ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΡΗΤΗΣ



Πτυχιακή Εργασία

Ενεργειακή Αξιοποίηση Απορριμμάτων

Φοιτητής ΠΟΥΛΗΣ ΜΙΧΑΗΛ , Α.Μ. 5826

Επιβλέπων ΚΑΤΣΑΠΡΑΚΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΚΡΗΤΗ ΜΑΡΤΙΟΣ 2019

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει τίτλο «Ενεργειακή Αξιοποίηση Απορριμμάτων» και επιδιώκει να παρουσιάσει τρόπους ενεργειακής αξιοποίησης των απορριμμάτων. Αρχικά, οριοθετείτε η έννοια των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, καθώς και οι τεχνικές διαχείρισης απορριμμάτων, ενώ στη συνέχεια γίνεται αναφορά στο Ευρωπαϊκό και ελληνικό θεσμικό πλαίσιο σχετικά με την διαχείριση και αξιοποίηση των απορριμμάτων. Επιπλέον, η εργασία μελετάει τις σημαντικότερες τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης Αστικών Στερεών Αποβλήτων, όπως είναι οι τεχνολογίες αποτέφρωσης, οι τεχνολογίες πυρόλυσης, η αεριοποίηση, καθώς και η αναερόβια ζύμωση και παρατίθενται ορισμένες καλές πρακτικές ενεργειακής αξιοποίησης απορριμμάτων. Ακόμη, η εργασία επιχειρεί να αποτυπώσει την διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα παρουσιάζοντας πρόσφατα δεδομένα, καθώς επίσης και καλές πρακτικές που εφαρμόζονται ήδη.

***Λέξεις Κλειδιά*:** *Αστικά Στερεά Απόβλητα, Θεσμικό Πλαίσιο, Ενεργειακή Αξιοποίηση ΑΣΑ, ΑΣΑ στην Ελλάδα*

ABSTRACT

This thesis is titled "Energy Utilization of Waste" and seeks to present ways of energy recovery of waste. First, define the concept of Urban Solid Waste, as well as waste management techniques, and then refer to the European and Greek institutional framework on waste management and utilization. In addition, the paper studies the most important technologies for energy utilization of Urban Solid Waste, such as incineration technologies, cracking technologies, gasification, and anaerobic fermentation and some good practices of energy recovery. Furthermore, the work attempts to capture the management of Urban Solid Waste in Greece presenting recent data as well as good practices already in place.

Keywords: *Urban Solid Waste, Institutional Framework, Energy Utilization of MSW, MSW in Greece*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ 1

ABSTRACT 2

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ 5

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ 6

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ 7

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ 8

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Αστικά Στερεά Απόβλητα (Α.Σ.Α.) 12

1.1 Ορισμός και κατηγοριοποίηση των ΑΣΑ 12

1.2 Σύσταση και χαρακτηριστικά των ΑΣΑ 18

1.3 Τεχνικές διαχείρισης απορριμμάτων 21

1.3.1 Προσωρινή αποθήκευση 22

1.3.2 Μεταφορά-μεταμόρφωση 24

1.3.3 Αξιοποίηση 26

1.4 Ολοκληρωμένη Διαχείριση ΑΣΑ 30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης απορριμμάτων 35

2.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία 35

2.2 Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο 42

2.3 Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) 49

2.4 Αρμοδιότητες της Τοπικής Αυτοδιοίκησης 56

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης ΑΣΑ 58

3.1 Τεχνολογίες αποτέφρωσης 58

3.1.1 Γενικά 58

3.1.2 Μονάδες καύσης απορριμμάτων 58

3.1.3 Προϊόντα της καύσης και συστήματα ελέγχου των αερίων εκπομπών 61

3.1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αποτέφρωσης απορριμμάτων 63

