στα απορριμματοφόρα είναι τυπικές εργασίες των μηχανολόγων μηχανικών. Η εκπλήρωση αυτών των καθηκόντων είναι υψίστης σημασίας για την ομαλή λειτουργία των λογιστικών διαδικασιών σε έναν οργανισμό. Όμως, το blockchain αφορά τη δημιουργία μιας κατάστασης win-win μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών μιας αλυσίδας, έτσι ώστε καθένας από τους εμπλεκόμενους εταίρους να καταλήγει να επωφελείται από τη συνεργασία.

Όταν απαντάμε σε ερωτήσεις σχετικά με την ετοιμότητα της διαχείρισης δημοτικών αποβλήτων για το blockchain, συνειδητοποιούμε ότι οι λύσεις σε τεχνικά προβλήματα είναι μερικές φορές ευκολότερο και ταχύτερο να αντιμετωπιστούν από την αλλαγή ενός ολόκληρου οργανωτικού μοντέλου με σκοπό τη στενή συνεργασία σε ένα δίκτυο εταιρών. Για να απαντήσουμε τέλος στην ερώτηση σχετικά με την ετοιμότητα για την εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain, μπορούμε να δηλώσουμε ότι, ναι, από καθαρά τεχνική άποψη, οι περισσότερες εταιρείες διαχείρισης δημοτικών αποβλήτων είναι ενημερωμένες και χρησιμοποιούν εκτενώς το IoT. Αυτό που λείπει είναι μια σαφής στρατηγική δεδομένων που περιλαμβάνει την ανάλυση και την ανταλλαγή δεδομένων με διάφορους ενδιαφερόμενους φορείς. Ωστόσο, δεν πρόκειται για τεχνικά

προβλήματα αλλά για προβλήματα οργανωτικής ανάπτυξης των δημοτικών εταιρειών διαχείρισης αποβλήτων.

9 Βιβλιογραφία

- ASA et al. (2020). *Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft 2020*, . Retrieved from https://statusbericht-kreislaufwirtschaft.de/wp-content/uploads/2020/11/2020_Statusbericht_mobil.pdf
- Berg, H., & Sebestyén, J. (2020). Phillip Bendix (Wuppertal Institute), Kévin Le Blevenec (VITO), Karl Vrancken (VITO).
- BiPRO. (2014). *Detailed evaluation report for assessing the waste management plan of Estonia – national, Final Draft*. Retrieved from
- EC. (2014). *National factsheet - Estonia. Assessment of separate collection schemes in the 28 capitals of the EU*. Retrieved from <https://www.municipalwasteeurope.eu/sites/default/files/EE%20National%20factsheet.pdf>
- ECO-Innovation Observatory. (2019). *ECO Innovation in Germany*. Retrieved from https://ec.europa.eu/environment/ecoap/sites/default/files/field/field-country-files/eio_country_profile_2018-2019_germany.pdf
- Estonian Ministry of Environment. (2012). *Statement of Estonian MoE on Estonian factsheet*.
- Estonian Ministry of Environment. (2014). *The National Waste Management Plan 2014-2020/ Riiklik Jäätmekava*. Retrieved from https://www.envir.ee/sites/default/files/riigi_jaatmekava_2014-2020.pdf
- European Environment Agency. (2016). *Germany: Municipal waste management*. Retrieved from https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/other-products/docs/germany_msw_2016.pdf
- EUWID. (2020). Kommunen und Remondis dominieren Abfallsammlung in Deutschland. *Recycling und Entsorgung*. Retrieved from <https://www.euwid-recycling.de/news/wirtschaft/einzelansicht/Artikel/kommunen-und-remondis-dominieren-abfallsammlung-in-deutschland.html>
- Lenz, R. (2019). *Managing Distributed Ledgers: Blockchain and Beyond*. Available at SSRN 3360655.
- Life + Environment Policy and Governance. (2011). *Development of Pay As You Throw Systems in Hellas, Estonia and Cyprus*. Retrieved from http://payt.gr/images/stories/pdf/Laymans_EN.pdf
- OSKA. (2019). *Tulevikuvaade tööjõu- ja oskuste vajadusele: vee- ja jäätmemajandus ning keskkond. Tööjõuvajaduse seire- ja prognoosisüsteem*. Retrieved from Tallinn, 190 lk
- PwC. (2016). Q&A: What is a blockchain? Retrieved from <https://www.pwc.com/gr/en/publications/assets/qa-what-is-blockchain.pdf>
- Sahin, I. (2006). Detailed review of Rogers' diffusion of innovations theory and educational technology-related studies based on Rogers' theory. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 5(2), 14-23.
- Tallinn Environmental Agency. (2014). *Improving the recycling system of municipal waste in Tallinn based on the examples of best practices. Report*. Retrieved from

Verband Kommunalen Unternehmen e.V. (2019). *Abfallwirtschaft Digital, Beispiele aus der kommunalen Praxis*. Retrieved from https://www.vku.de/fileadmin/user_upload/Verbandsseite/Publikationen/2020/VKU_Broschuere_Digitalisierung_Abfallwirtschaft_ES.pdf

Vitoraki, M. (2019). Implementation of pay-as-you-throw schemes in Greece: major benefits and future potential.

WINPOL. (2019). *Good Practices Guide*

Promoting innovation to improve waste management at the local level, . Retrieved from www.interregeurope.eu/winpol/good-practices