



ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
OPEN UNIVERSITY OF CYPRUS

www.ouc.ac.cy

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος».

Διπλωματική Διατριβή

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ



Φοιτητής: Κοντάρης Γεράσιμος

Επιβλέπων: #####

Παξοί, 2021

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ για την υποστήριξη και την κατανόηση όλο αυτό το διάστημα την καθηγήτρια μου κ. Σ. Ευθυμιάδου, τους γονείς μου που ήταν πάντα δίπλα μου και όλους τους φίλους και συναδέλφους που με στήριζαν. Επίσης ευχαριστών τη δημοτική αρχή του δήμου Παξών για τις σημαντικές πληροφορίες που μου παρείχαν ώστε να ολοκληρώσω τη διατριβή.

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η εκπόνηση της παρούσας διατριβής ολοκληρώθηκε κατόπιν δικής μου εργασίας και όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται αναλυτικά στο τέλος του κειμένου.

Γεράσιμος Κοντάρης

Η Ελλάδα είχε 400 χρόνια σκλαβιά. Ένας χρονικός προσδιορισμός της σκλαβιάς όπου δεν υπήρξε ποτέ των αιώνων ποτέ σε κανένα κράτος. Προφανώς οι Έλληνες συγκριτικά με άλλα έθνη να έχουν μηδαμινή οικονομική παιδεία, μη γνώση διαχείρισης των πόρων και προφανώς ούτε οικολογική παιδεία.

Το χώμα είναι ιερό. Είναι ταυτόχρονα δικαίωμα, αλλά και υποχρέωση όχι μόνο του δείγματος αλλά ολόκληρου του πληθυσμού να αξιοποιεί πλήρως τα υλικά που πετιούνται. Υποχρέωση είναι για επεκταθεί το προσδόκιμο ζωής όσο περισσότερων οικοσυστημάτων του πλανήτη Γη με αποτέλεσμα το ταυτόχρονα ποιοτικότερο τρόπο ζωής των μελλοντικών γενεών. Δικαίωμα γιατί οποιοσδήποτε μπορεί να καλλιεργεί οτιδήποτε στο χώμα με σκοπό είτε τον καλλωπισμό είτε την κατανάλωση

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα απορρίμματα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων έχουν επιφέρει σοβαρές βλάβες στο περιβάλλον και τα οικοσυστήματα αλλά και στον ίδιο τον άνθρωπο. Μετά τη βιομηχανική επανάσταση παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση των ρύπων σε ατμόσφαιρα, έδαφος και υδροφόρο ορίζοντα που είχε ως αποτέλεσμα διαταραχές στη βιοποικιλότητα, αλλαγές στο κλίμα του πλανήτη και στο μικροκλίμα αστικών περιοχών, υπερτροφισμού στα υδάτινα οικοσυστήματα, συνέπειες στην υγεία του ανθρώπου και των λοιπών έμβιων όντων.

Στη σύγχρονη εποχή είναι επιτακτική ανάγκη να μειθούν οι επιπτώσεις στο περιβάλλον. Παράγονται υπερβολικές ποσότητες προϊόντων και παράλληλα σπαταλούνται φυσικοί πόροι ως πρώτες ύλες ή για την κάλυψη των αναγκών της βιομηχανίας σε ενέργεια. Ιδιαίτερα η βιομηχανία του πλαστικού που συνδυάζει την ασύμφορη χρήση του πετρελαίου και των προϊόντων του ως πρώτη ύλη και ως πηγή ενέργειας. Πολλά από τα αντικείμενα που υπερκαταναλώνονται στην πραγματικότητα δεν έχουν καμία χρηστική αξία που να δικαιολογεί τους τεράστιους όγκους παραγωγής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τα πλαστικά είδη μιας χρήσεως όπως τα πλαστικά ποτήρια, τα καλαμάκια ή οι πλαστικές σακούλες. Είναι είδη που χρησιμοποιούνται μια μόνο φορά και καταλήγουν στα σκουπίδια.

Για να επιτευχθεί η μείωση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης από τα αστικά στερεά απόβλητα χρειάζεται συνολική μείωση των επιβλαβών απορριμμάτων που καταλήγουν στο περιβάλλον. Η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση πολλών προϊόντων μπορεί να συμβάλει σημαντικά στο σκοπό αυτό. Πάρα πολλά υλικά που χρησιμοποιούνται καθημερινά από τον άνθρωπο μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν με τον ίδιο ή διαφορετικό τρόπο ή να ανακυκλωθούν με σκοπό την παρασκευή νέων προϊόντων.

Η ορθολογική διαχείριση των αποβλήτων που παράγονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα αλλά και από φυσικές πηγές, παρουσιάζει τεχνικό και επιστημονικό ενδιαφέρον, και παράλληλα πολιτικό και κοινωνικό. Είναι σημαντικότερος άξονας στη διαμόρφωση στρατηγικής για τη βιώσιμη ανάπτυξη μιας οργανωμένης και σύγχρονης κοινωνίας, με την οποία επιτυγχάνεται η περιβαλλοντική προστασία, η αειφορική διαχείριση των φυσικών πόρων, η υγεία και η ευημερία των πολιτών. Αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των «αποβλήτων ως πόρο» και στην υιοθέτηση των αρχών της Κυκλικής Οικονομίας. Οι κυριότερες μέθοδοι διαχείρισης

απορριμμάτων είναι: Ανακύκλωση, Θερμική Επεξεργασία και παραγωγή δευτερογενούς καυσίμου (RDF), Αερόβια βιοαποδόμηση οργανικών / κομποστοποίηση, Αναερόβια χώνευση, Αποτέφρωση, Σπονδυλωτό σύστημα με καύση στην ανόργανη βιομηχανία, Πυρόλυση, Αεριοποίηση, Υγειονομική ταφή. Στην εργασία αναλύονται οι μέθοδοι ανακύκλωσης και η κομποστοποίηση.

Επίσης γίνεται μια πλήρης βιβλιογραφική ανασκόπηση των εξελίξεων στον τομέα της ανακύκλωσης, παρουσιάζονται παραδοσιακές και σύγχρονες μέθοδοι και στατιστικά στοιχεία από αρκετές χώρες κυρίως της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αρχικά αναφέρονται οι μέθοδοι ανακύκλωσης που χρησιμοποιούνται ευρέως και στη συνέχεια οι σύγχρονες μέθοδοι που προσφέρουν λύσεις σε προβλήματα των παλαιότερων μεθόδων ή στην ανακύκλωση νέων υλικών και προϊόντων όπως τα ηλιακά πάνελ ή τα εξαρτήματα κινητών τηλεφώνων. Επίσης περιγράφεται το νομοθετικό πλαίσιο και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ελλάδας για την διαχείριση των αποβλήτων.

Στο ερευνητικό μέρος της εργασίας παρουσιάζεται μια μικρή έρευνα που αφορά την αποδοχή της ανακύκλωσης από κατοίκους της Ελλάδας και τη συμμετοχή τους σε αντίστοιχες δράσεις, ενώ συγκρίνονται τα αποτελέσματα με προηγούμενες έρευνες. Αναλύονται τα δεδομένα της έρευνας για την ανακύκλωση στην Ελλάδα και εντοπίζονται πιθανοί λόγοι που κρατούν χαμηλή τη συμμετοχή των πολιτών και των δήμων σε προγράμματα ανακύκλωσης.

Λέξεις-κλειδιά: *Ανακύκλωση, Κομποστοποίηση, Διαχείριση αποβλήτων, Περιβαλλοντική ρύπανση.*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|-----------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | 4 |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ..... | 6 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 9 |
| ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ..... | 10 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΘΕΣΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ..... | 10 |
| 1.1 ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ..... | 10 |
| 1.2 ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ..... | 11 |
| 1.3 ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ..... | 12 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ..... | 13 |
| 2.1 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΜΕ ΔΙΑΛΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ..... | 14 |
| 2.1.1 Η ΔΙΑΛΟΓΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ..... | 16 |
| 2.1.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΥΛΙΚΩΝ..... | 18 |
| 2.1.3 Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΈΝΩΣΗΣ..... | 20 |
| 2.1.4 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ..... | 22 |
| 2.1.5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ..... | 25 |
| 2.2 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΑΛΟΓΗ..... | 27 |
| 2.2.1 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΑΛΟΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ..... | 28 |
| 2.2.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ RDF..... | 29 |
| 2.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ..... | 30 |
| 2.3.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ..... | 30 |
| 2.3.2 ΑΕΡΟΒΙΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ /ΒΙΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ..... | 32 |
| 2.3.3 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ..... | 34 |
| 2.3.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ..... | 35 |
| 2.4 ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ..... | 36 |
| 2.4.1 ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ..... | 37 |
| 2.4.2 ΠΥΡΟΛΥΣΗ..... | 37 |
| 2.4.3 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ..... | 39 |
| 2.4.4 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ..... | 40 |
| 2.5 ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ..... | 41 |

| | |
|---|-----------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ..... | 44 |
| 3.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ..... | 45 |
| 3.2 ΟΡΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ..... | 48 |
| 3.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ..... | 49 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΝΗΣΙ ΤΩΝ ΠΑΞΩΝ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗ ΜΟΥ ΕΜΠΕΙΡΙΑ..... | 50 |
| ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ..... | 52 |
| 1. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ..... | 52 |
| 2. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ..... | 53 |
| 3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ..... | 53 |
| 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ..... | 54 |
| 5. ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ..... | 54 |
| 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ..... | 55 |
| 6.1 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ..... | 55 |
| 6.2 ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΤΩΝ ΔΗΜΩΝ..... | 57 |
| 6.3 ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΧΗ ΤΩΝ ΦΙΛΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΡΟΠΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ..... | 62 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ..... | 69 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 70 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ..... | 72 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ορθολογική διαχείριση των αποβλήτων που παράγονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα αλλά και από φυσικές πηγές, παρουσιάζει εκτός από τεχνικό και επιστημονικό ενδιαφέρον, αλλά παράλληλα πολιτικό και κοινωνικό. Είναι σημαντικότετος άξονας στη διαμόρφωση στρατηγικής για τη βιώσιμη ανάπτυξη μιας οργανωμένης και σύγχρονης κοινωνίας, με την οποία επιτυγχάνεται η περιβαλλοντική προστασία, η αειφορική διαχείριση των φυσικών πόρων, η υγεία και η ευημερία των πολιτών. Αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των «αποβλήτων ως πόρο» και στην υιοθέτηση των αρχών της Κυκλικής Οικονομίας.

Οι βασικοί στόχοι της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της διαμορφωθείσας στρατηγικής της για την ορθολογική διαχείριση των αποβλήτων, όπως αυτή εκφράζεται μέσα από την «**Θεματική Στρατηγική για τα Στερεά Απόβλητα (2008/98)**», εστιάζουν στις μεθόδους της πυραμίδας «εράρχησης των μεθόδων διαχείρισης των αποβλήτων» που αφορούν στον περιορισμό της παραγωγής αποβλήτων και στην επαναχρησιμοποίηση τους, στην ανακύκλωση τους και στην προσπάθεια ανάκτησης ενέργειας, με απώτερο στόχο τη μείωση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Σε αυτό το πλαίσιο, καταγράφεται και η σημαντική συμβολή της ορθολογικής διαχείρισης, στον περιορισμό της υπέρμετρης κατανάλωσης **φυσικών πόρων**. Με την επίτευξη του στόχου αυτού επιδιώκεται η μετατροπή της Ε.Ε. σε μια «*Κοινωνία της Ανακύκλωσης*».

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΘΕΣΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Το ρυθμιστικό, νομοθετικό πλαίσιο της διαχείρισης αποβλήτων, αποτελείται από την Εθνική και την Ευρωπαϊκή νομοθεσία.

Από τα βασικά στοιχεία των διατάξεων των θεσμικών κειμένων, προκύπτουν οι βασικές αρχές που διαπνέουν τη διαχείριση των αποβλήτων όπως οι παρακάτω:

- «Πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων»
- «Ο ρυπαίνων πληρώνει»,
- «Κοινή ευθύνη όλων των εμπλεκόμενων παραγόντων».

Στις παρακάτω ενότητες αναλύεται το ευρωπαϊκό και το εθνικό θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

1.1 ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αειφορική διαχείριση των αποβλήτων έχει στο επίκεντρο τον περιορισμό παραγωγής αποβλήτων, την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την ανάκτηση ενέργειας. Οι βασικοί άξονες τις παραπάνω πολιτικής είναι:

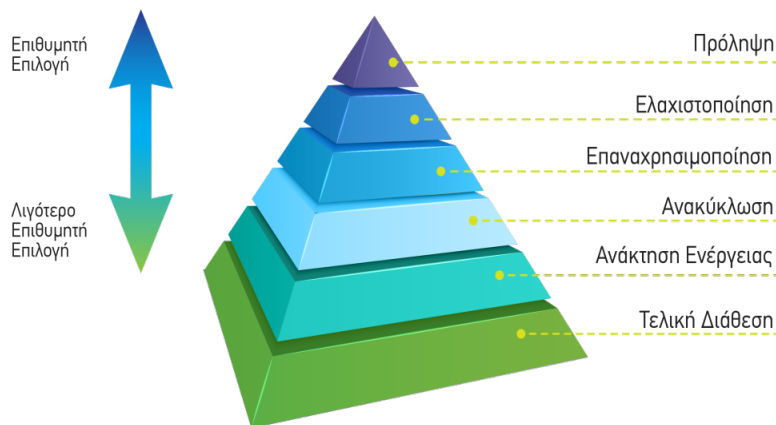
- ⇒ η περιβαλλοντική προστασία
- ⇒ η τοπική ανάπτυξη
- ⇒ η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας

⇒ η δημιουργία βιώσιμων πόλεων.

Ακολουθεί η ιεράρχηση των μεθόδων διαχείρισης που περιλαμβάνεται στην Οδηγία 2008/98 ΕΚ και στην Οδηγία ΕΕ 2018/851 που αποτελεί την τροποποίησή της.

- I. «Πρόληψη και μείωση»
- II. «Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση»
- III. «Ανακύκλωση»
- IV. «Άλλου είδους ανάκτηση (π.χ. ενέργειας)»
- V. «Υγειονομική Ταφή»

ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ



Σχήμα 1. Ιεράρχηση μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων

1.2 ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Η παρούσα ενότητα περιλαμβάνει μία συνοπτική περιγραφή του βασικού εθνικού θεσμικού πλαισίου αναφορικά με τη διαχείριση στερεών αποβλήτων.

Με το Νόμο 2939 (ΦΕΚ/179 Α) περί «Συσκευασιών και Εναλλακτικής Διαχείρισης των Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων-Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων», θεσπίζεται η υποχρεωτική οργάνωση συστημάτων

εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων (ΣΕΔ) συσκευασιών από τους υπόχρεους διαχειριστές συσκευασίας (επιχειρήσεις) και η υποχρεωτική συμμετοχή τους σε αυτά.

Οι ρυθμίσεις του Ν. 2939 περιλαμβάνουν το σύνολο των δραστηριοτήτων που αφορούν στις συσκευασίες και στα απόβλητά τους, όπως η παρασκευή, η εισαγωγή και η διακίνηση, οι οποίες αναπτύσσονται από ιδιώτες αλλά και από φορείς του δημοσίου.

Όσον αφορά τα άλλα προϊόντα αυτά μπορεί είναι ελαστικά, οχήματα τέλους κύκλου ζωής, λιπαντικά, ηλεκτρικές στήλες, ηλεκτρικές συσκευές κ.α.

Αξιοσημείωτο είναι το ότι για πρώτη φορά στην Ελλάδα, στις εναλλακτικές μεθόδους διαχείρισης και αξιοποίησης των αποβλήτων γίνεται επίσημα λόγος για καύση με ανάκτηση ενέργειας.

Με το Νόμο 4042/2012 «Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής», σημειώνονται σημαντικές αλλαγές στο υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο για τα απόβλητα και προκρίνονται περεταίρω η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των αποβλήτων. Παράλληλα, διαμορφώνονται νέοι υψηλοί στόχοι για τα βιοαπόβλητα και τα ανακυκλώσιμα αλλά κυρίως για τα αδρανή απόβλητα. Ειδικότερα, επιδιώκεται η αξιοποίηση των αδρανών σε ποσοστό 70% της συνολικής παραγωγής έως το 2020.

1.3 ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ), το οποίο εκπονήθηκε από το ΥΠΕΚΑ σε συνεργασία με το Υπουργείο Εσωτερικών, διαμορφώνει το πλαίσιο της στρατηγικής που θα ακολουθηθεί και θέτει τους εθνικούς στόχους διαχείρισης αποβλήτων με έτος ορόσημο το 2020. Με το ΕΣΔΑ προκρίνονται οι αρχές της «**διαλογής στην πηγή, της χωριστής συλλογής και**

αξιοποίησης του ζυμώσιμου κλάσματος, η λογική των μικρών μονάδων επεξεργασίας και ανάκτησης και η περαιτέρω ενεργοποίηση και συμμετοχή της κοινωνίας».

Με βάση το παραπάνω πλαίσιο, η εθνική πολιτική για τα απόβλητα είναι προσανατολισμένη στους εξής στόχους-ορόσημα για το 2020:

- Δραστική μείωση της Μοναδιαίας Παραγωγής Αποβλήτων (κιλά/κάτοικο/ημέρα)
- Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση με χωριστή συλλογή ανακυκλώσιμων - βιοαποβλήτων 50% επί των συνολικά παραγόμενων ΑΣΑ
- Εφαρμογή άλλων μεθόδων ανάκτησης επικουρικά στην ανακύκλωση
- Περιορισμός της υγειονομικής ταφής κάτω από το 30% των συνολικά παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στο ελληνικό θεσμικό πλαίσιο αλλά και σε διεθνές επίπεδο έχουν μελετηθεί και εφαρμοστεί πολλές μέθοδοι επεξεργασίας και αξιοποίησης στερεών αποβλήτων. Οι τεχνολογίες αυτές διαφέρουν ως προς τα επιμέρους στάδια επεξεργασίας και συχνά ως προς το τελικό προϊόν, αλλά σε πολλές περιπτώσεις εφαρμόζονται συνδυαστικά. Υπό αυτό το πρίσμα των ιδιαιτεροτήτων γίνεται προσπάθεια στο πλαίσιο αυτής της εργασίας να πραγματοποιηθεί μια κριτική ανασκόπηση των σημαντικότερων από τις μεθόδους και να ακολουθήσει στο επόμενο κεφάλαιο μια αξιολόγηση των συμπερασμάτων.

Οι μέθοδοι οι οποίοι αναφέρονται είναι οι εξής:

- Ανακύκλωση
- Θερμική Επεξεργασία και παραγωγή δευτερογενούς καυσίμου (RDF)

- Αερόβια βιοαποδόμηση οργανικών / κομποστοποίηση
- Αναερόβια χώνευση
- Αποτέφρωση
- Σπονδυλωτό σύστημα με καύση στην ανόργανη βιομηχανία
- Πυρόλυση
- Αεριοποίηση
- Υγειονομική ταφή

Η ανωτέρω παράθεση γίνεται στο γενικό πλαίσιο καταγραφή των τεχνικών διαδικασιών. Σημειώνεται ότι ορισμένες από αυτές τις διαδικασίες δεν αποτελούν ολοκληρωμένο μοντέλο διαχείρισης αλλά συμπληρωματικά στάδια.