3.2 Αξιοποίηση απορριμματογενών καυσίμων 65

3.3 Πυρόλυση 69

3.3.1 Γενικά 69

3.3.2 Τεχνολογία πυρόλυσης 69

3.3.3 Αντιδραστήρες πυρόλυσης 71

3.3.4 Πλεονεκτήματα-αδυναμίες της τεχνολογίας πυρόλυσης 72

3.4 Αεριοποίηση 73

3.5 Αναερόβια βιολογική επεξεργασία 78

3.6 Καλές πρακτικές ενεργειακής αξιοποίησης απορριμμάτων 81

3.6.1 Ενεργειακή αξιοποίηση στερεών αποβλήτων από την εκτροφή πουλερικών 81

3.6.2 Παραγωγή αναβαθμισμένου απορριμματογενούς καυσίμου (SRF) με τη χρήση καινοτόμων διεργασιών και διαδικασιών 82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα 85

4.1 Διαχρονική εξέλιξη των ΑΣΑ 85

4.2 Διαχείριση απορριμμάτων προσφυγικών ροών 85

4.3 Ανακύκλωση – Καλές πρακτικές 87

4.4 Κομποστοποίηση-Καλές πρακτικές 90

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 95

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 97

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ταξινόμηση αποβλήτων με βάση τον Ε.Κ.Α. 15
Πίνακας 2: Στερεά απόβλητα, πηγές προέλευσης και συστατικά τους. 17
Πίνακας 3: Τιμές παραμέτρων για τη χρήση του RDF στην τσιμεντοβιομηχανία, σύμφωνα με την EuropeanUnionforResponsible IncinerationandTreatment..... 68
Πίνακας 4: Σημαντικά χαρακτηριστικά των κύριων τεχνολογιών θερμοχημικής μετατροπής..... 77
Πίνακας 5: Ισοζύγιο μάζας μονάδας αναερόβιας χώνευσης στην περιοχή της Θεσσαλονίκης 81

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Κατηγοριοποίηση στερεών αποβλήτων 13
Σχήμα 2: Πυραμίδα ιεράρχησης των σταδίων διαχείρισης απορριμμάτων 32
Σχήμα 3: Τυπικό ενεργειακό ισοζύγιο σε μονάδα αποτέφρωσης 60
Σχήμα 4: Προϊόντα καύσης από 1000kg απορρίμματα 64
Σχήμα 5:Τρόπος παραγωγής του RDF και σημαντικότερες χρήσεις του 67
Σχήμα 6: Σχηματική διαδικασία της πυρόλυσης Αστικών Στερεών Αποβλήτων 71
Σχήμα 7: Τυπικό διάγραμμα ροής της διεργασίας αεριοποίησης 74
Σχήμα 8: Χρήσεις του αερίου σύνθεσης-syngas 76

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Τυπικός πλαστικός κάδος σύμμεικτων απορριμμάτων 23
Εικόνα 2: ΣΜΑ Ευκαρπίας (Θεσσαλονίκη) 25
Εικόνα 3: Κάδοι ανακύκλωσης τεσσάρων ρευμάτων για διαλογή στην πηγή 27
Εικόνα 4: Άποψη ενός ΧΥΤΑ από αυτούς που λειτουργούν στην Ελλάδα 29
Εικόνα 5: Τυπική μονάδα καύσης απορριμμάτων τύπου massfired 60
Εικόνα 6: Pellet που παράγονται από το RDF 65
Εικόνα 7: Πυρολητικός αντιδραστήρας που λειτουργεί με ελεγχόμενη παροχή οξυγόνου 72
Εικόνα 8: Αεριοποιητής ρευστοποιημένης κλίνης 74