Για το λόγο αυτό κρίθηκε σκόπιμη η διάκριση των χαρακτηριστικών της κάθε μεθόδου για την αξιολόγηση που θα ακολουθήσει. Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στην ανάλυση και αξιολόγηση των συστημάτων ανακύκλωσης εφόσον η μέθοδος αυτή αποτελεί και το βασικό ζητούμενο της παρούσας εργασίας [1].

2.1 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΜΕ ΔΙΑΛΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ

Ένας από τους πιο κρίσιμους συντελεστές ενός μοντέλου ολιστικής διαχείρισης, είναι η αξιοποίηση σημαντικού μέρους των απορριμμάτων. Η αξιοποίηση μπορεί να γίνει με πολλές μεθόδους που έχουν εφαρμοστεί μέχρι σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο και έχουν κριθεί ως επιτυχημένες. Συνεχώς εφευρίσκονται και βελτιώνονται νέες τεχνικές, επειδή η αξιοποίηση θεωρείται πρωταρχικός στόχος σε ένα σύγχρονο σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων. Στη γενική, λοιπόν, έννοια της αξιοποίησης μπορούμε να καταχωρίσουμε τις ακόλουθες μεθόδους:

Επαναχρησιμοποίηση, που περιγράφει την χρήση ενός αντικειμένου εκ νέου για τον ίδιο σκοπό παραπάνω από μία φορά και επομένως την αποφυγή της απόρριψής του στα ΑΣΑ. Για παράδειγμα σχεδόν όλες οι συσκευασίες μεταφοράς (παλέτες κλπ.) τα τελευταία χρόνια είναι επαναχρησιμοποιούμενες, δηλαδή χρησιμοποιούνται πολλές φορές καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους.

Ανακύκλωση, που περιγράφει κυρίως την ανάκτηση, δηλαδή την “απόσπαση” από το ρεύμα των απορριμμάτων κάποιων υλικών με σκοπό τη χρήση τους στην παραγωγή ίδιων ή άλλων προϊόντων. Τα υλικά που αποτελούν τον συνηθισμένο στόχο της ανακύκλωσης στα δημοτικά απορρίμματα είναι τα απορρίμματα συσκευασίας (δηλαδή οι γυάλινες, αλουμινένιες, πλαστικές, σιδερένιες και χάρτινες συσκευασίες) καθώς και εν γένει το χαρτί (εφημερίδες, περιοδικά, έντυπο χαρτί, χαρτί γραφείου κλπ.).

Ανάκτηση ενέργειας, στην οποία περιλαμβάνονται όλες εκείνες οι μέθοδοι και τεχνικές που αντιμετωπίζουν τα ΑΣΑ (ή ένα μέρος από αυτά) ως πηγή ενέργειας και χρησιμοποιούν τελικώς με τον ένα ή τον άλλον τρόπο τα απορρίμματα ως καύσιμο υλικό άμεσα ή έμμεσα για την παραγωγή κάποιου είδους καυσίμου. Και αυτές οι μέθοδοι περιγράφονται στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

Παράλληλα με την ορολογία του θεσμικού πλαισίου θα ήταν χρήσιμο να επισημάνουμε ότι η ανακύκλωση είναι η διαδικασία επανα-εισαγωγής και επαναφοράς χρήσιμων υλικών που περιέχονται στα απορρίμματα στον φυσικό και οικονομικό κύκλο, και ουσιαστικά αποτελεί ένα σύστημα βελτιστοποίησης της αξιοποίησης φυσικών πόρων.

Τα απορρίμματα συσκευασίας αποτελούν περίπου το 20% κατά βάρος των ελληνικών απορριμμάτων, ενώ 10% επιπλέον είναι το σχετικώς εύκολα ανακυκλώσιμο χαρτί (γραφείου, έντυπος και περιοδικός τύπος). Επομένως ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης στοχεύει κατ' ελάχιστο στο 30% των απορριμμάτων (σύμφωνα με άλλες προσεγγίσεις το ποσοστό αυτό στα αστικά κέντρα κινείται στο 40%). Η κατ' όγκο περιεκτικότητα των απορριμμάτων στα υλικά αυτά είναι πολύ μεγαλύτερη.

Είναι δυνατόν και άλλα υλικά ή αντικείμενα να αποτελέσουν στόχο προγραμμάτων ανακύκλωσης, όπως μπαταρίες, συσσωρευτές, συσκευές, ξύλα, ελαστικά κλπ. Η ανακύκλωση αυτών των υλικών δεν αποτελεί τμήμα αυτής της εργασίας.

Η ανακύκλωση δεν μπορεί και δεν πρέπει να σχεδιάζεται ή να αξιολογείται απομονωμένη από το φυσικό, οικονομικό και κοινωνικό κύκλο στον οποίο εντάσσεται. Όπως οποιοδήποτε άλλο σύστημα αλληλεπιδρά με τα συστήματα που βρίσκονται γύρω της. Έτσι πολύ απλά η ανακύκλωση επηρεάζει και επηρεάζεται από το σύστημα συλλογής των υπολοίπων απορριμμάτων, τις συνθήκες αγοράς και πώλησης των αντίστοιχων προϊόντων στην παγκόσμια αγορά, τις ποιοτικές απαιτήσεις των προμηθευτών κτλ [2].

Ανάμεσα στα οφέλη της ανακύκλωσης αναφέρονται:

- ⇒ Μειώνει τον όγκο και το βάρος των ΑΣΑ που πρέπει να συλλεχθούν και να μεταφερθούν σε χώρους τελικής διάθεσης, με προφανή οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.
- ⇒ Εξοικονομεί πρώτες ύλες που συνήθως είναι μη ανανεώσιμες (πετρέλαιο, μεταλλεύματα κλπ.).
- ⇒ Συνεισφέρει στην εξοικονόμηση συναλλάγματος, επειδή οι υποκαθιστάμενες πρώτες ύλες συνήθως εισάγονται στη χώρα μας.
- ⇒ Εξοικονομεί ενέργεια για την παραγωγή των νέων προϊόντων
- ⇒ Δημιουργεί δευτερογενείς θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- ⇒ Δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας και αυτό θα ισχύσει περισσότερο στη χώρα μας, όπου οι πρόσφορες τεχνικές ανακύκλωσης μπορούν να χαρακτηριστούν ως επενδύσεις έντασης εργασίας.
- ⇒ Συνδράμει στην ευαισθητοποίηση των κατοίκων – πολιτών σε θέματα περιβαλλοντικά και κοινού ενδιαφέροντος τονίζοντας την αρχή ότι εφόσον όλοι μας αποτελούμε μέρος του προβλήματος, όλοι πρέπει να προσφέρουμε και στη λύση του.

2.1.1 Η ΔΙΑΛΟΓΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ

Ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα στη διαχείριση και ιδιαίτερα στην ανακύκλωση απορριμμάτων είναι η σύνθεσή τους. Όσο πιο μεγάλος είναι ο βαθμός ανάμιξης των συστατικών τους, τόσο πιο δύσκολη είναι η δυνατότητα αξιοποίησής τους. Αυτό το πρόβλημα καλείται να

λύσει η διαλογή στην πηγή, η οποία και καθιστά αποδοτικότερη τη διαδικασία αξιοποίησής και την ανακύκλωσή τους.

Μειονέκτημα αποτελεί η πιο περίπλοκη συλλογή και το γεγονός ότι απαιτεί τη συμμετοχή των πολιτών. Το τελευταίο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί και ως ευκαιρία παρακίνησης και ευαισθητοποίησης των πολιτών πάνω σε ένα κοινό πρόβλημα και επομένως δεν έχει μόνο αρνητική πλευρά.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τόσο στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) όσο και στην Αμερική (ΗΠΑ, Καναδάς) η διαλογή στην πηγή αποτελεί τη βάση της συντριπτικής πλειοψηφίας των προγραμμάτων ανακύκλωσης. Τα ήδη υπάρχοντα προγράμματα ανακύκλωσης στην Ελλάδα στηρίζονται στη διαλογή στην πηγή [3].

Ως δείκτες που περιγράφουν τα αποτελέσματα ενός προγράμματος ανακύκλωσης αναφέρονται οι εξής:

- **Δείκτης Ανάκτησης**, δηλαδή οι ποσότητες υλικών στόχων που ανακτώνται ως πρωτογενή υλικά από τα εξυπηρετούμενα νοικοκυριά προς τις συνολικές ποσότητες υλικών στόχων που υπάρχουν στα απορρίμματα που παράγονται από τα εξυπηρετούμενα νοικοκυριά. Ο δείκτης ανάκτησης εκφράζει τις ποσότητες των υλικών που ανακτώνται σε σχέση με τα υλικά στόχους δηλαδή τις δυνητικά ανακτήσιμες ποσότητες.
- **Δείκτης Εκτροπής**, δηλαδή οι ποσότητες υλικών που εκτρέπονται από την ταφή προς τις συνολικές ποσότητες απορριμμάτων που παράγονται από τα εξυπηρετούμενα νοικοκυριά. Ο δείκτης εκτροπής εκφράζει τη μείωση των απορριμμάτων εξαιτίας της ανακύκλωσης και της επεξεργασίας τους.
- **Δείκτης Συμμετοχής**, δηλαδή ο αριθμός νοικοκυριών που συμμετέχουν στο πρόγραμμα ανακύκλωσης τουλάχιστον μία φορά το δεκαπενθήμερο προς το συνολικό αριθμό των εξυπηρετούμενων νοικοκυριών που υπάρχουν στην περιοχή του έργου.

2.1.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Κατά το αρχικό στάδιο εφαρμογής μιας τεχνολογίας ανακύκλωσης, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις και υπό ειδικές συνθήκες, η επεξεργασία του προς αξιοποίηση κλάσματος παρακάμπτεται και η συλλεχθείσα ποσότητα, διοχετεύεται απ' ευθείας στην αγορά ως δευτερογενές υλικό. Για να λάβει χώρα η παραπάνω περίπτωση, απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η αυστηρή εφαρμογή της αρχής «Διαλογής στην Πηγή».

Ως εκ τούτου, είναι μείζονος σημασίας η ύπαρξη και η λειτουργία Κέντρων Διαλογής Ανακυκλώσιμων υλικών η Μονάδων Ανάκτησης Υλικών – ΚΔΑΥ ή ΜΑΥ, οι οποίες διαμορφώνουν σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Καλύπτει τις προδιαγραφές της αγοράς για δευτερογενή υλικά.
- Ενθαρρύνει την ενεργό συμμετοχή των πολιτών στα έργα ανακύκλωσης.
- Όταν προβλέπεται η ύπαρξη ΜΑΥ, δίνεται η δυνατότητα να συλλεχθούν υλικά στόχοι σε μικτά ρεύματα και έτσι απλοποιείται η συμμετοχή των κατοίκων στο πρόγραμμα.
- Μειώνει το κόστος συλλογής γιατί απαιτείται η συλλογή λιγότερων ρευμάτων ανακυκλώσιμων και το κόστος μεταφοράς προς τις αγορές δευτερογενών υλικών λόγω οικονομίας κλίμακας.

Η βασική παράμετρος για το σχεδιασμό μιας μονάδας επεξεργασίας ανακυκλώσιμων υλικών είναι ο τρόπος με τον οποίο συλλέγονται τα εν λόγω υλικά. Διακρίνουμε τέσσερις τύπους ΜΑΥ:

1ου τύπου: Δέχονται υλικά που έχουν συλλεχτεί συνήθως σε ένα ή δύο ρεύματα ανακυκλώσιμων. Αποτελούν σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία τα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ).

2ου τύπου: Δέχονται πολλά και διαχωρισμένα ρεύματα ανακυκλώσιμων υλικών, οπότε οι απαιτήσεις για επεξεργασία είναι μειωμένες.

3ου τύπου: Δέχονται υλικά που έχουν συλλεχθεί με τη μέθοδο της ταυτόχρονης συλλογής σε οχήματα πολλαπλών διαμερισμάτων.

4ου τύπου: Αποτελεί ουσιαστικά το στάδιο προεπεξεργασίας σε μια μονάδα επεξεργασίας απορριμμάτων, εντάσσεται στις μονάδες μηχανικής διαλογής και παράγει χαμηλής ποιότητας πρωτογενή ανακυκλώσιμα υλικά [3].

Βασικός εξοπλισμός MAY

Σε μια MAY μπορούμε να διακρίνουμε τις ακόλουθες επιμέρους λειτουργίες με τον αντίστοιχο εξοπλισμό:

- Υποδοχή του υλικού και τροφοδοσία της μονάδας
- Προπαρασκευή (αποσάκιση, μείωση του μεγέθους)
- Μεταφορά υλικού
- Διαχωρισμός και ταξινόμηση (κόσκινα, επίπεδα δονούμενα, κυλινδρικά, αεροδιαχωριστές διαφόρων τύπων, μαγνητικοί διαχωριστές, ταινιομαγνήτες, μαγνητικά τύμπανα, διαχωριστές αλουμινίου (eddy-current), διαχωριστές πλαστικών φιαλών κλπ.)
- Μείωση του όγκου (πρέσες – δεματοποιητές)
- Βασική και συνηθισμένη μέθοδο διαλογής σε μια MAY είναι η χειροδιαλογή. Εργαζόμενοι τοποθετημένοι μπροστά από μια βραδέως κινούμενη ταινία, διαλέγουν τα ανακυκλώσιμα υλικά και τα αφήνουν σε οχετούς που βρίσκονται παραπλεύρως, ώστε αυτά να κυλήσουν σε ειδικούς αποθηκευτικούς χώρους (σιλό, κλωβοί κλπ.).

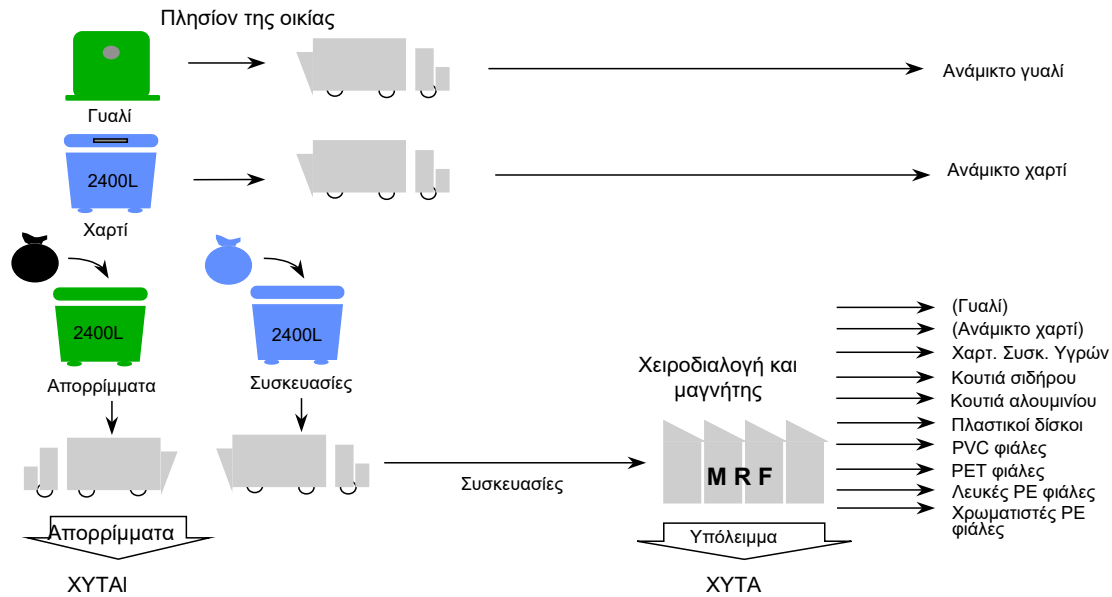
2.1.3 Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΈΝΩΣΗΣ

Οι επιτυχημένες εφαρμογές της ανακύκλωσης μέσω διαλογής στην πηγή που αναπτύχθηκαν την τρέχουσα και την προηγούμενη δεκαετία, έχουν μεταφέρει την ανακύκλωση, από την ομάδα των εναλλακτικών επιλογών διαχείρισης, στην ομάδα των βασικών επιλογών. Σε κάθε περίπτωση τα προγράμματα ανακύκλωσης επηρεάζονται σημαντικά από την αγορά δευτερογενών υλικών.

Στην ΕΕ, σε ότι αφορά τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασιών, οι βιομηχανικές και εμπορικές επιχειρήσεις που συμμετέχουν στην αλυσίδα της συσκευασίας, έχουν υποχρεωθεί να αναλάβουν ένα νέο ρόλο. Ουσιαστικά, οι παραγόμενες συσκευασίες γίνονται το κέντρο κοστολόγησης, βάσει του οποίου επιχειρείται η χρηματοδότηση της αξιοποίησης των απορριμμάτων συσκευασίας. Τέτοια συστήματα έχουν αναπτυχθεί στη Γερμανία (DSD), Γαλλία (ECO-EMBALLAGES), Αυστρία (ARA) και αλλού. Σε πανευρωπαϊκό επίπεδο τα συστήματα αυτά έχουν συνενωθεί και απονέμουν στα προϊόντα την πράσινη βούλα που υποδεικνύει την συμμετοχή της επιχείρησης σε συλλογικό σύστημα αξιοποίησης της συσκευασίας.

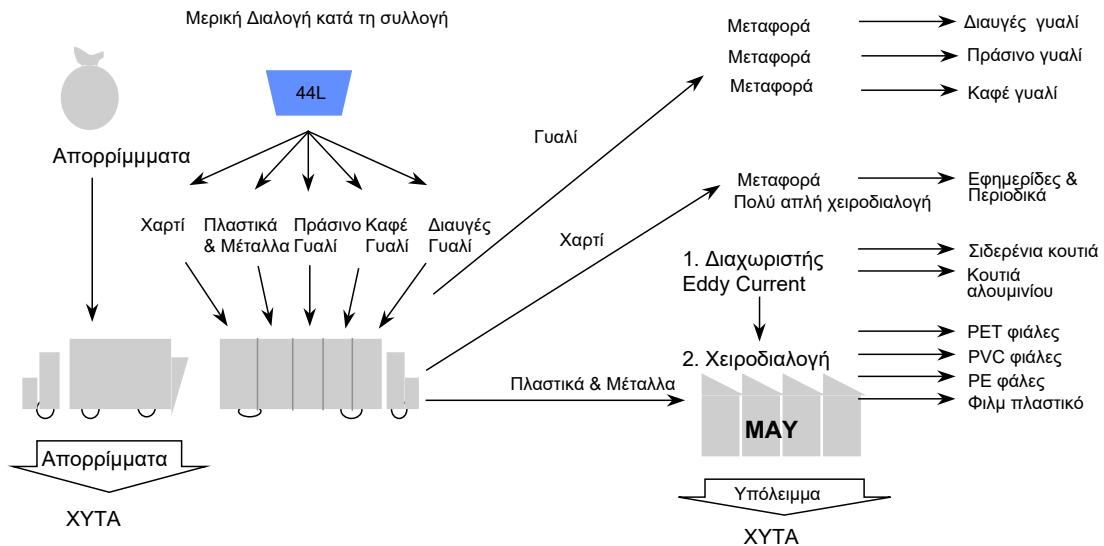
Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται τρία τέτοια προγράμματα που αναδεικνύουν την ποικιλία των εφαρμοζόμενων τεχνικών συλλογής και διαλογής (Βαρκελώνη – Ισπανία, Αντούρ – Ηνωμένο Βασίλειο και Δουνκέρκη – Γαλλία) [4].