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της εν λόγω Πτυχιακής Εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες αρχικά στον επιβλέποντα καθηγητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών κ. Κατσαπρακάκη Δημήτριο για την ανάθεση και την επίβλεψη της Πτυχιακής μου Εργασίας. Ακόμη, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, καθώς και στους διδάσκοντες του Τμήματός μας για την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε και για τις γνώσεις που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την βοήθεια που μου προσέφερε όλα αυτά τα χρόνια έως και την ολοκλήρωση των σπουδών μου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως απορρίμματα νοούνται όλα τα στερεά απόβλητα τα οποία φαινομενικά δεν μπορούν να αξιοποιηθούν. Στα απορρίμματα περιλαμβάνονται τα στερεά απόβλητα από διάφορες πηγές προέλευσης όπως είναι τα οικιακά, τα βιομηχανικά, τα σκουπίδια που συλλέγονται από τους δρόμους, από τους οικοδομές κτλ. Στα υγρά απόβλητα περιλαμβάνονται τα λύματα καθώς και οι ραδιενεργές ουσίες και στα αέρια απόβλητα περιλαμβάνονται τα καυσαέρια. (Παναγιωτακόπουλος , 2002)

Οι κυριότερες πηγές από τις οποίες προέρχονται τα απορρίμματα είναι τρεις: από το περίσσευμα που προέρχεται από την απόκτηση πρώτων υλών, από τον μετασχηματισμό που συμβαίνει στις πρώτες ύλες σε προϊόντα όπως επίσης και από το περίσσευμα των προϊόντων τα οποία προκύπτουν από τη χρήση τους. Παρόλο που η ανθρωπότητα εστιάζει στα απόβλητα που παράγονται ως περίσσευμα των προϊόντων, τα απόβλητα των δύο άλλων πηγών είναι περισσότερα και ορισμένες φορές περισσότερο επικίνδυνα, καθώς αφορούν άμεσα την επιβίωση της ανθρωπότητας λόγω της απομείωσης των φυσικών πόρων. (Σκορδίλης & Μπούσιου , 2002)

Η διαχείριση των απορριμμάτων με το πέρασμα του χρόνου μπορούμε να πούμε ότι παρουσίασε δυναμική εξέλιξη, ενώ από τα πρώτα χρόνια της δημιουργίας του ανθρώπου ο κυριότερος στόχος της διαχείρισης των απορριμμάτων δεν ήταν άλλος από την προστασία της δημόσιας υγείας. Ωστόσο, με την πάροδο του χρόνου υπήρξε έντονη περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση αναφορικά με τη διαχείριση απορριμμάτων. Έτσι, ολοένα και μεγαλύτερο κομμάτι του πληθυσμού εστίαζε την προσοχή του στην προστασία της ατμόσφαιρας, του νερού αλλά και του εδάφους.

Τα τελευταία χρόνια η διαμόρφωση του Ευρωπαϊκού Πλαισίου για την διαχείριση των απορριμμάτων, αναδεικνύει ως προτεραιότητα στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης την ελαχιστοποίηση της παραγωγής των απορριμμάτων καθώς και την θεώρηση των απορριμμάτων ως αξιοποιήσιμα υλικά από τα οποία μπορούν να ανακτηθούν υλικά ή ενέργεια. (Βαλαβανίδης & Βλαχογιάννη , 2015)

Η διαχείριση των απορριμμάτων πλέον ξεφεύγει από τα στενά όρια των τοπικών κοινωνιών και εκτείνεται σε εθνική, ευρωπαϊκή και διεθνή κλίμακα. Όμως καλό θα ήταν να αναφέρουμε τι ακριβώς δύναται να περιλαμβάνει η διαχείριση των απορριμμάτων καθώς και τις αναγκαίες ενέργειες προς αυτή την κατεύθυνση. Πιο

αναλυτικά, αρχικά γίνεται μια εκτίμηση της ποσότητας αλλά και της ποιότητας των απορριμμάτων, ενώ στη συνέχεια γίνεται προσωρινή αποθήκευσηκαι ακολουθεί συλλογή με ενδεχόμενη διαλογή στην πηγή. Έπειτα ακολουθεί η μεταφορά στη θέση επεξεργασίας και διάθεσης απορριμμάτων, ενώ στο τέλος γίνεται η τελική επεξεργασία και η διάθεση των απορριμμάτων. (Λέκκας , et al., 1991)