Βαρκελώνη



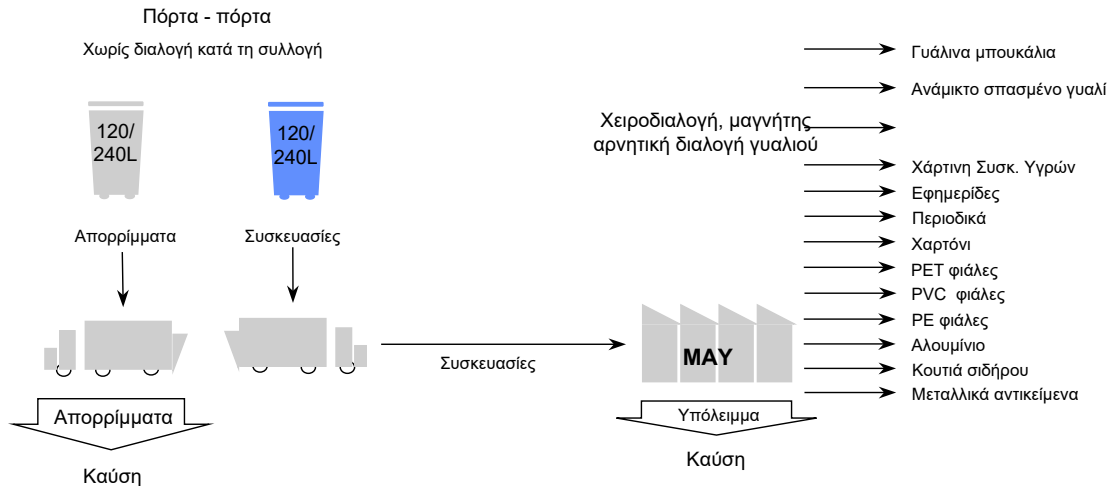
Σχήμα 2. Το πρόγραμμα ανακύκλωσης στη Βαρκελώνη

Αντουρ - Συλλογή πόρτα-πόρτα, μπλε κουτί



Σχήμα 3. Το πρόγραμμα ανακύκλωσης στο Άντουρ

Δουνκέρκη - Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης ΑΣΑ



Σχήμα 4 Το πρόγραμμα ανακύκλωσης στη Δουνκέρκη

2.1.4 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Υπάρχει η δυνατότητα ποσοτικοποίησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων όλων των υλικών συσκευασίας, είτε αυτά παράγονται από πρωτογενή προϊόντα είτε παράγονται από ανακυκλωμένη ύλη, με ανάλυση κύκλου ζωής.

Οι παράμετροι αξιολόγησης είναι :

- Ο όγκος αέρα που ρυπαίνεται στα μέγιστα επιτρεπόμενα νομοθετικά όρια (m^3/Kg υλικού συσκευασίας)
- Ο όγκος νερού που ρυπαίνεται ή μολύνεται στα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια (lt/Kg υλικού συσκευασίας)

- Ο όγκος υγειονομικής ταφής που καταλαμβάνουν τα προϊόντα ή παραπροϊόντα (cm³/Kg υλικού)
- Η κατανάλωση ενέργειας (MJ/Kg υλικού)

Συγκρίνοντας τις κρίσιμες επιβαρύνσεις της παραγωγής υλικών συσκευασίας με 0% έως και 100% ανακυκλωμένη πρώτη ύλη διαπιστώνεται το μέγεθος της περιβαλλοντικής αποτελεσματικότητας της ανακύκλωσης [5].

Πίνακας 1. Αλουμίνιο – Κρίσιμες επιβαρύνσεις ανά Kg προϊόντος

| | | Ποσοστό ανακύκλωσης | | Περιβαλλοντική απόδοση ανακύκλωσης |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|-------|------------------------------------|
| | | 0 % | 100 % | |
| Κατανάλωση ενέργειας | KJ * 10 ² | 1.750 | 1.250 | 28,6 % |
| Κρίσιμη ατμοσφαιρική επιβάρυνση | M ³ *10 ³ | 4.000 | 350 | 91,25 % |
| Κρίσιμη επιβάρυνση νερών | lt | 650 | 2 | 99,7 % |
| Όγκος υγειονομικής ταφής | cm ³ | 2.000 | 300 | 85 % |

Πίνακας 2. Γυαλί– Κρίσιμες επιβαρύνσεις ανά Kg προϊόντος

| | | Ποσοστό ανακύκλωσης | | | Περιβαλλοντική απόδοση ανακύκλωσης |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|------|-------|------------------------------------|
| | | 0 % | 50 % | 100 % | |
| Κατανάλωση ενέργειας | KJ * 10 ² | 90 | 75 | 60 | 33,3 % |
| Κρίσιμη ατμοσφαιρική επιβάρυνση | M ³ *10 ³ | 440 | 300 | 165 | 62,5 % |
| Κρίσιμη επιβάρυνση νερών | lt | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 26,7 % |
| Όγκος υγειονομικής ταφής | cm ³ | 460 | 240 | 24 | 94,8 % |

Πίνακας 3. Λευκοσίδηρος– Κρίσιμες επιβαρύνσεις ανά Kg προϊόντος

| | | Ποσοστό ανακύκλωσης | | | Περιβαλλοντική απόδοση ανακύκλωσης |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|------|-------|------------------------------------|
| | | 0 % | 50 % | 100 % | |
| Κατανάλωση ενέργειας | KJ * 10 ² | 330 | 260 | 200 | 39,4 % |
| Κρίσιμη ατμοσφαιρική επιβάρυνση | M ³ *10 ³ | 770 | 500 | 270 | 64,9 % |
| Κρίσιμη επιβάρυνση νερών | lt | 110 | 100 | 90 | 18,2% |
| Όγκος υγειονομικής ταφής | cm ³ | 750 | 450 | 140 | 81,3% |

Πίνακας 4. Χαρτί - Κρίσιμες επιβαρύνσεις ανά Kg προϊόντος

| | | Ποσοστό ανακύκλωσης | | Περιβαλλοντική απόδοση ανακύκλωσης |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|-------|------------------------------------|
| | | 0 % | 100 % | |
| Κατανάλωση ενέργειας | KJ * 10 ² | 400 | 200 | 50% |
| Κρίσιμη ατμοσφαιρική επιβάρυνση | M ³ *10 ³ | 600 | 300 | 50% |
| Κρίσιμη επιβάρυνση νερών | lt | 1.000 | 150 | 85% |
| Όγκος υγειονομικής ταφής | cm ³ | 400 | 250 | 37,5% |

Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει η σημαντική περιβαλλοντική απόδοση και τα θετικά αποτελέσματα της ανακύκλωσης ανά υλικό, ιδιαίτερα στις παρακάτω περιβαλλοντικές παραμέτρους :

- Η ανακύκλωση αλουμινίου ως προς την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας και των υδατικών πόρων
- Η ανακύκλωση γυαλιού και η ανακύκλωση λευκοσιδήρου ως προς την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας και τη διαχείριση στερεών αποβλήτων
- Η ανακύκλωση χαρτιού και χαρτονιού ως προς την επιβάρυνση υδατικών πόρων.

2.1.5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

Το πρόβλημα των οικονομικών των μεθόδων αξιοποίησης των αστικών στερεών αποβλήτων και συγκεκριμένα το πραγματικό κόστος της ανακύκλωσης δεν είναι γνωστό με επαρκή ακρίβεια. Ιδιαίτερα στην περίπτωση που επιχειρείται να εκφραστούν με οικονομικούς όρους τα άμεσα και έμμεσα περιβαλλοντικά οφέλη. Το γενικό συμπέρασμα που ισχύει στη διεθνή βιβλιογραφία είναι ότι η σε καθαρά οικονομικούς όρους η ανακύκλωση κοστίζει.

Εκτός από αναφορές για βιώσιμη ανακύκλωση αλουμινίου δεν αναφέρονται συστήματα ανακύκλωσης που να καλύπτουν το κόστος μεταφοράς και να είναι οικονομικά αποτελεσματικά.

Είναι γεγονός ότι ένα σύστημα διαχείρισης αποβλήτων και ειδικά απορριμμάτων όσο πιο φιλικό στο περιβάλλον και στο χρήστη είναι τόσο πιο μεγάλο κόστος έχει. Κυρίαρχο ρόλο στην οικονομική αποδοτικότητα ενός συστήματος ανακύκλωσης έχει το έμμεσο κέρδος που μπορεί να προκύψει για τον πολίτη – καταναλωτή από τη μείωση του κόστους συλλογής, μεταφοράς, επεξεργασίας και διάθεσης του μικτού ρεύματος των απορριμμάτων, λόγω της ανακύκλωσης. Η ελλιπής τιμολογιακή πολιτική στη διαχείριση στερεών αποβλήτων στη χώρα μας και η έλλειψη βασικών συμβατικών υποδομών μεταφόρτωσης και διάθεσης απομακρύνουν χρονικά αυτό το ενδεχόμενο [4, 5].

Η διαχείριση των ΑΣΑ χρηματοδοτείται με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους από τον κάτοικο ή/και καταναλωτή. Ακόμα και στη περίπτωση που το σύστημα ανακύκλωσης αναπτύσσεται και καλύπτεται οικονομικά από τους παραγωγούς το επιπλέον κόστος μετακυλύεται στους καταναλωτές. Επομένως το ζητούμενο είναι πώς θα επιτευχθεί το μεγαλύτερο όφελος με το μικρότερο κόστος. Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι απεικόνισης των οικονομικών αποτελεσμάτων ενός προγράμματος ανακύκλωσης γίνεται μέσω των εξής δεικτών:

- Κόστος ανά τόνο ανακτώμενου υλικού.
- Κόστος καταμερισμένο ανά υλικό στόχο του προγράμματος π.χ. ανά τόνο κουτιών αλουμινίου.

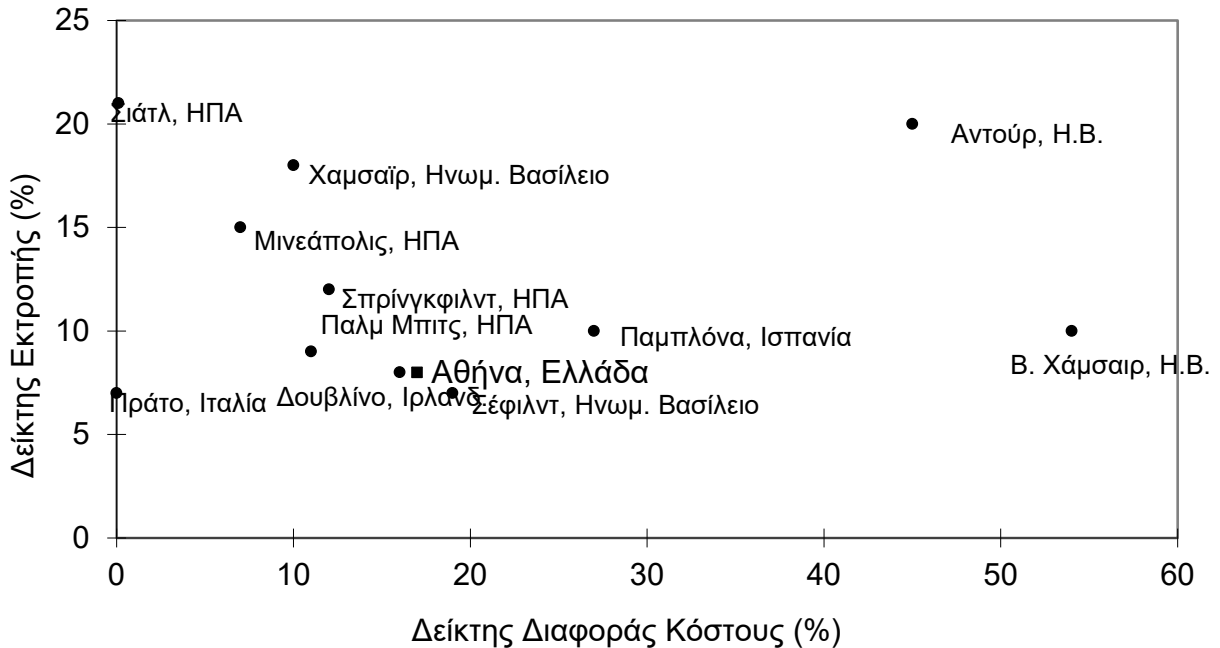
Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα μέσα κόστη επεξεργασίας ανά υλικό σε ΚΔΑΥ των ΗΠΑ.

Πίνακας 5. Μέσο κόστος επεξεργασίας στις ΗΠΑ

| Υλικό | Κόστος επεξεργασίας (USD/τόνο) |
|---------------------|---------------------------------------|
| Ανάμικτο χαρτί | 37 |
| Κυματοειδές χαρτόνι | 43 |
| Κουτιά αλουμινίου | 143 |
| Κουτιά σιδήρου | 68 |
| Γυαλί | 50 |
| Πλαστικά | 185 |

- Κόστος ανά δραστηριότητα του συστήματος διαχείρισης των ΑΣΑ. Στις ΗΠΑ αναφέρεται αντίστοιχο μέσο κόστος επεξεργασίας ενιαίου ρεύματος απορριμμάτων συσκευασίας 83 USD/τόνο.
- Τέλος, υπάρχει και ο σχετικός δείκτης διαφοράς κόστους ο οποίος επιτρέπει τη συγκριτική αξιολόγηση προγραμμάτων. Ο δείκτης αυτός εκφράζει την οικονομική επιβάρυνση που επιφέρει στο συνολικό σύστημα διαχείρισης των απορριμμάτων η λειτουργία του προγράμματος ανακύκλωσης [6].

Στο ακόλουθο σχήμα, παρουσιάζεται η σχέση κόστους-οφέλους σε προγράμματα ανακύκλωσης μέσω του εν λόγω δείκτη και του δείκτη εκτροπής.



Σχήμα 5. Διάγραμμα κόστους – εκτροπής σε προγράμματα ανακύκλωσης

2.2 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΑΛΟΓΗ

Η μηχανική διαλογή αποτελεί μία μέθοδο κατά την οποία τα στερεά απόβλητα διαχωρίζονται κατ' είδος με μία σειρά φυσικών (μηχανικών) διεργασιών. Η μηχανική διαλογή αποτελεί συνήθη επεξεργασία στις ανεπτυγμένες βιομηχανικά χώρες και συνδυάζεται με όλα τα είδη επεξεργασίας στερεών αποβλήτων αποτελώντας ουσιαστικά την προεπεξεργασία τους. Βασικός στόχος της μηχανικής διαλογής είναι να ανακτηθούν από το ρεύμα των αποβλήτων τα υλικά αυτά που μπορούν να επαναξιοποιηθούν με βιώσιμες τεχνικές και να μην καταλήξουν στις μονάδες τελικής διάθεσης. Η μηχανική διαλογή αποτελεί ουσιαστικά τεχνολογία ανακύκλωσης είτε εφαρμόζεται στο μικρό ρεύμα στερεών αποβλήτων ή στο ρεύμα ανακυκλώσιμων.

Βασικός παράγοντας κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία συστημάτων μηχανικής διαλογής αποτελεί η ποιότητα και η προέλευση των απορριμμάτων, καθώς και οι κύκλοι συμπίεσης και ανάδευσης. Είναι κατανοητό ότι μετά από συστήματα μεταφόρτωσης και συμπίεσης των απορριμμάτων η διαδικασία της διαλογής είναι συνήθως αναποτελεσματική και χρονοβόρα, με υψηλότατο κόστος διαχωρισμού και αμφίβολα αποτελέσματα [7, 8, 9].

2.2.1 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΑΛΟΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Σκοπός της Μηχανικής Διαλογής είναι ο διαχωρισμός των υλικών από το μείγμα των απορριμμάτων με μηχανικά μέσα. Ο διαχωρισμός γίνεται είτε σε υγρή, είτε σε ξηρή κατάσταση. Η ξηρή επεξεργασία είναι η πλέον διαδεδομένη. Οι βασικοί παράμετροι που εξετάζονται στη μηχανική διαλογή είναι:

- α) το ποσοστό ανάκτησης, δηλαδή το ποσοστό των αξιοποιήσιμων υλικών επί του συνολικού προς επεξεργασία ρεύματος στερεών αποβλήτων, και
- β) η ποιότητα των ανακτώμενων υλικών.

Τα στάδια της μηχανικής διαλογής είναι συνήθως ο τεμαχισμός, το κοσκίνισμα, ο διαχωρισμός και η συμπίεση. Τα τέσσερα παραπάνω στάδια υπάρχουν σε όλους τους συνδυασμούς των εγκαταστάσεων ανάκτησης υλικών. Κατά τη μηχανική διαλογή τα απορρίμματα διαχωρίζονται κατά είδος με μια σειρά μηχανικών και φυσικών μεθόδων.

Παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις των συστημάτων μηχανικής διαλογής, ιδιαίτερα στις χώρες της Δυτικής Ευρώπης. Έτσι υπάρχουν οι απλές γραμμές μηχανικής διαλογής όπου το μικτό κλάσμα των απορριμμάτων μπορεί να χωρισθεί σε καύσιμο (ελαφρύ κλάσμα) και σε οργανικό (βαρύ) κλάσμα μετά από διεργασίες τεμαχισμού και διαχωρισμού (βαρυτικού, κόσκινα, δονητικές ταινίες κτλ). Υπάρχουν παράλληλα και τεχνολογίες οι οποίες

χρησιμοποιούνται ως προεπεξεργασία σε θερμικές μεθόδους ή σε διεργασίες αναερόβιας σταθεροποίησης όπου επιτυγχάνεται ανάκτηση πρωτογενών υλικών (χαρτί, χαρτόνι, πλαστικό, γυαλί, σιδηρούχα, αλουμίνιο) με μικρότερη βέβαια αποτελεσματικότητα και με μεγαλύτερο κόστος. Οι τελευταίες αποτελούν πρόσφατες τεχνολογικές εφαρμογές σε Ολλανδία, Βέλγιο, Γερμανία, Σκανδιναβικές χώρες.

Οι κυριότερες δόκιμες τεχνικές που εφαρμόζονται για το μηχανικό διαχωρισμό και την ανάκτηση χρήσιμων συστατικών των απορριμμάτων είναι οι τεχνικές διάνοιξης σάκων, διαχωρισμού βάση μεγέθους, μείωσης του μεγέθους, αεροδιαχωρισμού, βαλλιστικού διαχωρισμού, μαγνητικού διαχωρισμού και επαγωγικών ρευμάτων.

Παρότι η μηχανική διαλογή αποτελεί βασικό συστατικό σε όλες τις προτεινόμενες για την Ελλάδα μεγάλης κλίμακας επενδύσεις απορριμμάτων, δεν έχει διευκρινιστεί ποια προϊόντα θα προκύπτουν και ποια είναι η ζήτηση της αγοράς για αυτά τα προϊόντα. Για να είμαστε περισσότερο ακριβής πρέπει να τονίσουμε ότι η μηχανική διαλογή αποτελεί προεπεξεργασία που δημιουργεί πρώτη ύλη για άλλες μονάδες επεξεργασίας απορριμμάτων, σπάνια δε καταλήγει σε πρωτογενή υλικά. Η εξασφάλιση δε αγορών για τα ανακτώμενα υλικά είναι πρωταρχικής σημασίας για την επιτυχία και βιωσιμότητα της μεθόδου.