Η ενεργειακή αξιοποίηση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ) συνιστά βασικό στοιχείο ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων. Οι συνηθέστερες μορφές ενεργειακής αξιοποίησης είναι οι τεχνολογίες αποτέφρωσης, η αξιοποίηση των απορριμματογενών καυσίμων, η πυρόλυση, η αεριοποίηση, όπως και η αναερόβια ζύμωση του οργανικού κλάσματος Αστικών Στερεών Απορριμμάτων. (Κατασανεβάκης , et al., 2010)

Η Πτυχιακή Εργασία αυτή έχει τίτλο «Ενεργειακή Αξιοποίηση Απορριμμάτων» και αναπτύσσεται σε τέσσερα κεφάλαια. Ειδικότερα, στο πρώτο κεφάλαιο αποτυπώνεται η έννοια των Αστικών Στερεών Αποβλήτων (Α.Σ.Α.) όπου μετά τον ορισμό κατηγοριοποιούνται. Έπειτα παρουσιάζεται αναλυτικά η σύσταση και τα χαρακτηριστικά των ΑΣΑ, ενώ ακολούθως αναλύονται οι τεχνικές διαχείρισης απορριμμάτων που περιλαμβάνουν την προσωρινή αποθήκευση, τη μεταφορά-μεταφόρτωση, την αξιοποίηση καθώς και την επεξεργασία των ΑΣΑ.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας εξετάζεται το θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης απορριμμάτων. Ειδικότερα, γίνεται αναφορά στην Ευρωπαϊκή νομοθεσία, στο Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο που διέπει τα απορρίμματα και την επεξεργασία τους, στο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) καθώς και στις αρμοδιότητες της Τοπικής Αυτοδιοίκησης που αφορούν την διαχείριση απορριμμάτων.

Το τρίτο κεφάλαιο αναλύει τις τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης των ΑΣΑ. Ειδικότερα, παρουσιάζονται οι τεχνολογίες αποτέφρωσης, η αξιοποίηση απορριμματογενών καυσίμων, η τεχνολογία της πυρόλυσης, η αεριοποίηση, όπως επίσης και η αναερόβια ζύμωση του οργανικού κλάσματος ΑΣΑ. Τέλος, αναλύονται ορισμένες καλές πρακτικές ενεργειακής αξιοποίησης απορριμμάτων σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εξετάζεται η διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα. Ειδικότερα, αποτυπώνεται η υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα, η διαχρονική εξέλιξη των ΑΣΑ, ο τρόπος συλλογής των ΑΣΑ, οι χώροι υγειονομικής

ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) όπως επίσης και η ανάκτηση βιοαερίου και η παραγωγή ενέργειας. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η μέθοδος επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης, καθώς και η κομποστοποίηση ως μέθοδος διαχείρισης απορριμμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Αστικά Στερεά Απόβλητα (Α.Σ.Α.)

1.1 Ορισμός και κατηγοριοποίηση των ΑΣΑ

Η έννοια του αποβλήτου έχει απασχολήσει για μεγάλο χρονικό διάστημα τόσο την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Οδηγιών περί Αποβλήτων, όσο και την περίπτωση Διατήρησης Πόρων και Δράσεων Αντιμετώπισης των Η.Π.Α. (Gharfalkar , et al., 2015)

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2008/98/ΕC, «ως απόβλητο μπορεί νοηθεί κάθε αντικείμενο ή κάθε ουσία, που ο κάτοχός του απορρίπτει ή έχει σκοπό να απορρίψει ή είναι υποχρεωμένος να το απορρίψει». Αναμφίβολα, για τα απορρίμματα δεν υπάρχει θετική άποψη από το κοινό καθώς απορρίπτονται, ωστόσο λόγω της συχνής επαναχρησιμοποίησης αναγνωρίζεται η αξίας τους. (Gharfalkar , et al., 2015)

Σύμφωνα με έναν άλλο ορισμό, «ως στερεά απόβλητα μπορούν να χαρακτηριστούν τα στερεά ή τα ημιστερεά υλικά, τα οποία δεν παρουσιάζουν αξία ή χρησιμότητα για αυτόν που τα κατέχει, έτσι ώστε να συνεχίσει να υφίσταται την δαπάνη, τη μέριμνα ή το βάρος για την διατήρησή τους». (Νταράκας , 2014)

Τα στερεά απόβλητα μπορούν να διαχωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες που είναι οι ακόλουθες:

- Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ) – Απορρίμματα.
- Ειδικά απόβλητα, στα οποία περιλαμβάνονται τα επικίνδυνα απόβλητα, τα μη επικίνδυνα απόβλητα όπως επίσης και τα ιατρικά απόβλητα.

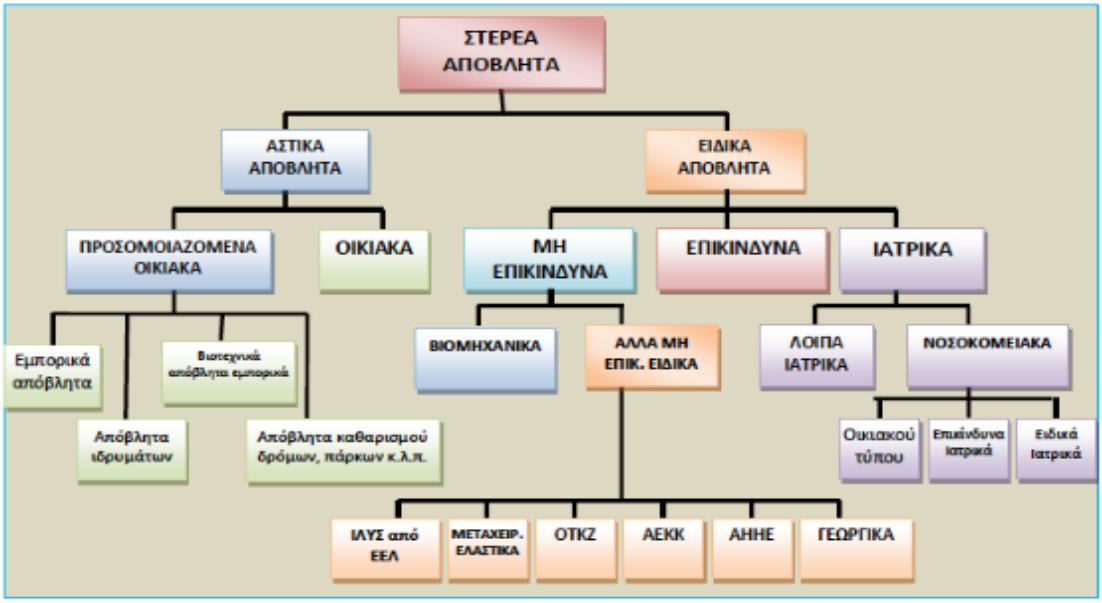
Πιο αναλυτικά στα Αστικά Στερεά Απόβλητα περιλαμβάνονται τα ακόλουθα:

- Τα αστικά απορρίμματα, όπως είναι τα οικιακά, τα βιοτεχνικά, τα εμπορικά και τα απορρίμματα οδοκαθαρισμού.
- Τα στερεά ή υδαρή, τα οποία έχουν ένα σημαντικό ποσοστό αιωρούμενων ουσιών. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι πρόκειται για απόβλητα τα οποία δεν είναι δυνατό να διατεθούν μαζί με τα οικιακά απορρίμματα όπως είναι ορισμένα βιομηχανικά τοξικά ή αδρανή, καθώς και τα απόβλητα που προέρχονται από την βιομηχανία παραγωγής ενέργειας.