Στην Ελλάδα έχει κατασκευαστεί μονάδα μηχανικής διαλογής και αερόβιας κομποστοποίησης στα Α. Λιόσια η οποία δεν λειτουργεί. Η βασική τεχνολογική εφαρμογή όπου χρησιμοποιείται ή προτείνεται η Μηχανική διαλογή είναι αυτή που καταλήγει σε παραγωγή RDF και Compost [7, 8].

2.2.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ RDF

Το RDF (Refuse Derived Fuel) αποτελεί βασικό προϊόν ανάκτησης πολλών μονάδων μηχανικής διαλογής απορριμμάτων. Μετά την πρώτη επεξεργασία των απορριμμάτων διαχωρίζεται το ελαφρύ – καύσιμο κλάσμα αυτών με επεξεργασία του οποίου υπάρχει δυνατότητα να παραχθεί RDF χύμα, σε σφαιρίδια (pellets) και πλίνθους (Brikettes). Το χύμα RDF μπορεί να διατεθεί είτε με την υπάρχουσα υγρασία του είτε αφού προηγουμένως ξηραθεί.

Η υγρασία του RDF μπορεί να συγκριθεί με αυτή του άνθρακα. Η περιεκτικότητα σε υδρογόνο είναι σχεδόν ίδια για όλα τα καύσιμα, ενώ το οξυγόνο και άζωτο του RDF είναι ίδιο με της τύρφης και του λιγνίτη. Το ποσοστό θείου στο RDF είναι μικρότερο από άλλα καύσιμα, ενώ περιέχει μεγαλύτερες ποσότητες, χλωρίου από το κάρβουνο και μολύβδου χαλκού από τα άλλα καύσιμα.

Τα πλεονεκτήματα του RDF είναι η αρκετά υψηλή και ομοιόμορφη θερμογόνο δύναμη, η χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό, η χαμηλή περιεκτικότητα σε αδρανή υλικά (άρα χαμηλή περιεκτικότητα σε στάχτη), η χαμηλή περιεκτικότητα σε βλαβερές ουσίες, η ομογενοποιημένη σύνθεση, μέγεθος τεμαχίων και κατανομή, η ικανότητα αποθήκευσης του για αρκετούς μήνες χωρίς βιολογική αποικοδόμηση και αλλαγή της δομής του, η δυνατότητα μεταφοράς του και η δυνατότητα καύσης του σε υπάρχοντα συστήματα καύσης [9].

2.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα οργανικά απόβλητα αποτελούν σημαντικές ποσότητες στον όγκο των αστικών στερεών αποβλήτων που συγκεντρώνονται στα σημεία συλλογής απορριμμάτων. Ο διαχωρισμός τους και η διαχείριση τους μπορεί να επιφέρει σημαντικά οφέλη όπως την παραγωγή λιπάσματος, την παραγωγή μεθανίου αλλά και την εξάλειψη της δυσοσμίας από τα σημεία συλλογής απορριμμάτων.

2.3.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ

Η επεξεργασία του οργανικού κλάσματος αποκτά με την πάροδο του χρόνου μία σημαντική θέση ανάμεσα στις τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί ή αναπτύσσονται για την επεξεργασία και διάθεση των στερεών αποβλήτων. Η συνεχώς αυξανόμενη παραγωγή των στερεών αποβλήτων σε συνάρτηση με το γεγονός ότι το οργανικό κλάσμα πλέον θεωρείται ανακυκλώσιμο υλικό, το οποίο μπορεί να είναι χρήσιμο μετά την επεξεργασία του, έχει δώσει μία

νέα δυναμική ανάπτυξης στο τομέα της επεξεργασίας του οργανικού κλάσματος. Υπάρχουν δύο είδη βιολογικής επεξεργασίας:

- Αερόβια βιοαποικοδόμηση (composting-χουμοποίηση-κομποστοποίηση), που συνίσταται στην αποδόμηση της οργανικής ύλης με την επίδραση μικροοργανισμών παρουσία οξυγόνου.
- Αναερόβια ζύμωση (με παραγωγή μεθανίου), που είναι η βιολογική επεξεργασία της οργανικής ύλης από μικροοργανισμούς απουσία οξυγόνου και έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή βιοαερίου (αέριο μείγμα που αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα).

Σε πολλές χώρες έχει γίνει πλέον αντιληπτό ότι η σύνθεση των στερεών αποβλήτων δεν βοηθάει στην επεξεργασία του οργανικού κλάσματος αν δεν έχει προηγηθεί διαλογή για την απομάκρυνση των βαρέων μετάλλων που περιέχονται στα απόβλητα. Η βελτίωση της ποιότητας μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ξεχωριστής συλλογής των αποβλήτων. Για το λόγο αυτό η προσαρμογή του ξεχωριστού συστήματος συλλογής θεωρείται αναγκαία για την επιτυχία της εφαρμογής μεθόδων επεξεργασίας οργανικού κλάσματος.

Βασικός παράγοντας στην βιωσιμότητα μιας μονάδας ανακύκλωσης οργανικού κλάσματος απορριμμάτων είναι ο εντοπισμός πελατών και η εξασφάλιση αγοράς για το compost. Τα πεδία εφαρμογής περιλαμβάνουν αμπελουργία, γεωργία, φυτώρια, κηπουρική, καλλιέργειες μανιταριών κλπ. Χωρίς οικονομικά αποτελέσματα εφαρμογές είναι οι αναδασώσεις, η παραγωγή υλικού επικάλυψης για ΧΥΤΑ και οι αποκαταστάσεις τοπίου και λατομείων. Η ποιότητα του compost εξαρτάται από δύο παράγοντες:

1. Από την αποτελεσματικότητα της μηχανικής διαλογής ή της διαλογής στην πηγή που είναι απαραίτητες για την επεξεργασία του οργανικού κλάσματος.
2. Από το είδος της επεξεργασίας του οργανικού κλάσματος.

Τα πιο συνηθισμένα προβλήματα είναι το πρόβλημα δυσσομίας, η υψηλή περιεκτικότητα σε πλαστικό ή μέταλλα και η παρουσία ισχυρών ρυπαντών (πχ. βαρέα μέταλλα, μπαταρίες, κλπ.). Για το λόγο αυτό στο ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο προβλέπεται η χρήση compost στη γεωργία, κηπουρική ακόμα και δασική χρήση μόνο όταν αυτό προέρχεται από χωριστή συλλογή στην πηγή. Το γεγονός αυτό δημιουργεί σημαντική αδυναμία προώθησης εδαφοβελτιωτικών που προέρχονται από μηχανική διαλογή μικτού κλάσματος στερεών αποβλήτων, ανεξάρτητα του συστήματος κομποστοποίησης που θα επιλεγεί. Στο ελληνικό θεσμικό πλαίσιο υπάρχουν προδιαγραφές χρήσης compost στη γεωργία [7, 8, 9].

2.3.2 ΑΕΡΟΒΙΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ /ΒΙΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Η αερόβια κομποστοποίηση είναι η βιολογική αποικοδόμηση και σταθεροποίηση του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων (ζυμώσιμα) σε συνθήκες που επιτρέπουν την ανάπτυξη θερμοκρασιών στη θερμοφιλική περιοχή (50-600 C). Η ανάπτυξη των θερμοκρασιών αυτών διασφαλίζεται από βιολογικές εξώθερμες διεργασίες ενώ απαιτούνται ειδικές συνθήκες υγρασίας και αερισμού.

Το προϊόν της διεργασίας ονομάζεται compost, είναι μίγμα οργανικής ουσίας, θρεπτικών υλικών για τα φυτά (π.χ. άζωτο, φώσφορος, κάλιο) και ιχνοστοιχείων και έχει εξαιρετικές εδαφοβελτιωτικές ιδιότητες. Πρώτες ύλες για βιοσταθεροποίηση είναι κάθε είδους οργανικά απορρίμματα και απόβλητα, όπως γεωργικά υπόλοιπα, κτηνοτροφικά και πτηνοτροφικά απόβλητα, αλλά και τα αστικά οργανικά απορρίμματα, καθώς και οι ιλύες αστικών αποβλήτων. Η φυσική διεργασία της βιολογικής αποικοδόμησης μπορεί να επιταχυνθεί, εάν συλλέξουμε το οργανικό υλικό και δημιουργήσουμε με αυτό σωρούς, ή εάν τα υλικά τοποθετηθούν σε κλειστούς ελεγχόμενους αντιδραστήρες, όπου θα γίνει η πρώτη φάση της εντατικής ζύμωσης, από την οποία προκύπτει το compost.

Διακρίνονται τρεις βασικοί

Σε μια διαδικασία βιοσταθεροποίησης απαιτείται διαχωρισμός των οργανικών υλικών είτε με διαλογή στην πηγή και χωριστή συλλογή είτε με κάποια μέθοδο μηχανικής διαλογής. Για το λόγο αυτό στην περίπτωση μικτού κλάσματος (ενιαία συλλογή) απαιτείται συνδυασμός με μηχανική διαλογή και συνήθως παραγωγή RDF. Όπου γίνεται διαλογή στην πηγή, ή όπου βιοσταθεροποιούνται μόνο γεωργικά/φυτικά και κτηνοτροφικά απορρίμματα, και η βιοσταθεροποίηση διενεργείται σε μικρότερης κλίμακας μονάδες συνήθως παράγεται άριστο προϊόν με πολύ καλές αποδόσεις π.χ. σε καλλιέργειες θερμοκηπίου. Στις περιπτώσεις κομποστοποίησης προϊόντος μηχανικής διαλογής το προϊόν ικανοποιεί τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για εκτροφή βιοαποδομήσιμων υλικών από την ταφή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό κάλυψης ΧΥΤΑ ή χώρων τραυματισμένου αναγλύφου (αποκαταστάσεις λατομείων).

Οικονομικά στοιχεία από την κατασκευή μονάδων μεσαίου μεγέθους στην Ελλάδα δεν υπάρχουν. Η μόνη διαθέσιμη αναφορά αφορά την μονάδα μηχανικής διαλογής και αερόβιας κομποστοποίησης στα Α. Λιόσια όπου εμφανίζεται κόστος επένδυσης 76 εκατομμύρια ευρώ για δυναμικότητα επεξεργασίας 450 τόνων ετησίως.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μονάδων αφορούν κύρια στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου από την αερόβια αποικοδόμηση (η απουσία μεθανίου θεωρείται δεδομένη λόγω περίσσειας αέρα), στην δημιουργία οσμών από τη διεργασία και στην κατανάλωση ενέργειας για την ανάδευση των υλικών.

Η κύρια σκοπιμότητα παραγωγής compost είναι αφενός η μείωση του όγκου των προς διάθεση απορριμμάτων, που επιτυγχάνεται μέσω της αξιοποίησης του οργανικού κλάσματος και αφετέρου η παραγωγή οργανοχουμικού εδαφοβελτιωτικού. Στην Ελλάδα μπορεί να λειτουργήσει ευεργετικά βελτιώνοντας την σύσταση εδαφών με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Λαμβάνοντας υπόψη την αδυναμία διάθεσης υλικού από μικτή συλλογή στη γεωργία απαιτείται να βρεθεί λύση για την κάλυψη του κόστους επεξεργασίας και μεταφοράς στην τελική χρήση εφόσον το προϊόν δεν έχει αγοραστική αξία [8, 9, 10].

2.3.3 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Η αναερόβια μέθοδος (δηλαδή με απουσία οξυγόνου) είναι η επεξεργασία του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων, σε ειδικά μελετημένους αντιδραστήρες, από την οποία παράγονται δύο προϊόντα: βιοαέριο πλούσιο σε ενεργειακό περιεχόμενο και στερεό υπόλειμμα που οδηγείται για αερόβια επεξεργασία. Κατά τη διάρκεια της αναερόβιας ζύμωσης η αποσύνθεση των οργανικών ουσιών πραγματοποιείται με απόλυτη έλλειψη οξυγόνου, μέσα σε κλειστό βιοαντιδραστήρα. Η διαδικασία αναερόβιας ζύμωσης χωρίζεται σε δύο βασικές φάσεις.

Η πρώτη φάση είναι η διαδικασία υδρόλυσης, όπου αναερόβιοι μικροοργανισμοί ξεκινούν την υδρόλυση και αποσύνθεση των διασπώμενων οργανικών ουσιών. Σύνθετες οργανικές ενώσεις διασπώνται, σχηματίζοντας οργανικά οξέα, CO₂, αλκοόλες και μικρές συγκεντρώσεις υδρόθειου. Διαλυμένο οξυγόνο καταναλώνεται από τα βακτήρια, νιτρικά και θειούχα μειώνονται ως αποτέλεσμα των μεταβολικών δραστηριοτήτων των βακτηρίων, ενώ η τιμή του pH ελαττώνεται. Η δεύτερη φάση είναι διαδικασία αυστηρά αναερόβια, κατά την οποία τα αναερόβια μεθανοβακτήρια διασπούν τα προϊόντα του μεταβολισμού της πρώτης φάσης. Τα τελικά προϊόντα της φάσης αυτής είναι αέριο μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα και άλατα.

Μονάδες αναερόβιας ζύμωσης μπορούν να σχεδιαστούν είτε σαν απλοί βιοαντιδραστήρες ενός σταδίου, όπου και οι δύο φάσεις της ζύμωσης πραγματοποιούνται σε έναν αντιδραστήρα, ή σαν χωνευτήρες δύο σταδίων, όπου η προ-οξείδωση και η παραγωγή μεθανίου πραγματοποιούνται σε δύο ξεχωριστές δεξαμενές.

Η μέση τιμή ενεργειακού περιεχομένου του βιοαερίου είναι 6-7 Kwh/m³. Σε μεγάλες μονάδες επεξεργασίας το βιοαέριο χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε κατάλληλες γεννήτριες συμπαραγωγής παράγοντας ηλεκτρική και θερμική ενέργεια. Η παραγόμενη θερμική ενέργεια χρησιμοποιείται μερικώς για την προ-θέρμανση οργανικού κλάσματος των αποβλήτων και, επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση - κλιματισμό χώρων της μονάδας.

Διακρίνονται δύο κατηγορίες αναερόβιας χώνευσης, χαμηλής συγκέντρωσης σε στερεά (low solids) (4 - 8%) και υψηλής συγκέντρωσης σε στερεά (high-solids) (22% ή περισσότερο). Η μέθοδος αυτή, δοκιμασμένη σε διάφορες παραλλαγές της στο εξωτερικό, ενδείκνυται για την συνεπεξεργασία με το οργανικό κλάσμα των οικιακών απορριμμάτων και γεωργικών και

κτηνοτροφικών απορριμμάτων (στο αερόβιο και στο αναερόβιο μέρος της αντίστοιχα) καθώς επίσης και λάσπης βιολογικών καθαρισμών.

Τα βασικά πλεονεκτήματα της αναερόβιας ζύμωσης είναι η παραγωγή βιοαερίου (ΑΠΕ), η μηδενική εκπομπή αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, ο υψηλός βαθμός αυτοματοποίησης, η μη εκπομπή δυσάρεστων οσμών, οι χαμηλές απαιτήσεις σε χώρο εγκαταστάσεων και η αδρανοποίηση βαρέων μετάλλων και απομάκρυνση με την κατακρήμνισή του στον χωνευτήρα.

Τα βασικά μειονεκτήματα της αναερόβιας ζυμώσεως είναι η ανάγκη σε νερό για την αραίωση, η διατήρηση του όγκου του αρχικού υλικού, η δυσκολία στην επεξεργασία υλικών φυτικής προέλευσης. Εμπειρία σε αντίστοιχες μονάδες υπάρχει στις μονάδες αναερόβιας επεξεργασίας ιλύος σε μεγάλες ΕΕΛ στην Ελλάδα. Και στην περίπτωσης αναερόβιας χώνευσης απαιτείται στις περισσότερες περιπτώσεις μηχανική διαλογή για τη βελτίωση της ποιότητας και τη διάθεση του παραγόμενου οργανοχουμικού εδαφοβελτιωτικού. Η αδυναμία πλήρους μηχανικής διαλογής μειώνει την ποιότητα του τελικού προϊόντος που έχει πολύ μεγαλύτερες προσμίξεις [10, 11].

2.3.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ

Τα πλεονεκτήματα της αναερόβιας επεξεργασίας είναι η ελαχιστοποίηση των οσμών από τη διαδικασία παραγωγής εδαφοβελτιωτικού, η μείωση της διάρκειας ωρίμανσης, η μικρότερη απαίτηση σε χώρο εγκαταστάσεων, ο καλύτερος έλεγχος της διαδικασίας αποικοδόμησης του οργανικού, η μικρότερη απαίτηση σε ενεργειακή κατανάλωση, η απομάκρυνση μέρους των βαρέων μετάλλων κατά την προοξειδωση του οργανικού των απορριμμάτων και κύρια η παραγωγή βιοαερίου (ΑΠΕ) που βελτιώνει τη βιωσιμότητα ης διεργασίας ακόμα και χωρίς πώληση του προϊόντος.

Πλεονεκτήματα της αερόβιας διεργασίας είναι ο μικρός και απλός εξοπλισμός, το χαμηλότερο επενδυτικό κόστος, η μικρή έκλυση αερίων του θερμοκηπίου και η ελάττωση του τελικού όγκου των αποβλήτων.

2.4 ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η «βιομηχανία» διαχείρισης και διάθεσης στερεών αποβλήτων στην Ευρώπη συνεχώς αναπτύσσεται οδηγούμενη από την ανάγκη υιοθέτησης του νέου θεσμικού πλαισίου της Ε.Ε. που προάγει την ανακύκλωση και την ανάπτυξη βιώσιμων τεχνολογιών επεξεργασίας ενώ συνεχώς απομακρύνεται από την μέθοδο της υγειονομικής ταφής. Η όλη εξέλιξη ενισχύεται και από την προσπάθεια προώθησης ΑΠΕ, εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Κρίσιμο σημείο για την προώθηση των «θερμικών» τεχνολογιών είναι η εξέλιξη των τεχνολογιών και η μετάβαση σε πιο σύγχρονες τεχνικές με έμφαση στη δημιουργία λιγότερων υπολειμμάτων (αιωρούμενη τέφρα, εκπομπές αερίων κλπ.).

Τρεις είναι οι βασικές θερμικές επεξεργασίες: η αποτέφρωση (incineration), η αεριοποίηση (gasification) και η πυρόλυση (pyrolysis). Οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στη βάση των απαιτήσεων τους σε αέρα, με τον ακόλουθο τρόπο:

- Η αποτέφρωση μπορεί να γίνει είτε με την απαιτούμενη στοιχειομετρική αναλογία αέρα είτε με περίσσια αέρα.
- Η βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή της πυρόλυσης, είναι η απουσία οξυγόνου για να επιτευχθεί ο θερμικός διαχωρισμός του μεικτού κλάσματος αποβλήτων.
- Η εφαρμογή της αεριοποίησης είναι μια πολύπλοκη διαδικασία και προϋποθέτει στοιχειακή ισορροπία ανάμεσα στον μοριακό τύπο της τροφοδοσίας και του αέρα για την επίτευξη ατελούς καύσης.