- Τα πετρελαιοειδή απόβλητα, τα οποία προέρχονται από την επεξεργασία του πετρελαίου, καθώς επίσης και από τα διυλιστήρια, από τα χημικά εργοστάσια και από τα ναυπηγεία κτλ.
- Τα απόβλητα τα οποία προέρχονται από τις γεωργικές και τις κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις.
- Τα απόβλητα τα οποία προέρχονται από ορυχεία και μεταλλεία.
- Τα απόβλητα των εκσκαφών είτε αυτά προέρχονται από την ξηρά, είτε από την θάλασσα.
- Τα απόβλητα από τις οικοδομικές κατεδαφίσεις.
- Οι ιλύες που προέρχονται από την επεξεργασία των αστικών λυμάτων καθώς και από τη βιομηχανία.
- Τα απόβλητα που προέρχονται από εμπορικές δραστηριότητες.
- Τα ιατρικά απόβλητα.
- Τα ελαστικά.
- Το σκραπ, που προέρχεται από τα αυτοκίνητα που αποσύρονται, από τους παλιούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές κτλ. (Νταράκας , 2014)

Το σχήμα 1, αποτυπώνει την κατηγοριοποίηση των στερεών αποβλήτων.

Σχήμα 1: Κατηγοριοποίηση στερεών αποβλήτων[1]



[1] Δήμος Λαυρεωτικής , 2015. *Τοπικό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Δήμου Λαυρεωτικής.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: ocplayer.gr/3205047-Topiko-shedio-diaheirisis-stereon-apovliton-dimoy-layreotikis-pinakas-periehomenon-1-eyretirio-pinakon-5-eyretirio-shimaton.html

«Στην έννοια των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, εμπεριέχονται τα οικιακά απόβλητα, όπως επίσης και τα απόβλητα τα οποία είτε λόγω φύσης, είτε λόγω σύνθεσης, είναι πανομοιότυπα με τα οικιακά, όπως για παράδειγμα είναι τα απόβλητα που προέρχονται από τις εμπορικές και τις άλλες συναφείς δραστηριότητες, από τα κτίρια γραφείων και από τα ιδρύματα, όπως είναι τα σχολεία, τα νοσοκομεία κτλ. Επιπλέον, στα Αστικά Στερεά Απόβλητα, περιλαμβάνονται τα ογκώδη απόβλητα, όπως είναι για παράδειγμα τα στρώματα, τα έπιπλα κτλ. καθώς και τα απόβλητα που προέρχονται από τους κήπους, τα φύλλα, τα κλαδιά, τα κηπευτικά όπως επίσης και τα απόβλητα τα οποία προέρχονται από τον καθαρισμό των δρόμων». (Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΣΔΑ), 2014)

Προκειμένου να προσδιοριστεί η σύσταση και τα χαρακτηριστικά των απορριμμάτων από ένα μη ομοιογενές μείγμα υλικών ακολουθούνται τα ακόλουθα βήματα:

- Ο σχεδιασμός των δειγματοληψιών.
- Η συλλογή των δειγμάτων.
- Η ταξινόμηση σε ομάδες υλικών.
- Οι αναλύσεις που αφορούν τις φυσικές και χημικές παραμέτρους. (Σκορδίλης & Κομνίτσας , 2004)

Λαμβάνοντας υπόψη τα εν λόγω στάδια που ήδη αναφέρθηκαν, η κατηγοριοποίηση των απορριμμάτων γίνεται ως εξής:

- Χαρτί-Χαρτόνι, όπου εμπεριέχονται όλα τα προϊόντα του χαρτιού, τα έντυπα, τα υλικά συσκευασίας κτλ.
- Μέταλλα, όπου στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται όλα τα μέταλλα είτε είναι σιδηρούχα ή μη.
- Γυαλί, όπου εμπεριέχονται όλα τα είδη του γυαλιού ανεξάρτητα από το χρώμα και το σχήμα το οποίο έχουν.
- Πλαστικά, όπου εμπεριέχονται όλα τα είδη που από την εμφάνισή τους χωρίς να γίνει κάποια ανάλυση φαίνεται ότι είναι πλαστικά.
- Ύφασμα, ξύλο, δέρμα, λάστιχο, όπου στην κατηγορία αυτή εντάσσονται τα υλικά που αναφέρθηκαν και δεν υπάρχει δυνατότητα αξιοποίησής τους ως εδαφοβελτιωτικά αλλά είναι κατάλληλα για καύση.