Και οι τρεις μέθοδοι μπορούν να συνδυαστούν με την ανακύκλωση με διαλογή στην πηγή όπως και με συστήματα μηχανικής διαλογής. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται και άλλες πιλοτικές μέθοδοι με περιορισμένη εφαρμογή οι οποίες λειτουργούν σε υψηλή θερμοκρασία και παράγουν καύσιμα προϊόντα (τεχνολογία πλάσματος, Thermoselect, κλπ.). Οι μέθοδοι αυτές δεν αναλύονται στη συνέχεια λόγω της μικρής εμπειρίας που υπάρχει και των ασταθών αποτελεσμάτων τους [7, 8, 9].

2.4.1 ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

Σήμερα υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι εγκαταστάσεων αποτέφρωσης, στις οποίες καίγεται ένα ευρύ φάσμα αποβλήτων, ώστε είναι αδύνατο να εντοπισθούν και να αξιολογηθούν όλοι. Επιπλέον, η διαχείριση αποβλήτων με ανάκτηση ενέργειας διέρχεται περίοδο ταχείας ανάπτυξης, νέοι αποτεφρωτήρες κατασκευάζονται, ενώ παλαιότερες εγκαταστάσεις εκσυγχρονίζονται ή κλείνουν.

Με την αποτέφρωση επιτυγχάνεται ελάττωση του όγκου των απορριμμάτων και εκμετάλλευση της ενσωματωμένης ενέργειας στα απόβλητα με τη μετατροπή της σε θερμική ή ηλεκτρική ενέργεια. για διάφορους σκοπούς, π.χ. θέρμανση, παραγωγή ατμού, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Μία βασική παράμετρος στην αποτέφρωση είναι η θερμοκρασία ανάφλεξης που για τα απορρίμματα, συνήθως, κυμαίνεται γύρω στους 400οC. Βασική παράμετρος επίσης είναι η εξασφάλιση ροής περίσσειας αέρα, η απαγωγή των απαερίων διατηρώντας συνθήκες πλήρους ανάμιξης και η απομάκρυνση της τέφρας πυθμένα χωρίς διακοπή της διεργασίας και μηχανικά προβλήματα.

Την τελευταία περίοδο παρατηρείται σημαντική βελτίωση στην αναλογία κόστους οφέλους των εγκαταστάσεων αντιρύπανσης με συνδυασμό τεχνικών παρεμβάσεων στον θάλαμο καύσης (θερμοκρασιακό προφίλ). Πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι τμήμα των αποβλήτων ενός αποτεφρωτήρα ανήκουν στην κατηγορία των επικίνδυνων αποβλήτων και πρέπει να συνοδεύεται από κατάλληλο ΧΥΤΑ [7, 9, 10].

2.4.2 ΠΥΡΟΛΥΣΗ

Η πυρόλυση είναι θερμική διεργασία, μέσω της οποίας διασπώνται τα οργανικά υλικά των απορριμμάτων σε θερμοκρασίες μεταξύ των 400°C και 800°C, είτε κάτω από συνθήκες πλήρους απουσίας οξυγόνου, είτε κάτω από συνθήκες περιορισμένης παροχής οξυγόνου, έτσι ώστε να μην υπάρξει αεριοποίηση των απορριμμάτων σε αισθητά επίπεδα. Η πυρόλυση μπορεί να διαχωριστεί σε αργή πυρόλυση (αργές αντιδράσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες) και γρήγορη πυρόλυση (μεγιστοποίηση των αέριων ή των υγρών προϊόντων που χρειάζονται δύλιση για να χρησιμοποιηθούν σαν συνθετικά καύσιμα).

Η βασική διαφορά με την αεριοποίηση είναι ότι η πυρόλυση χρησιμοποιεί μια εξωτερική πηγή θερμότητας για να ενεργοποιήσει τις ενδόθερμες αντιδράσεις θερμικής διάσπασης των στερεών αποβλήτων, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου ενώ η αεριοποίηση είναι αυτοσυντηρούμενη (χωρίς εξωτερική πηγή ενέργειας μετά το στάδιο της ανάφλεξης) και χρησιμοποιεί στοιχειομετρική αναλογία οξυγόνου για να επιτύχει ατελή καύση των στερεών αποβλήτων. Οι μονάδες πυρόλυσης και αεριοποίησης αποτελούν το 5 έως 10% της παγκόσμιας αγοράς στις τεχνολογίες θερμικής επεξεργασίας στερεών αποβλήτων εις βάρος των μονάδων αποτέφρωσης.

Η εμπειρία από τη λειτουργία μεγάλων μονάδων πυρόλυσης στις ΗΠΑ, αποδεικνύει ότι τα προβλήματα που συναντώνται είναι κυρίως η δυσκολία στην απομάκρυνση μετάλλων και γυαλιού και η δυσκολία να επιτευχθούν προδιαγραφές εμπορικού καυσίμου για τα παραγόμενα υγρά απόβλητα. Παρόλα αυτά, αυτή την περίοδο η πυρόλυση μελετάται με ιδιαίτερη προσοχή διεθνώς και επιδιώκεται η μετατροπή της σε τεχνολογία μεγάλης κλίμακας. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην τεχνολογία της θερμόλυσης.

Οι περιβαλλοντικές παράμετροι παίζουν ιδιαίτερα σοβαρό ρόλο στην επιλογή και εφαρμογή της μεθόδου της πυρόλυσης. Βασικοί στόχοι για την εφαρμογή είναι η μείωση των εκπομπών στην ατμόσφαιρα, η επεξεργασία της τέφρας κατά την διάρκεια της διεργασίας και η ελαχιστοποίηση της ποσότητας των υπολειμμάτων που οδηγούνται σε ΧΥΤΑ. Τα πλεονεκτήματα της πυρόλυσης, σε σύγκριση με την αποτέφρωση, είναι η αξιοποίηση μεγαλύτερου μέρους των απορριμμάτων, οι σημαντικά μειωμένες εκπομπές αέριων ρύπων και η μεγαλύτερη προσαρμοστικότητά της σε αυξομειώσεις της ποσότητας των απορριμμάτων [9, 12].

2.4.3 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ

Η αεριοποίηση είναι μια διαδικασία ατελούς καύσης στην οποία τα στερεά απόβλητα καίγονται με λιγότερο από το απαιτούμενο στοιχειομετρικά οξυγόνο. Χρειάζονται σχετικά υψηλές θερμοκρασίες κατά την διάρκεια της διαδικασίας από 900-1100°C. Η εφαρμογή της στα στερεά απόβλητα είναι σχετικά πρόσφατη.

Τα τελικά προϊόντα της αεριοποίησης είναι:

- Μείγμα αερίων με υψηλή περιεκτικότητα σε CO, υδρογόνο και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως CH₄) το οποίο χρησιμοποιείται ως καύσιμο. Το αέριο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης, σε λέβητες θέρμανσης κλπ.
- Υπόλειμμα αποτελούμενο από στερεά, άνθρακα και αδρανή υλικά.
- Υγρό υπόλειμμα υψηλής συμπυκνώσεως το οποίο παρουσιάζει παρόμοια χαρακτηριστικά με το προϊόν της πυρόλυσης.

Οι εγκαταστάσεις αεριοποίησης μπορούν να λειτουργήσουν είτε με τροφοδοσία αέρα, είτε με τροφοδοσία καθαρού οξυγόνου. Βασικοί τύποι εγκαταστάσεων αεριοποίησης είναι κάθετης κλίνης, οριζόντιας κλίνης, ρευστοποιημένης κλίνης, περιστρεφόμενου κλιβάνου και πολλαπλών εστιών. Μειονέκτημά της είναι η ανάγκη ομογενοποίησης του προς επεξεργασία υλικού (για παράδειγμα η αεριοποίηση λειτουργεί καλύτερα με RDF, δηλαδή με το καύσιμο κλάσμα των απορριμμάτων που έχει προκύψει από μονάδα μηχανικού διαχωρισμού). Ωστόσο, μπορεί κάλλιστα να αποτελεί τμήμα ενός συνολικού συστήματος επεξεργασίας και διαχείρισης απορριμμάτων.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κατασκευή και λειτουργία μίας μονάδας αεριοποίησης εντοπίζονται στην παραγωγή αερίων, υγρών και στερεών ρύπων, οι οποίες βέβαια σε σχέση με την αποτέφρωση είναι σαφώς μικρότερης κλίμακας. Πρόκειται για ραγδαία αναπτυσσόμενη τεχνολογία, με πολλά πλεονεκτήματα αλλά και σοβαρές δυνατότητες βελτίωσης, που επιτυγχάνουν δραστική μείωση του όγκου των προς ταφή απορριμμάτων και παραγωγή

αξιοποιήσιμων παραπροϊόντων, κρίνεται σκόπιμο να υπάρχει αποδεδειγμένη θετική εμπειρία από λειτουργία τέτοιων μονάδων [9, 12].

2.4.4 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Η εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου σε επίπεδο ΕΕ, το υψηλό προστιθέμενο κόστος των μονάδων μηχανικής διαλογής και η αδυναμία προώθησης των δευτερογενών προϊόντων στην αγορά (RDF – compost), ενισχύουν την τάση για περισσότερες και καλύτερες μονάδες θερμικής επεξεργασίας.

Ενισχυτικά σε αυτή την κατεύθυνση, λειτουργεί η τεχνολογική εξέλιξη στην αντιρρυπαντική τεχνολογία και στην τεχνολογία θερμικής κατεργασίας που συμβάλουν στη μείωση έως εξάλειψη των αέριων ρύπων, καθώς και η πολιτική και κοινωνική υποστήριξη των μεθόδων ενεργειακής αξιοποίησης των ΑΠΕ (απορρίμματα και βιομάζα).

Τα σημαντικότερα κριτήρια για την επιλογή της κατάλληλης μονάδας θερμικής επεξεργασίας είναι τα παρακάτω:

Κριτήρια που προκρίνουν την επιλογή της πυρόλυσης και της αεριοποίησης

- Η δημιουργία λιγότερων δευτερογενών αποβλήτων τα οποία μπορούν είτε να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας είτε να ανακυκλωθούν.
- Το κόστος διάθεσης των δευτερογενών αποβλήτων εφόσον τμήμα των αποβλήτων της αποτέφρωσης είναι στον κατάλογο των επικινδύνων.
- Η αρνητική στάση της κοινής γνώμης απέναντι στην αποτέφρωση σε κοινωνίες με μικρή βιομηχανική εμπειρία.
- Η επικινδυνότητα και η τοξικότητα των αέριων αποβλήτων της αποτέφρωσης αν δεν εφαρμοστεί αποτελεσματική αντιρρυπαντική τεχνολογία.

Κριτήρια που προκρίνουν την επιλογή της αποτέφρωσης

- Η σημαντική διαθέσιμη τεχνογνωσία και η τεχνολογική εξέλιξη σε επενδύσεις μεγάλης κλίμακας σε σχέση με τον πιλοτικό χαρακτήρα και το μικρό μέγεθος των μονάδων πυρόλυσης – αεριοποίησης
- Η εξέλιξη και η αποτελεσματικότητα των συστημάτων αντιρύπανσης στην αέρια φάση
- Η εξέλιξη της ευρωπαϊκής νομοθεσίας
- Το χαμηλό επενδυτικό ρίσκο
- Στην περίπτωση της Ελλάδας η σημαντική εμπειρία σε μονάδες αποτέφρωσης με χαμηλής ποιότητας καύσιμο και ηλεκτροπαραγωγή (ΑΗΣ από λιγνίτη) που δεν έχει ακόμα αξιοποιηθεί.

2.5 ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Η υγειονομική ταφή αποτελεί για τη χώρα μας τη βασική μέθοδο διάθεσης των στερεών αποβλήτων. Σε κάθε περίπτωση η υγειονομική ταφή αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του κάθε διαχειριστικού μοντέλου εφόσον απαιτείται για την τελική ασφαλή διάθεση στο περιβάλλον του υπολείμματος της όποιας επεξεργασίας, το οποίο δεν επαναχρησιμοποιείται (πχ. τέφρα, αδρανή υλικά κλπ.).

Απαραίτητα στοιχεία στην διαμόρφωση ενός Χώρου Υγειονομικής Ταφής είναι η διαμόρφωση της λεκάνης ταφής, η στεγανοποίηση του πυθμένα, η αποχέτευση των στραγγιδίων και η κατάλληλη επεξεργασία τους και η κατασκευή συστήματος συλλογής και επεξεργασίας του βιοαερίου.

Για τη χωροθέτηση ενός ΧΥΤΑ εξετάζονται υδρογεωλογικά, περιβαλλοντικά, τεχνικά, οικονομικά, κοινωνικά κριτήρια ενώ πρέπει σε κάθε περίπτωση να εξασφαλίζεται και κατάλληλο υλικό για την κάλυψη των συμπιεσμένων απορριμμάτων.

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι υγειονομικής ταφής. Η μέθοδος πλήρωσης κοιλοτήτων του εδάφους, η μέθοδος διαδοχικών τάφρων, και η επιφανειακή μέθοδος. Η μέθοδος μπορεί να συνδυαστεί με την υψηλή συμπίεση των απορριμμάτων. Αυτό γίνεται με τη χρήση ειδικής συσκευής δεματοποίησης, που επιτυγχάνει συμπίεση διπλάσια ή και τριπλάσια σε σχέση με τη συμπίεση των απορριμμάτων κατά την έξοδο από το απορριμματοφόρο. Η χρήση τέτοιων συστημάτων έχει ως σημαντικό πλεονέκτημα ότι εγγυάται τη δραστική αύξηση του χρόνου ζωής των ΧΥΤΑ, προϋποθέτει όμως αποτελεσματικό σύστημα συλλογής των στραγγισμάτων, που αναμφισβήτητα πολλαπλασιάζονται.

Οι ΧΥΤΑ δεν ταυτίζονται με τα σημεία ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων (ΧΑΔΑ). Οι ΧΑΔΑ αποτελούν ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα στη χώρα μας, το οποίο όμως ομολογουμένως τα τελευταία χρόνια τείνει να εξαλειφθεί. Η βασική διαφορά τους εντοπίζεται στο ότι οι ΧΥΤΑ πληρούν τις βασικές προδιαγραφές πλην όμως βραχυπρόθεσμης περιβαλλοντικής προστασίας.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της υγειονομικής ταφής σε σχέση με τις άλλες μεθόδους διάθεσης είναι τα ακόλουθα:

1. Είναι μία μέθοδος τεχνικά απλή και αποτελεσματική ενώ η εφαρμογή της δεν απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις. Ο σχετικός μηχανολογικός εξοπλισμός είναι απλός και ανθεκτικός, με ευχέρεια επισκευής και προμήθειας ανταλλακτικών.
2. Ο έλεγχος της καλής λειτουργίας του χώρου υγειονομικής ταφής από τις δημοτικές αρχές και το κοινό γίνεται χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία.
3. Η υγειονομική ταφή έχει σχετικά χαμηλό επενδυτικό και λειτουργικό κόστος.
4. Αποτελεί μια λειτουργική μέθοδος δεδομένου ότι μπορεί να δεχθεί για άμεση διάθεση ετερογενή απορρίμματα, δεν επηρεάζεται από τις έντονες εποχιακές διακυμάνσεις της ποσότητας και σύστασης των απορριμμάτων, δεν απαιτεί άλλη μονάδα επεξεργασία απορριμμάτων και αξιοποιεί το γεωμορφολογικό ανάγλυφο

Μειονεκτήματα της μεθόδου της Υγειονομικής Ταφής είναι η απαίτηση σημαντικών εκτάσεων σε συχνά χρονικά διαστήματα (ανά 15-20 χρόνια), η αυξημένη επιμέλεια που απαιτεί για την αντιμετώπιση των εκπομπών δηλαδή του βιοαερίου και των στραγγισμάτων, η απώλεια υλικών και ενέργειας και ιδιαίτερα για την Ελλάδα η ταύτισή της με την ανεξέλεγκτη διάθεση και η απουσία κοινωνικής αποδοχής για την χωροθέτηση ΧΥΤΑ.

Πρέπει στο σημείο αυτό να σημειώσουμε ότι σύμφωνα με το ισχύον θεσμικό πλαίσιο σε επίπεδο ΕΕ και Ελλάδας δεν επιτρέπεται η Υγειονομική Ταφή μη επεξεργασμένων στερεών αποβλήτων ενώ προβλέπεται η επιβολή αυστηρής τιμολογιακής πολιτικής για τον περιορισμό των απορριπτόμενων ποσοτήτων (φόρος ταφής).

Το κόστος κατασκευής ενός ΧΥΤΑ με όλα τα απαιτούμενα μέτρα αντιρρύπανσης είναι χαμηλότερο από τις υπόλοιπες μεθόδους διάθεσης. Το επενδυτικό κόστος της μεθόδου αυξάνει ανά τόνο εισερχομένων απορριμμάτων στις περιπτώσεις απομακρυσμένων ΧΥΤΑ, δυσμενούς γεωλογικού υποβάθρου και μικρής δυναμικότητας. Ιδιαίτερος υπολογισμός πρέπει να γίνεται για τον προσδιορισμό του πραγματικού λειτουργικού κόστους που πρέπει να περιλαμβάνει το κόστος λειτουργίας όλων των συστημάτων αντιρρύπανσης, την συντήρηση του εξοπλισμού, την αποκατάσταση του χώρου και την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων (κύρια στο υπέδαφος) για μια περίοδο τουλάχιστον 20 χρόνων από το κλείσιμο των κυττάρων ταφής. Ανά περίπτωση πρέπει να εξετάζεται και η εισαγωγή του κόστους κατασκευής νέας μονάδας ή κυττάρου ταφής με δεδομένο τον περιορισμό των ευρωπαϊκών χρηματοδοτήσεων αλλά και την εφαρμογή από την πλευρά της ΕΕ της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει». Η εφαρμογή της αρχής αυτής οδηγεί στην επιβολή φορολογίας στους κατοίκους – καταναλωτές και παραγωγούς - για την κατασκευή νέων έργων ταφής [13].

Στο επίπεδο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία ενός ΧΥΤΑ πρέπει να σημειωθούν :

- Οι εκπομπές από τη λειτουργία του χώρου (μηχανήματα, οχήματα) και η παραγωγή βιοαερίου που ακόμα και στην περίπτωση εκμετάλλευσής του δημιουργεί εκπομπές αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου
- Η παραγωγή στραγγιδίων και υποχρεωτική επεξεργασία τους ακόμα και στην περίπτωση της επαναεισαγωγής τους στο σώμα του ΧΥΤΑ.
- Η «κατανάλωση» μεγάλων εκτάσεων γης και φυσικού περιβάλλοντος ακόμα και σε περιοχές με υψηλή περιβαλλοντική ή οικονομική αξία γης. Επακόλουθο είναι η πτώση της αξίας γης στην περιοχή του ΧΥΤΑ.
- Η απώλεια πρώτων υλών και ενέργειας από τα απορριπτόμενα απορρίμματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Το πρόβλημα των στερεών αποβλήτων και οι τρόποι με τους οποίους αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί βρίσκονται για αρκετά χρόνια στο κέντρο συζητήσεων που γίνονται από την επιστημονική κοινότητα, αλλά και την κοινωνία γενικότερα. Είναι γεγονός ότι οι μεταβολές που έγιναν στη σύγχρονη κοινωνία, όπως η συγκέντρωση πληθυσμών σε μεγάλες πόλεις, οι αλλαγές στις καταναλωτικές και διατροφικές συνήθειες, η αύξηση του πληθυσμού κλπ., επέτειναν το πρόβλημα.

Η σύγχρονη απάντηση είναι η ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών αποβλήτων με στόχο να αναζητηθεί ο βέλτιστος συνδυασμός των μεθόδων διαχείρισης απορριμμάτων, ώστε το τελικό σύστημα να είναι:

- περιβαλλοντικά αποτελεσματικό
- οικονομικά εφικτό
- κοινωνικά αποδεκτό.

Σε κάθε περίπτωση επιλογής σεναρίων διαχείρισης και επεξεργασίας στερεών αποβλήτων απαιτείται να τεθούν κριτήρια επιλογής και όρια σχεδιασμού αλλά και να διερευνηθούν οι προϋποθέσεις επιτυχίας, οι οποίες συχνά εξαρτώνται και από τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής [14].

3.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Με δεδομένη την επιλογή της αειφορίας ως βασική περιβαλλοντική πολιτική για την παγκόσμια κοινότητα αλλά και για τη χώρα μας τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την επιλογή και αξιολόγηση των σεναρίων διαχείρισης στερεών αποβλήτων πρέπει να είναι :

- ✓ Περιβαλλοντικά
- ✓ Οικονομικά, και
- ✓ Κοινωνικά.

Κρίσιμη είναι η ισότιμη αντιμετώπιση των παραπάνω κατηγοριών κριτηρίων. Τα παραπάνω κριτήρια έχουν πολλές υποδιαίρεσεις οι οποίες καθιστούν ιδιαίτερα επίπονη την πολυκριτηριακή ανάλυση και επιτρέπουν μεγάλη δόση υποκειμενισμού ακόμα και στον πιο αξιόπιστο τεχνοκράτη αξιολογητή. Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημαίνουμε την τάση πολλών σχεδιαστών συστημάτων διαχείρισης να υποκαθιστούν και να υποτιμούν τον πολιτικό και τον κοινωνικό παράγοντα στις περιοχές σχεδιασμού και να προσπαθούν να εφαρμόσουν (επιβάλουν) τις δικές τους επιλογές διαχείρισης.

Μια πρώτη προσπάθεια ανάλυσης των υποκριτηρίων θα περιελάμβανε:

Περιβαλλοντικά Κριτήρια

- Οι επιπτώσεις στα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα
- Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον στην άμεση και ευρύτερη περιοχή του έργου (υδατικοί πόροι, έδαφος, οσμές, σωματίδια, αέριοι ρύποι, ηχορύπανση)

- Η παραγωγή δευτερογενών αποβλήτων, η επικινδυνότητά τους και η ποσότητά τους καθώς και η δυνατότητα ανάκτησης υλικών από αυτά
- Η παραγωγή ή η κατανάλωση ενέργειας και η παραγωγή ΑΠΕ
- Η κατανάλωση φυσικών πόρων και η ανανεωσιμότητά τους
- Η υφιστάμενη περιβαλλοντική φόρτιση της περιοχής χωροθέτησης των μονάδων

Οικονομικά κριτήρια

Το κόστος επένδυσης

Η εξασφάλιση των ελαχίστων ορίων δυναμικότητας που απαιτούνται για ορισμένες από τις τεχνολογίες

Το κόστος λειτουργίας

Το κόστος απόκτησης και διατήρησης τεχνογνωσίας

Η παραγωγή δευτερογενών προϊόντων και η δυνατότητα διάθεσής τους στην αγορά

Η δημιουργία θέσεων εργασίας

Η επίπτωση στην αξία γης στη άμεση και ευρύτερη περιοχή του έργου

Κοινωνικά κριτήρια

Η άποψη των περιφερειακών και κρατικών αρχών

Η άποψη των οργάνων της αυτοδιοίκησης (Δήμοι - Νομαρχία)

Η άποψη των μη κυβερνητικών ομάδων, συλλόγων κλπ. της περιοχής

Η άποψη της κοινής γνώμης

Τα κοινωνικά προβλήματα και οι αντιθέσεις που μπορεί να δημιουργηθούν σε κάθε επιλογή

Ο συνδυασμός των περιβαλλοντικών και των οικονομικών κριτηρίων μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας σύνθετους όρους όπως:

- **Επενδυτικού κόστους προς δείκτη ανάκτησης**
- **Λειτουργικού κόστους προς δείκτη ανάκτησης**
- **Επενδυτικού κόστους προς δείκτη εκτροπής**
- **Λειτουργικού κόστους προς δείκτη εκτροπής**

Ο δείκτης ανάκτησης αποτελεί στην ουσία μέτρο της περιβαλλοντικής προστασίας που επιτυγχάνει κάθε σενάριο, καθώς δείχνει τι ποσοστό πρώτων υλών και υλικών από τα στερεά απόβλητα επανέρχεται στον παραγωγικό κύκλο. Ο δείκτης ανάκτησης δεν περιλαμβάνει την ενεργειακή αξιοποίηση των αποβλήτων.

Ο δείκτης εκτροπής (ο οποίος περιλαμβάνει κάθε μορφή ανάκτησης, αξιοποίησης, ενεργειακής αξιοποίησης και ανακύκλωσης) αποτελεί στην ουσία μέτρο συμμόρφωσης με τις κατευθύνσεις της οδηγίας για την ταφή, η οποία στοχοθετεί ποσοστά εκτροπής [14].

Υπενθυμίζεται ότι η ιεραρχία των αρχών διαχείρισης στερεών αποβλήτων είναι:

1. Μείωση της παραγωγής ή/και της επικινδυνότητας αποβλήτων
2. Ανάκτηση – αξιοποίηση - ανακύκλωση υλών και υλικών
3. Ενεργειακή αξιοποίηση
4. Μείωση των αποβλήτων που οδηγούνται προς τελική διάθεση

Είναι λοιπόν φανερό ότι ο δείκτης ανάκτησης αφορά στις αρχές 1 και 2, ενώ ο δείκτης εκτροπής αφορά στο συνολικό αποτέλεσμα της εφαρμογής των αρχών διαχείρισης. Κατά συνέπεια, σκόπιμο είναι τα απόλυτα οικονομικά μεγέθη των σεναρίων διαχείρισης να συνδεθούν με την αποτελεσματικότητα στους δείκτες ανάκτησης και εκτροπής.

3.2 ΟΡΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Πριν από τη διαδικασία συγκριτικής αξιολόγησης σεναρίων διαχείρισης στερεών αποβλήτων επιβάλλεται ο έλεγχος συμβατότητας τεχνολογιών και σεναρίων με μια σειρά όρια και προϋποθέσεις (κριτήρια αποκλεισμού).

Όρια και προϋποθέσεις που περιορίζουν τη διαδικασία αξιολόγησης και επιλογής του κατάλληλου σεναρίου διαχείρισης των στερεών αποβλήτων είναι :

- Η τήρηση των αρχών και των περιορισμών του θεσμικού πλαισίου.
- Η προσαρμογή των σεναρίων διαχείρισης στις συγκεκριμένες συνθήκες της μελετούμενης περιοχής.
- Η ενεργοποίηση του κοινωνικού παράγοντα και η εξασφάλιση πληροφόρησης και συζήτησης στο κοινωνικό επίπεδο.

Δύο επισημάνσεις για τη διαδικασία επιλογής του βέλτιστου σεναρίου :

- Η ακριβής ποσότητα και ποιότητα των στερεών αποβλήτων, το διαθέσιμο τοπικό βιομηχανικό και ενεργειακό δυναμικό και η δυνατότητα συνεπεξεργασίας των αστικών αποβλήτων με άλλα απόβλητα (βιομηχανικά, κτηνοτροφικά, κλπ.) επηρεάζουν σημαντικά την επιλογή και πρέπει να διερευνώνται πλήρως.
- Η ανάγκη ολοκληρωμένης διαχείρισης δεν είναι αναγκαίο να υλοποιείται στον ίδιο χώρο. Η επεξεργασία στερεών αποβλήτων σε περιοχές κοντά στο σημείο παραγωγής, και ιδιαίτερα κοντά σε βιομηχανικές ζώνες, μειώνει το κόστος μεταφοράς απορριμμάτων και προϊόντων, εξασφαλίζει δίκτυα ενέργειας, προσβάσεις σε δίκτυα και μέσα σταθερής τροχιάς, βιομηχανικές εξυπηρετήσεις (utilities) και βελτιώνει σχετικά τις συνθήκες κοινωνικής αποδοχής εφόσον δε μεταφέρεται στο χώρο ταφής ανεπεξέργαστο το σύνολο της παραγωγής απορριμμάτων ενώ μειώνονται σημαντικά οι ρύποι, τα στραγγίδια, οι οσμές και γενικά τα περιβαλλοντικά φορτία στους ΧΥΤΑ. Αντίθετα η υγειονομική ταφή συχνά γίνεται σε περιοχές μακριά από την περιοχή κατοικίας και ανθρωπογενούς

δραστηριότητας όπου φυσικά το κόστος μεταφοράς για το σύνολο των απορριμμάτων αυξάνεται.

3.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Σύμφωνα με την ανάλυση που έγινε προκύπτει ότι οι μέθοδοι και τεχνολογίες επεξεργασίας που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο δεν αποτελούν από μόνες τους επίλυση του προβλήματος των στερεών αποβλήτων αν λάβουμε υπόψη τους περιορισμούς του θεσμικού πλαισίου αλλά και λόγω των τεχνολογικών τους χαρακτηριστικών. Για τους λόγους αυτούς δεν είναι απόλυτα συγκρίσιμες μία προς μία, παρά μόνο ως τμήματα ευρύτερων σεναρίων διαχείρισης, γεγονός που πολλαπλασιάζει το πλήθος των εναλλακτικών επιλογών αλλά και δυσκολεύει την επιλογή της βέλτιστης λύσης. Ειδικότερα:

Η υγειονομική ταφή αποτελεί την έσχατη λύση σε ένα σύστημα ορθολογικής διαχείρισης και επιλέγεται μόνο όταν για συγκεκριμένο ρεύμα αποβλήτων έχουν εξαντληθεί όλες οι άλλες επιλογές αξιοποίησης. Σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί αποκλειστική μέθοδος ενός σεναρίου διαχείρισης, εφόσον είναι πλέον νομοθετικά υποχρεωτική η ανακύκλωση υλικών και η προεπεξεργασία πριν από την ταφή για την εκτροπή βιοαποδομήσιμων υλικών. Από την άλλη η υγειονομική ταφή είναι υποχρεωτικό τμήμα όλων των σεναρίων διαχείρισης, ως χώρος διάθεσης υπολειμμάτων.

Η μηχανική διαλογή αποτελεί απλά ένα στάδιο προεπεξεργασίας των απορριμμάτων και απαιτείται να συνδυαστεί με άλλες τεχνολογίες επεξεργασίας σε ένα ευρύτερο σενάριο διαχείρισης.

Η ανακύκλωση του ξηρού κλάσματος των απορριμμάτων (υλικά συσκευασίας, χαρτί, γυαλί, πλαστικό, μέταλλα) μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα ποσοστό 40% (maximum) των απορριμμάτων. Το υπόλοιπο κλάσμα των απορριμμάτων (είτε θα συλλεχθεί χωριστά είτε ενιαία) απαιτείται να υποβληθεί σε συγκεκριμένη επεξεργασία μείωσης των οργανικών ώστε να καλυφθούν οι απαιτήσεις της νομοθεσίας για την υγειονομική ταφή. Άρα ούτε η ανακύκλωση μπορεί να αποτελέσει αποκλειστική μέθοδο ενός σεναρίου διαχείρισης.

Η αποτέφρωση ικανοποιεί τις απαιτήσεις της Οδηγίας για την Υγειονομική Ταφή απαιτείται όμως να συνδυαστεί με συστήματα ανακύκλωσης υλικών αλλά και με χώρους υγειονομικής ταφής του μη επικίνδυνου και του επικίνδυνου τμήματος των αποβλήτων της για να ικανοποιεί και τις υπόλοιπες απαιτήσεις του ισχύοντος θεσμικού πλαισίου.

Ένας άλλος περιορισμός που προκύπτει στην επιλογή τεχνολογιών και μεθόδων για τη διαμόρφωση σεναρίων διαχείρισης στερεών αποβλήτων είναι αυτός της απαραίτητης δυναμικότητας για την εξασφάλιση βιώσιμων τεχνολογικά μονάδων. Με βάση αυτόν τον περιορισμό προκύπτει η ανάγκη διαμόρφωσης διαχειριστικών ενοτήτων με ισοδύναμο πληθυσμό πάνω από 150.000 κατοίκους έτσι ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή όλων των πιθανών σεναρίων επεξεργασίας και διάθεσης (κατώφλι βιωσιμότητας).

Όσον αφορά τη **διάθεση των προϊόντων** από τις διάφορες μεθόδους διαχείρισης στερεών αποβλήτων στην αγορά, δεν έχει εξευρεθεί στην Ελλάδα οικονομικά αποδεκτή λύση για τη διάθεση του compost από αερόβια ή/και αναερόβια επεξεργασία καθώς και του RDF που προκύπτει από μηχανική διαλογή.

Τέλος, ιδιαίτερη παράμετρο σχεδιασμού για τις ελληνικές συνθήκες αποτελεί η ανάγκη κατασκευής ΧΥΤ επικινδύνων αποβλήτων για τη διάθεση τμήματος των αποβλήτων μιας μονάδας αποτέφρωσης [16].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΝΗΣΙ ΤΩΝ ΠΑΞΩΝ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗ ΜΟΥ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

Στο νησί των Παξών η διαχείριση των απορριμμάτων αποτελούσε σημαντικό πρόβλημα για δεκαετίες καθώς όπως σχεδόν σε όλα τα νησιά της Ελλάδας δεν υπάρχει χώρος υγειονομικής ταφής και εν ενεργεία πρόγραμμα ανακύκλωσης.

Σύμφωνα με παλαιότερα δημοσιεύματα του τύπου και δηλώσεις της τοπικής αυτοδιοίκησης περίπου 1500 με 2000 τόνοι απορριμμάτων μεταφέρονται σε ΧΥΤΑ της Κέρκυρας ή σε περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας. Η πυρκαγιά στη χωματερή του νησιού πριν μερικά έτη προκάλεσε οικολογική καταστροφή και έφερε στο προσκήνιο τη συζήτηση για την κατασκευή ΧΥΤΑ και την ορθολογική διαχείριση των απορριμμάτων.

Το υπουργείο περιβάλλοντος πρότεινε τη δημιουργία μικρών μονάδων κομποστοποίησης και διαλογής ανακυκλώσιμων απορριμμάτων στα μικρά νησιά και τη μεταφορά των υπολοίπων στερεών αποβλήτων σε ΧΥΤΑ μεγαλύτερων νησιών ή άλλων περιοχών του ηπειρωτικού μέρους της χώρας. Η έλλειψη υποδομών στα μικρά νησιά, η απουσία μελετών, η μη ένταξη τους σε χρηματοδοτικά προγράμματα ακόμα κι όταν υπάρχουν οι σχετικές μελέτες, εντείνει το πρόβλημα.

Στους Παξούς όπως και σε άλλα νησιά του Ιονίου πελάγους, σύμφωνα με δημοσίευμα της εφημερίδας «Η Καθημερινή» (<https://www.kathimerini.gr>, 8/4/2020), εγκρίθηκε και δημοπρατήθηκε το έργο κατασκευής ΧΥΤΑ. Έως τότε αποφασίστηκε από το Φορέα Διαχείρισης Απορριμμάτων Ηπείρου να μεταφέρονται τα απορρίμματα στους ΧΥΤΑ της Βλαχέρνας Άρτας και του Ελληνικού Ιωαννίνων ώστε να αποσυμφορηθεί ο ΧΥΤΑ Κέρκυρας.

Όσον αφορά την ανακύκλωση το 2017 πραγματοποιήθηκε μελέτη από το τμήμα Περιβάλλοντος Πανεπιστημίου Αιγαίου σε συνεργασία με το δήμο Παξών και στη συνέχεια παρουσίαση στο δημοτικό συμβούλιο του νησιού. Επίσης στα πλαίσια της δράσης με συμμετοχή φοιτητών του Πανεπιστημίου Αιγαίου πραγματοποιήθηκε ενημέρωση στους επαγγελματίες περιοχών των Παξών καθώς και διανομή μπλε κάδων. Η παροχή του σχετικού υλικού ήταν από την Ελληνική Εταιρία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης.

Η ανακύκλωση και η ορθολογική διαχείριση των απορριμμάτων είναι επιτακτική ανάγκη για το νησί που αποτελεί ένα σημαντικό προορισμό εγχώριου και εξωτερικού τουρισμού.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ο σημερινός άνθρωπος παράγει τεράστιους όγκους σκουπιδιών από τις καθημερινές του δραστηριότητες με αποτέλεσμα επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον, τη βιοποικιλότητα και την ατμόσφαιρα. Επιπλέον το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής γίνεται όλο και πιο εμφανές ιδίως στις εύκρατες χώρες με επιπτώσεις σε πολλούς τομείς όπως η αγροδιατροφή, ο τουρισμός, η οικονομία. Έτσι είναι απαραίτητο για το περιβάλλον να προταθούν λύσεις που θα αντιμετωπίσουν το πρόβλημα. Μεταξύ άλλων τρόπων περιορισμού της ρύπανσης είναι και η ανακύκλωση των απορριμμάτων. Σήμερα η ανακύκλωση μπορεί να εφαρμοστεί σε πλήθος αντικειμένων που απορρίπτονται ως μη χρήσιμα.

Η παρούσα έρευνα καλύπτει την ανάγκη διερεύνησης της εφαρμογής των νέων τεχνολογιών ανακύκλωσης και των αποτελεσμάτων τους. Επίσης τα δεδομένα που συλλέχθηκαν

μπορούν να δώσουν απαντήσεις για την ενημέρωση που υπάρχει για τη διαχείριση των απορριμμάτων, την εφαρμογή των τεχνολογιών ορθής διαχείρισης απορριμμάτων και τη δεκτικότητα των πολιτών να συμμετέχουν στην ανακύκλωση των απορριμμάτων.

2. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η παρούσα έρευνα στοχεύει στη διεξοδική μελέτη των νέων τεχνολογιών που βρίσκουν εφαρμογή στις διαδικασίες της ανακύκλωσης καθώς και στην απήχηση της ορθής διαχείρισης απορριμμάτων στο κοινωνικό σύνολο.

3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

- Εξετάζεται η διαστρωμάτωση με βάση την ηλικία, το φύλο, το μορφωτικό επίπεδο και τον τόπο κατοικίας σε θέματα πολιτικής της ανακύκλωσης.
- Εξετάζεται η ποσότητα παραγωγής σκουπιδιών στη διάσταση του χρόνου
- Εξετάζεται το είδος των σκουπιδιών που παράγεται και πώς ανακατανέμεται και συνεπώς ανακυκλώνεται
- Εξετάζονται τα μέσα – φορείς που διευκολύνουν την διεργασία της ανακύκλωσης με την αποδοχή – μη αποδοχή των πολιτών
- Επίσης εξετάζεται, η κομποστοποίηση, το ποσοστό του πληθυσμού που γνωρίζει τι είναι η κομποστοποίηση και το ποσοστό που την επιλέγει.