- Αδρανή, όπου περιέχονται υλικά όπως είναι τα κεραμικά, οι πέτρες, η πορσελάνη, οι σκόνες, για τα οποία δεν υπάρχει δυνατότητα καύσης, ούτε λιπασματοποίησης, αλλά ούτε και άμεσης χρήσης.
- Ζυμώσιμα, όπου περιέχονται τα υπολείμματα από την κουζίνα και τον κήπο.
- Υπόλοιπα: Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται τα υλικά τα οποία δεν ανήκουν σε κάποια από τις κατηγορίες που αναφέρθηκαν. (Σκορδίλης & Κομνίτσας , 2004)

Λαμβάνοντας υπόψη τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.), τα δημοτικά απόβλητα μπορούν να ταξινομηθούν με τον κωδικό 20.

Ο πίνακας 1, παρουσιάζει την ταξινόμηση των αποβλήτων με βάση τον Ε.Κ.Α.

Πίνακας 1: Ταξινόμηση αποβλήτων με βάση τον Ε.Κ.Α.[2]

Κωδικός	**Είδος αποβλήτου**
20 01	Χωριστά συλλεγέντα μέρη (εκτός από το σημείο 15 01)
20 01 01	Χαρτιά και χαρτόνια
20 01 02	Γυαλιά
20 01 08	Βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα κουζίνας και χώρων διαίτησης
20 01 10	Ρούχα
20 01 11	Υφάσματα
20 01 17	Φωτογραφικά χημικά
20 01 19	Ζιζανιοκτόνα
20 01 21	Σωλήνες φθορισμού και άλλα απόβλητα που περιέχουν υδράργυρο
20 01 22	Αεροζόλ
20 01 23	Απορριπτόμενος εξοπλισμός που περιέχει χλωροφθοράνθρακες
20 01 31	Κυτταροτοξικές και κυτταροστατικές

[2]Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΣΔΑ), 2014. *Ορισμοί Αστικών Αποβλήτων.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=94

	φαρμακευτικές ουσίες
20 01 32	Φάρμακα αλλά από τα αναφερόμενα στο σημείο 20 01 31
20 01 33	Μπαταρίες και συσσωρευτές που περιλαμβάνονται στα σημεία 16 06 01, 16 06 02 ή 16 06 03 και μεικτές μπαταρίες και συσσωρευτές που περιέχουν τις συγκεκριμένες μπαταρίες.
20 01 34	Μπαταρίες και συσσωρευτές διαφορετικά από τα αναφερόμενα στο σημείο 20 01 33
20 01 35	Απορριπτόμενος ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός διαφορετικός από τον αναφερόμενο στα σημεία 20 01 21 και 20 01 23, ο οποίος περιέχει επικίνδυνα συστατικά στοιχεία
20 01 36	Απορριπτόμενος ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός διαφορετικός από αυτόν που αναφέρεται στα σημεία 20 01 21, 20 01 23 και 20 01 35
20 01 37	Ξύλο το οποίο περιέχει επικίνδυνες ουσίες
20 01 38	Ξύλο πέρα από εκείνα που περιλαμβάνονται στην κατηγορία 20 01 37
20 01 39	Πλαστικά
20 01 40	Μέταλλα
20 01 41	Απόβλητα από τον καθαρισμό των καμινάδων
20 01 99	Άλλα μέρη μη προδιαγραφόμενα άλλως.
20 02	Απόβλητα κήπων και πάρκων, όπου περιλαμβάνονται τα απόβλητα των νεκροταφείων

20 02 01	Βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα
20 02 02	Χώματα και πέτρες
20 02 03	Άλλα μη βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα
20 03	Άλλα δημοτικά απόβλητα
20 03 01	Ανάμεικτα δημοτικά απόβλητα
20 03 02	Απόβλητα από αγορές
20 03 03	Υπολείμματα από τον καθαρισμό των δρόμων
20 03 04	Λάσπη σηπτικής δεξαμενής
20 03 06	Απόβλητα από τον καθαρισμό λυμάτων
20 03 07	Ογκώδη απόβλητα
20 03 99	Δημοτικά απόβλητα με προδιαγραφόμενα άλλως

Ο πίνακας 2, παρουσιάζει την ταξινόμηση των στερεών αποβλήτων λαμβάνοντας υπόψη την πηγή προέλευσής τους, τον τύπο καθώς και τα συστατικών των αποβλήτων.