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Για την πραγματοποίηση της έρευνας συντάχθηκε ερωτηματολόγιο που αποτελείται από 24 ερωτήσεις οι οποίες έχουν σκοπό να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν. Έτσι οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να δώσουν πληροφορίες που αφορούν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά τους, το μέρος κατοικίας τους, την ύπαρξη προγραμμάτων ανακύκλωσης στο μέρος αυτό, καθώς και τη συμμετοχή τους σε προγράμματα ανακύκλωσης, τις γνώσεις για την ανακύκλωση και την κομποστοποίηση και το ενδιαφέρον τους για την ορθολογική διαχείριση απορριμμάτων.

Συμμετείχαν 101 κάτοικοι Ελλάδας, άνδρες και γυναίκες, ηλικίας άνω των 18 ετών, που κατοικούν σε διαφορετικές περιοχές της χώρας και διαφορετικού μορφωτικού επιπέδου. Έγινε προσπάθεια να συμμετέχουν άτομα διαφορετικών ηλικιών, εθνικότητας και επιπέδου σπουδών ώστε να διερευνηθεί κατά πόσο τα στοιχεία αυτά μπορούν να επηρεάζουν την διάθεση ενός ατόμου να συμπεριφέρεται οικολογικά. Επίσης συμμετείχαν άτομα που κατοικούν σε αστικά κέντρα, κωμοπόλεις και χωριά ώστε να εξεταστεί εάν υπάρχει πρόσβαση σε σημεία συλλογής απορριμμάτων και προγράμματα ανακύκλωσης από τους δήμους.

Η συμμετοχή ήταν ανώνυμη, τα άτομα που μετά από προφορική ή γραπτή επικοινωνία δέχθηκαν να συμμετάσχουν και συναίνεσαν στη χρήση των δεδομένων τους για την πραγματοποίηση της έρευνας, έλαβαν στο ηλεκτρονικό τους ταχυδρομείο σύνδεσμο που οδηγούσε στη φόρμα του ερωτηματολογίου στο google forms. Μέρος των συμμετεχόντων συμμετείχε συμπληρώνοντας έντυπο ερωτηματολόγιο ή απαντώντας σε τηλεφωνική συνέντευξη. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το 2021 από τον Ιανουάριο μέχρι τον Αύγουστο

Οι απαντήσεις τηρούνται σε φύλλο εργασίας και επισυνάπτονται στο τελικό αρχείο της διατριβής.

5. ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.

Τα μέτρα περιορισμού της πανδημίας Covid-19 έκαναν δύσκολη την εύρεση ικανοποιητικού δείγματος πληθυσμού με αποτέλεσμα ο αριθμός των συμμετεχόντων να είναι μικρός.

6.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

6.1 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

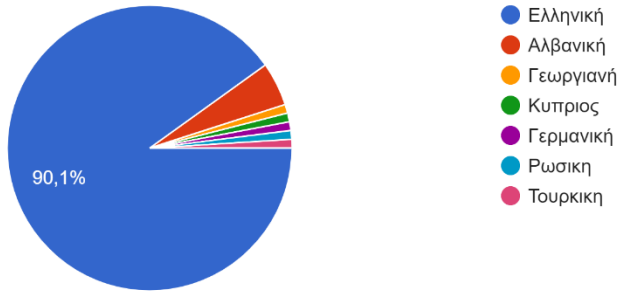
Από τα 101 άτομα που απάντησαν το ερωτηματολόγιο 51 είναι γυναίκες και 49 άντρες ενώ ένα άτομο δεν αποκάλυψε την ταυτότητα φύλου του επιλέγοντας την απάντηση «άλλο». Όσον αφορά την εθνικότητα, 91 άτομα είναι Έλληνες, 5 Αλβανοί και άλλα 5 άτομα από διαφορετικές εθνικότητες. 61 άτομα είναι απόφοιτοι τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, 26 άτομα έχουν ολοκληρώσει τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, 9 άτομα την υποχρεωτική εκπαίδευση ενώ 1 άτομο δηλώνει κάτοχος διδακτορικού τίτλου, 1 άτομο κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος και 1 άτομο κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης στην περιβαλλοντική διαχείριση. Ηλικιακά οι συμμετέχοντες χωρίζονται σε 3 ομάδες, τους κάτω των 30 ετών οι οποίοι είναι στο σύνολο 37, από 30 έως 50 ετών είναι 46 άτομα και άνω των 50 είναι 18 άτομα.

Όπως φαίνεται δηλαδή η εκπροσώπηση της ηλικιακής ομάδας άνω των 50, είναι μικρή σε σχέση με τον πληθυσμό. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν με τα τεχνολογικά μέσα τα άτομα που βρίσκονται στην ηλικία αυτή.

Παρακάτω ακολουθούν τα γραφήματα με τα ποσοστά των απαντήσεων στις ερωτήσεις δημογραφικού χαρακτήρα.

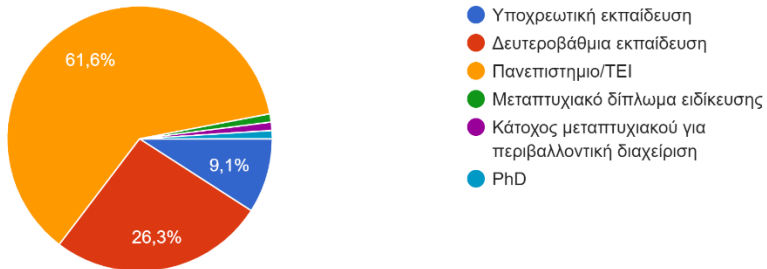
Ποια είναι η εθνικότητά σας;

101 απαντήσεις



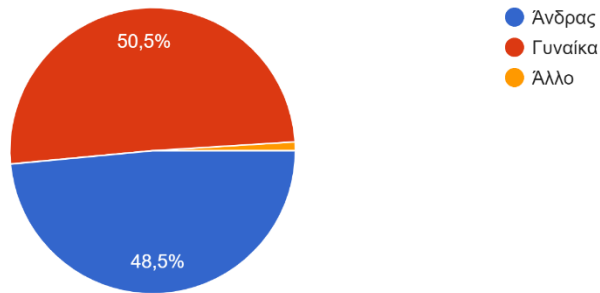
Επίπεδο εκπαίδευσης

99 απαντήσεις



Φύλο

101 απαντήσεις



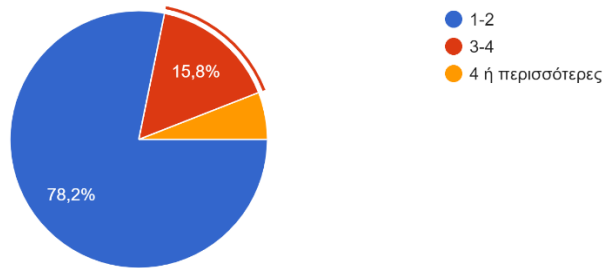
6.2 ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΤΩΝ ΔΗΜΩΝ

Οι επόμενες ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες αφορούν τις γνώσεις και τις προσωπικές τους συνήθειες στη διαχείριση των οικιακών απορριμμάτων καθώς και την ύπαρξη υποδομών ανακύκλωσης και διαχείρισης απορριμμάτων στις περιοχές κατοικίας τους.

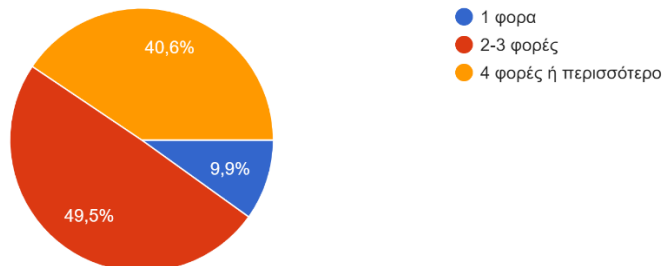
Όπως φαίνεται από τα γραφήματα που ακολουθούν ο όγκος των οικιακών απορριμμάτων στο 78,2% είναι μία ή δυο σακούλες κάθε φορά, η συχνότητα που οι ερωτηθέντες πετάνε τα σκουπίδια τους είναι στο 40,6% τέσσερις ή περισσότερες φορές την εβδομάδα, στο 49,5% δύο ή τρεις φορές και στο 9,9% μια φορά την εβδομάδα. Από τα ερωτηματολόγια φαίνεται πως οι συμμετέχοντες που πετούν τα σκουπίδια τους λιγότερο συχνά έχουν κάθε φορά περισσότερο όγκο σκουπιδιών, επίσης πετούν τα σκουπίδια λιγότερο συχνά και έχουν μικρότερο όγκο σκουπιδιών οι κάτοικοι των κωμοπόλεων και των χωριών. Αυτό οφείλεται σε πολλούς παράγοντες όπως την

έλλειψη καθημερινής αποκομιδής των σκουπιδιών ή πράσινων κάδων καθώς και σε παραδοσιακές συνήθειες των κατοίκων.

Τα σκουπίδια από το νοικοκυριό του σπιτιού σας πόσες σακούλες είναι τη φορά;
101 απαντήσεις

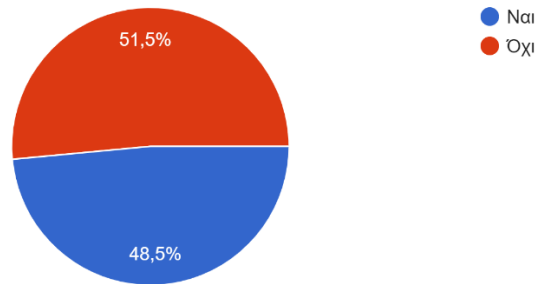


Πόσες φορές την εβδομάδα πετάτε τα σκουπίδια σας;
101 απαντήσεις



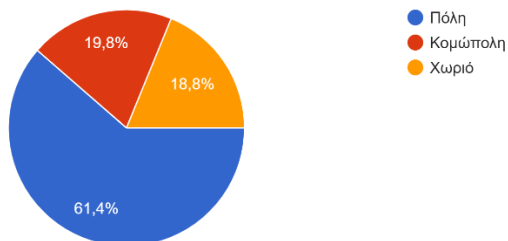
Διαχωρισμό σκουπιδιών ανά κατηγορία κάνει το 51,5%

Κάνετε διαχωρισμό σκουπιδιών ανά κατηγορία (οργανικά, γυαλί, χαρτί, πλαστικό);
101 απαντήσεις



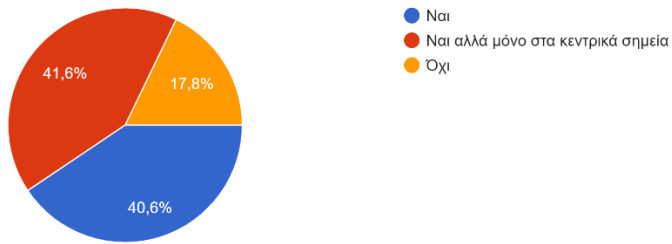
Από τους ερωτηθέντες το 61,4% διαμένει σε πόλη, το 19,8% σε κομμόπολη και το 18,8% σε χωριό.

Η περιοχή που μένετε είναι
101 απαντήσεις



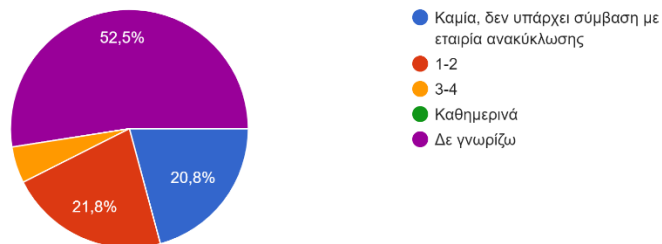
Πράσινους και μπλε κάδους έχει το 40,6% των δήμων στους οποίους ανήκουν οι πολίτες που απάντησαν, μόνο σε κεντρικά σημεία το 41,6% και καθόλου το 17,8%.

Ο δήμος στον οποίο ανήκετε έχει πράσινους και μπλε κάδους;
101 απαντήσεις



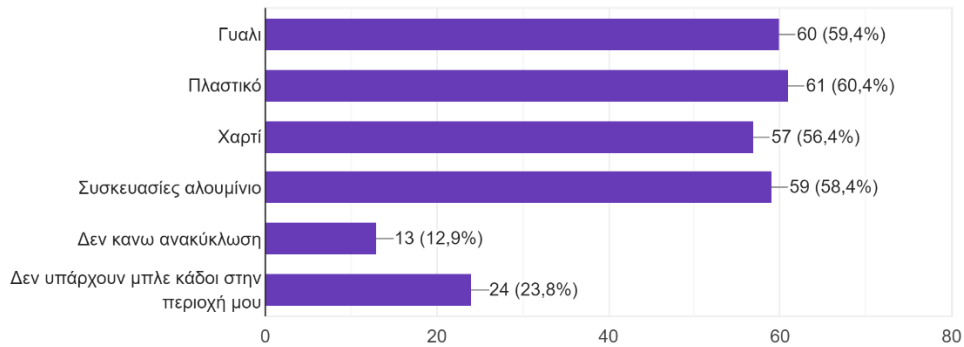
Στην ερώτηση για τη συχνότητα μεταφοράς των σκουπιδιών από το δήμο στα σημεία ανακύκλωσης το 52,5% απάντησε πως δε γνωρίζει, το 20,8% πως δεν υπάρχει σύμβαση με εταιρεία ανακύκλωσης, το 21,7% κάθε μία ή δυο μέρες και το 5% κάθε τρεις με τέσσερις μέρες.

Πόσες φορές την εβδομάδα πάει τα σκουπίδια το συνεργείο του δήμου σας στη συμβαλλόμενη εταιρία ανακύκλωσης;
101 απαντήσεις



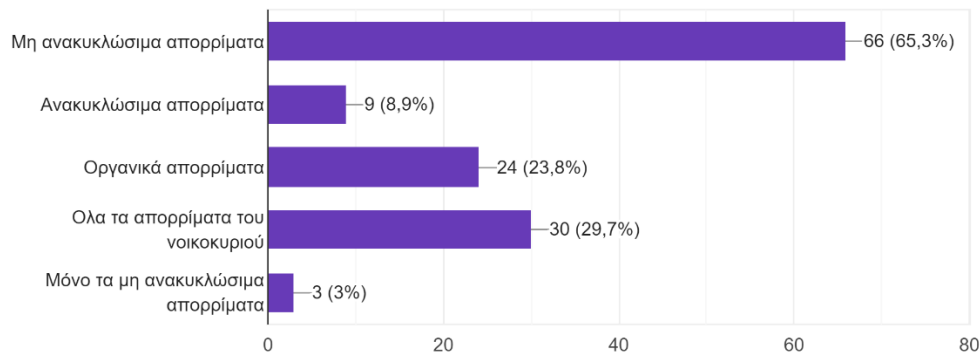
Τα απορρίμματα που οι συμμετέχοντες ανακυκλώνουν είναι το πλαστικό, το γυαλί, το χαρτί και το αλουμίνιο.

Τι ρίχνετε στις σακούλες που προορίζονται για τους μπλε κάδους; (Πολλαπλές απαντήσεις)
101 απαντήσεις



Στους πράσινους κάδους μη ανακυκλώσιμα απορρίμματα ρίχνει το 65,3% των ερωτηθέντων ενώ όλα τα απορρίμματα του νοικοκυριού το 29,7%.

Τι ρίχνετε στις σακούλες που προορίζονται για τους πράσινους κάδους; Πολλαπλές απαντήσεις
101 απαντήσεις



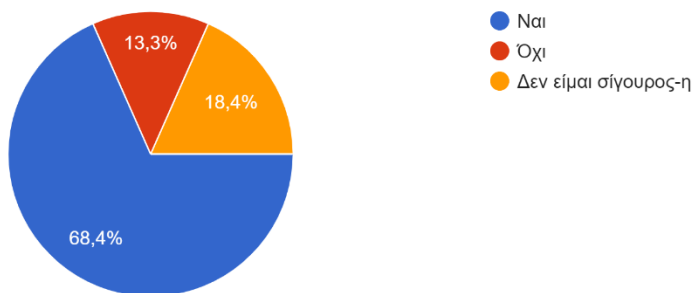
6.3 ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΧΗ ΤΩΝ ΦΙΛΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΡΟΠΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.

Για την προστασία του περιβάλλοντος και την ορθολογική διαχείριση των απορριμμάτων δραστηριοποιούνται πολλές φιλοπεριβαλλοντικές οργανώσεις σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Στις περισσότερες οργανώσεις συμμετέχουν εθελοντές που ενημερώνουν τους πολίτες, ενώ σε κάποιες υπάρχουν και στελέχη με επαγγελματική εξειδίκευση σε τομείς απαραίτητους στην προστασία του περιβάλλοντος.

Συχνά οι οργανώσεις αυτές προβάλλουν διαφημίσεις με συμβουλές για φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές ή με το έργο τους, οργανώνουν δράσεις όπως καθαρισμό περιοχών από σκουπίδια, διαμαρτυρίες σε ρυπογόνες επιχειρήσεις και ενημερωτικές εκστρατείες προς το κοινό. Αρκετοί πολίτες γίνονται μέλη ή τις στηρίζουν οικονομικά ενώ υπάρχουν και πολλοί που αγνοούν το έργο τους, είναι δύσπιστοι ή πιστεύουν πως προβάλλουν ψευδή στοιχεία.

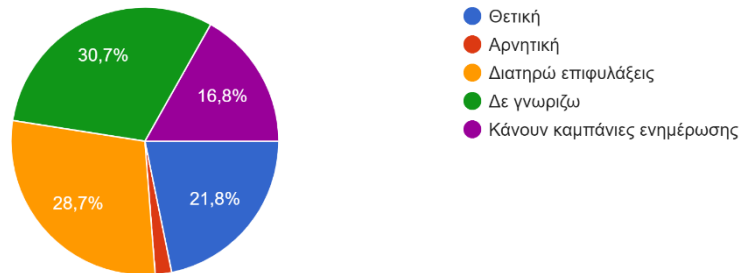
Στις ερωτήσεις που ακολουθούν οι συμμετέχοντες εξέφρασαν την άποψη τους για τις οργανώσεις αυτές. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα το 68,4% γνωρίζει τουλάχιστον μια τέτοια οργάνωση και ένα ποσοστό ίσο με 18,4% δεν είναι σίγουρο αν γνωρίζει ή όχι.

Γνωρίζετε κάποια εθνική ή διεθνή περιβαλλοντική οργάνωση;
98 απαντήσεις



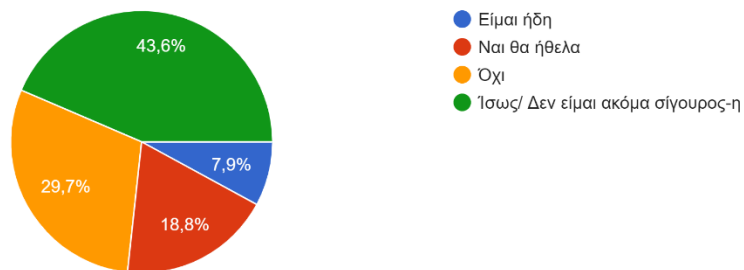
Το 21,8% έχει θετική άποψη για τη διαχείριση των απορριμμάτων από τις φιλοπεριβαλλοντικές οργανώσεις, το 28,7% είναι επιφυλακτικό. Το 30,7% δε γνωρίζει και μόνο το 2% απάντησε πως έχει αρνητική άποψη.

Ποια είναι η γνώμη σας για το πώς διαχειρίζονται τα σκουπίδια αυτές οι οργανώσεις;
101 απαντήσεις



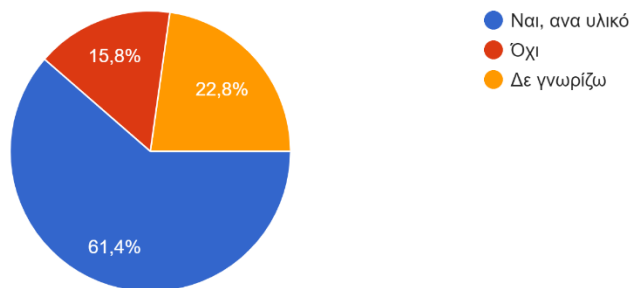
Στην ερώτηση εάν υπάρχει πρόθεση να γίνουν μέλη σε κάποια παρόμοια οργάνωση το 7,9% απάντησε πως είναι ήδη μέλος, το 18,8% πως θα ήθελε, το 43,6% πως δεν είναι σίγουρο και το 29,7% απάντησε αρνητικά.

Θα θέλατε να γίνετε μέλος σε κάποια από αυτές τις περιβαλλοντικές οργανώσεις;
101 απαντήσεις



Η επόμενη ερώτηση σχετίζεται με τις γνώσεις των πολιτών σχετικά με τα ανακυκλώσιμα υλικά. Οι ερωτηθέντες απάντησαν σε ποσοστό 61,4% πως τα ανακυκλώσιμα υλικά μπορούν να διαχωριστούν περισσότερο.

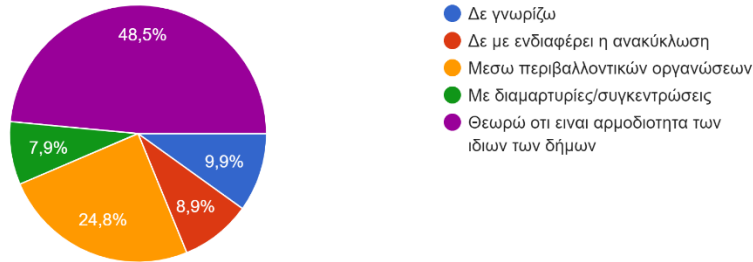
Πιστεύετε ότι οι μπλε κάδοι μπορούν να διαχωριστούν περισσότερο;
101 απαντήσεις



Ένα σημαντικό πρόβλημα που παρατηρείται σε πολλές περιοχές κυρίως μακριά από αστικά κέντρα είναι η έλλειψη κάδων ανακύκλωσης. Οι συμμετέχοντες όταν ερωτήθηκαν για τους τρόπους με τους οποίους θα παρότρυναν τις τοπικές ηγεσίες για την τοποθέτηση των μπλε κάδων απάντησαν σε ποσοστό 48,5% πως αυτή η κίνηση είναι αρμοδιότητα των δήμων, σε ποσοστό 24,8% μέσω περιβαλλοντικών οργανώσεων ενώ ένα ποσοστό 8,9% απάντησε πως δεν ενδιαφέρεται για την ανακύκλωση.

Πως θα παροτρύνετε τους πολίτες και την αντίστοιχη ηγεσία του δήμου σας ή άλλων δήμων να εγκαταστήσουν μπλε κάδους;

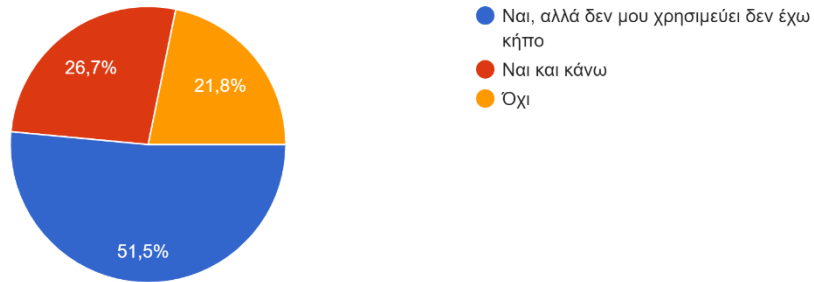
101 απαντήσεις



Εκτός από τα ανακυκλώσιμα υλικά στους κάδους απορριμμάτων καταλήγουν συχνά και οργανικά απορρίμματα όπως για παράδειγμα φλούδες και φύλλα λαχανικών. Αν και άμεσα δεν προκαλούν χημική ρύπανση, ευνοείται η εμφάνιση μικροοργανισμών, κάποιων εξ αυτών επικίνδυνων για την υγεία, σε κάδους και σημεία απόθεσης απορριμμάτων. Επίσης η μικροβιακή δραστηριότητα προκαλεί έντονη δυσοσμία. Στις μη αστικές περιοχές συνηθίζεται τα οργανικά απορρίμματα να δίνονται ως τροφή σε παραγωγικά ζώα ή να αποθέτονται σε χωράφια και χέρσες εκτάσεις όπου αποικοδομούνται με φυσικές διαδικασίες. Στον αστικό ιστό όμως αυτό δε μπορεί να συμβεί. Τα υλικά αυτά με τη μέθοδο της κομποστοποίησης μπορούν να μετατραπούν σε λίπασμα κατάλληλο για κήπους και φυτεύσεις.

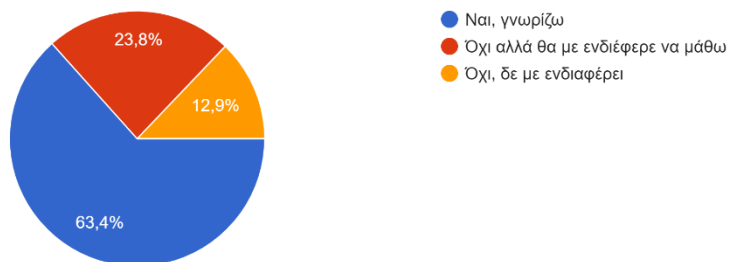
Οι συμμετέχοντες σε ποσοστό 51,5% γνωρίζουν τα οφέλη της κομποστοποίησης αλλά δεν έχουν κήπο, σε ποσοστό 26,7% κάνουν κομποστοποίησης και σε ποσοστό 21,8 δε γνωρίζουν.

Γνωρίζετε τι είναι η κομποστοποίηση και τα οφέλη της;
101 απαντήσεις

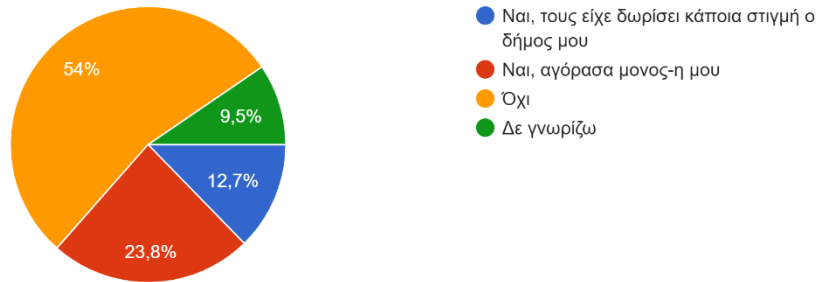


Το 63,4% γνωρίζει ποια απορρίμματα είναι κατάλληλα για κομποστοποίηση, το 23,8% δε γνωρίζει και το 12,3% δεν ενδιαφέρεται.

Έχετε σκεφτεί ποια απορρίμματα θα μπορούσατε να μην ρίξετε σε σακούλα αλλά σε κάδο κομποστοποίησης;
101 απαντήσεις

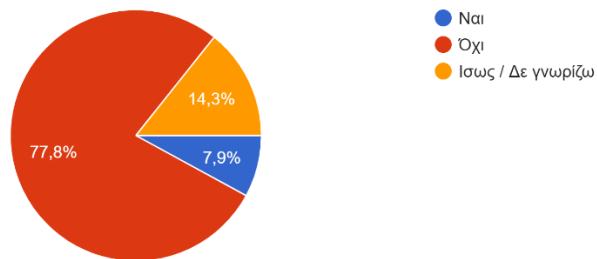


Αν μένετε σε σπίτι με κήπο έχετε κάδο κομποστοποίησης;
63 απαντήσεις



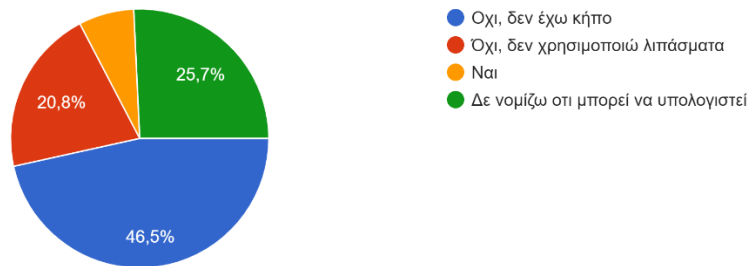
Στα επόμενα διαγράμματα φαίνεται το ποσοστό που των συμμετεχόντων που έχει κάδο ή γλάστρα κομποστοποίησης ανάλογα με τον τύπο κατοικίας.

Αν μένετε σε πολυκατοικία έχετε γλάστρα κομποστοποίησης;
63 απαντήσεις



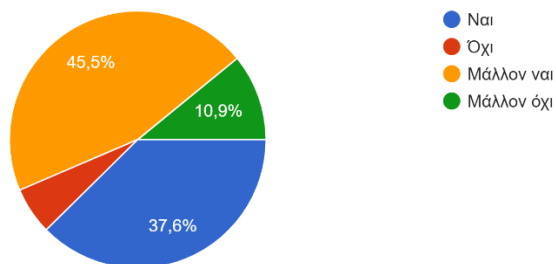
Στην ερώτηση εάν έχουν υπολογίσει το χρηματικό ποσό που θα εξοικονομούσαν από την κομποστοποίηση μόνο το 6,9% απάντησε θετικά

Έχετε υπολογίσει πόσα χρήματα θα εξοικονομούσατε αν αξιοποιούσατε τα παράγωγα της κομποστοποίησης ως λίπασμα;
101 απαντήσεις



Πολύ σημαντικό ήταν και το τελευταίο ερώτημα του ερωτηματολογίου. Οι συμμετέχοντες ρωτήθηκαν για την άποψη τους για την ανακύκλωση ως λύση στα περιβαλλοντικά προβλήματα και σε ποσοστό 83,1% απάντησαν «ναι» και «μάλλον ναι». Αυτό δείχνει ότι ακόμα κι αν η ανακύκλωση δεν είναι προσβάσιμη ή αποδεκτή από όλους αναγνωρίζεται ως μια μέθοδος που έχει σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον.

Πιστεύετε ότι η ανακύκλωση και η κομποστοποίηση θα μπορούσαν να αποτελέσουν λύση στα προβλήματα της περιβαλλοντικής ρύπανσης και της κλιματικής αλλαγής;
101 απαντήσεις



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από τις συνολικές απαντήσεις φαίνεται πως η ανακύκλωση έχει γίνει αποδεκτή από μεγάλο μέρος του πληθυσμού, κυρίως όμως στα άτομα ηλικίας κάτω των 50 ετών. Αντίθετα οι άνθρωποι άνω των 50 δεν έχουν εξοικείωση με την ανακύκλωση τείνουν όμως να έχουν μικρότερες ποσότητες απορριμμάτων στο νοικοκυριό τους. Αυξημένη είναι και η συμμετοχή σε δράσεις ανακύκλωσης ατόμων με σπουδές στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Ένα σημαντικό ζήτημα που αναδύεται από την έρευνα είναι η ελλιπής πρόσβαση των πολιτών σε κάδους ανακύκλωσης οι οποίοι βρίσκονται συνήθως μόνο σε κεντρικά σημεία πόλεων ή κωμοπόλεων.

Οι δήμοι θα πρέπει να ενδιαφέρονται περισσότερο για τη διαχείριση των απορριμμάτων των πολιτών και να έχουν τις κατάλληλες υποδομές για τη συλλογή, μεταφορά και ανακύκλωση τους. Προγράμματα ανταπόδοσης, εκστρατείες ενημέρωσης, δράσεις με τη συμμετοχή σχολείων και περιβαλλοντικών οργανώσεων καθώς και τοποθέτηση κάδων ανακύκλωσης σε περισσότερα σημεία θα μπορούσαν να αυξήσουν το ενδιαφέρον των πολιτών για την προστασία του περιβάλλοντος από τα στερεά απόβλητα και κατά τη συνέπεια την ανακύκλωση περισσότερων υλικών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] International Solid Waste Association, Waste Management, Industry as a partner for sustainable development, ISWA – UNEP, 2002, Copenhagen, DK.
- [2] Κώνστας, Στ., Ψαρουδάκης, Λ., «Διερεύνηση των αντικειμενικών δυνατοτήτων επιτυχίας των προγραμμάτων ανακύκλωσης στην Ελλάδα», Πρακτικά Συνεδρίου Ε.Ε.Κ. Χ.Μ., Ε.Ε.Τ.Α.Α., Ε.Μ.Π., Ανάκτηση πρώτων υλών και ενέργειας από υλικά συσκευασίας, Αθήνα, 1995.
- [3] Δ. Τσιφτελίδης. (2017) «Ολιστική Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στο Δήμο Θέρμης». (Μεταπτυχιακή Διατριβή). ΕΑΠ.
- [4] Σ. Φάμελλος. (2004) «Σχεδιασμός Συστήματος και Μονάδας Ανακύκλωσης Απορριμμάτων στην Ανατολική Θεσσαλονίκη». (Μεταπτυχιακή Διατριβή). ΕΑΠ.
- [5] Κώνστας, Στ., «Οικολογικό ισοζύγιο υλικών συσκευασίας», Πρακτικά Συνεδρίου Ε.Ε.Κ. Χ.Μ., Ε.Ε.Τ.Α.Α., Ε.Μ.Π., Ανάκτηση πρώτων υλών και ενέργειας από υλικά συσκευασίας, Αθήνα, 1995.
- [6] National Solid Waste Management Association, «The cost to recycle at an MRG», special report, 1992.
- [7] Tchobanoglous, Theisen, Vigil, «Integrated Solid Waste Management», McGraw Hill, 1993.
- [8] Κόλλια, Π., «Απορρίματα», Αθήνα 1993, Εκδ.Δ.Γαρταγάνης.
- [9] Σκορδίλη, Αδ., «Η θερμική επεξεργασία απορριμμάτων και RDF», Αθήνα, 1997, εκδ. Κόσμος ΕΠΕ.
- [10] Salhofer S., «Waste Management», ABF – BOKU, Wien, σελ. 12-30, April 2000.
- [11] Hatzimihail, P., “Comparative analysis of Anaerobic Digestion of MSW”, 2000, IHE Unesco, Delft, The Netherlands.

- [12] International Solid Waste Association, ISWA, “Waste to Energy – The latest Technical Development”, Seminar proceedings, Malmoe Sweden, Sept. - Oct. 2001.
- [13] ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ Α.Ε., «Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ΧΥΤΑ Βορειοδυτικού Νομού Θεσσαλονίκης», Θεσσαλονίκη, 2002.
- [14] Μαυρόπουλος, Λοϊζίδου, Λουκάτος, «Διαχειριστικό εργαλείο για την επιλογή μεθόδου επεξεργασίας και διάθεσης στα νησιά του Αιγαίου», Πυρφόρος, επιστημονική έκδοση Ε.Μ.Π., 1999/τεύχος 1.
- [15] Κομίλης Δ., «Διαχείριση Βιοαποδομήσιμων Στερεών Αποβλήτων: Ένα Πιθανό Μέλλον τους στην Ελλάδα», Ενημερωτικό Δελτίο Ε.Ε.Δ.Σ.Α. (1) 12/2002, σελ. 24.
- [16] Παναγιωτακόπουλος Δ., «Βιώσιμη Διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων», Θεσσαλονίκη, 2002, εκδ. Ζυγός.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο έχει 24 ερωτήσεις:

1. Ποια είναι η εθνικότητα σας;
2. Επίπεδο εκπαίδευσης
3. Ποια είναι η ηλικία σας;
4. Ποιο είναι το φύλο σας;
5. Τα σκουπίδια από το νοικοκυριό του σπιτιού σας σε ποιους κάδους τα ρίχνετε;
6. Τα σκουπίδια από το νοικοκυριό του σπιτιού σας πόσες σακούλες είναι τη φορά;
7. Πόσες φορές την εβδομάδα πετάτε τα σκουπίδια σας;
8. Κάνετε διαχωρισμό σκουπιδιών ανά κατηγορία (οργανικά, γυαλί, χαρτί, πλαστικό);
9. Ο δήμος στον οποίο ανήκετε έχει πράσινους και μπλε κάδους;
10. Η περιοχή που μένετε είναι;
11. Γνωρίζετε κάποια εθνική ή διεθνή περιβαλλοντική οργάνωση;
12. Ποια είναι η γνώμη σας για το πώς διαχειρίζονται τα σκουπίδια αυτές οι οργανώσεις;
13. Θα θέλατε να γίνετε μέλος σε κάποια από αυτές τις περιβαλλοντικές οργανώσεις;
14. Πόσες φορές την εβδομάδα πάει τα σκουπίδια το συνεργείο του δήμου σας στη συμβαλλόμενη εταιρία που στόχος της είναι η ανακύκλωση;
15. Πως θα παροτρύνετε τους δημότες άλλων δήμων και της αντίστοιχης ηγεσίας να εγκαταστήσουν μπλε κάδους;
16. Πιστεύετε ότι οι μπλε κάδοι μπορούν να διαχωριστούν περισσότερο;
17. Τι ρίχνετε στις σακούλες που προορίζονται για τους μπλε κάδους;
18. Τι ρίχνετε στις σακούλες που προορίζονται για τους πράσινους κάδους;

19. Γνωρίζετε τι είναι η κομποστοποίηση και τα οφέλη της;
20. Έχετε σκεφτεί ποια απορρίμματα θα μπορούσατε να μην ρίξετε σε σακούλα αλλά σε κάδο κομποστοποίησης;
21. Αν μένετε σε σπίτι με κήπο έχετε κάδο κομποστοποίησης;
22. Αν μένετε σε πολυκατοικία έχετε γλάστρα κομποστοποίησης;
23. Έχετε υπολογίσει πόσα χρήματα θα εξοικονομούσατε αν αξιοποιούσατε τα παράγωγα της κομποστοποίησης ως λίπασμα;
24. Πιστεύετε ότι η ανακύκλωση και η κομποστοποίηση θα μπορούσαν να αποτελέσουν λύση στα προβλήματα της περιβαλλοντικής ρύπανσης και της κλιματικής αλλαγής;

Οι παραπάνω ερωτήσεις οι οποίες έχουν να κάνουν με το πρακτικό κομμάτι της διπλωματικής: τη δημιουργία ερωτηματολογίου: τη χρήση, ανάλυση και την δημιουργία νέων πληροφοριών. Ο σχεδιασμός των ερωτήσεων επιτυγχάνεται με το τέλος της δημιουργίας των παραπάνω ερωτήσεων που σκοπό έχουν τον ακόλουθο στόχο. Στόχος: Πόσο είναι ενημερωμένο το κοινό για τα οφέλη της ανακύκλωσης;