Πίνακας 2: Στερεά απόβλητα, πηγές προέλευσης και συστατικά τους.[3]

Χαρακτηρισμός πηγής αποβλήτων	**Τυπικές δραστηριότητες ή εγκαταστάσεις που παράγονται**	**Τύποι και συστατικά των αποβλήτων**
Οικιακά απόβλητα	Κατοικίες, πολυκατοικίες	Υπολείμματα τροφών, ζυμώσιμα υλικά, χαρτόνια, πλαστικά, υφάσματα, δέρματα, ξύλα, απόβλητα κήπων, γυαλιά, μέταλλα, τέφρα, ογκώδη αντικείμενα, επικίνδυνα/τοξικά οικιακά

[3] Παναγιωτακόπουλος , Δ. Χ., 2002. *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων.* Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Ζυγός

		απόβλητα, ηλεκτρικά είδη και ηλεκτρικές συσκευές.
Εμπορικά απόβλητα	Συνεργεία, ελαφρά βιομηχανία κτλ.	Χαρτιά, χαρτόνια, πλαστικά, ξύλα, υπολείμματα τροφών, γυαλιά, μέταλλα, ειδικά απόβλητα (όπως είναι ηλεκτρικές συσκευές, επικίνδυνα και τοξικά απόβλητα κτλ.)
Απόβλητα ιδρυμάτων	Σχολεία, νοσοκομεία, διοικητήρια κτλ. (Να σημειώσουμε ότι στην κατηγορία αυτή δεν περιλαμβάνονται τα μολυσματικά απόβλητα)	Χαρτιά, χαρτόνια, πλαστικά, ξύλα, τροφικά υπολείμματα, γυαλιά, μέταλλα, ειδικά απόβλητα
Απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων	Νέες κατασκευές κτιρίων, δρόμων κτλ., κατεδαφίσεις	Ξύλα, σκυρόδεμα, τούβλα, καλώδια, μέταλλα, χώμα, πέτρες
Απόβλητα καθαρισμού κοινόχρηστων χώρων	Καθαρισμός οδών, πάρκων, παραλιών και χώρων αναψυχής.	Σκουπίδια, ξύλα, κλαδιά κτλ.
Απόβλητα εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων	Καύση αποβλήτων, βιολογικοί καθαρισμοί, σηπτικές δεξαμενές κτλ.	Τέφρα, ιλύς (λυματολάσπη)

1.2 Σύσταση και χαρακτηριστικά των ΑΣΑ

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι τα οικιακά απορρίμματα διαφέρουν ως προς τη σύσταση και την ποσότητά τους. Η παραγωγή αποβλήτων υπολογίζεται με βάση τη Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ) όπου αποτυπώνει το βάρος των απορριμμάτων που παράγει ένα άτομο σε μα μέρα και μπορεί να διαφέρει από

περιοχή σε περιοχή. Είναι γεγονός ότι η ποσότητα των παραγόμενων απορριμμάτων είναι μεγαλύτερη για τις πλουσιότερες περιοχές της ίδιας χώρας, ενώ στις αγροτικές περιοχές τα απορρίμματα που παράγονται είναι λιγότερα. Για την Ελλάδα, η τιμή του ΜΠΑ λαμβάνει τιμές από 0,6 kg/cap.dayγια τις αγροτικές περιοχές της χώρας έως 1kg/cap.dayγια τις πιο πλούσιες περιοχές. Πέρα από την Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ), υπάρχει και ο Ρυθμός Παραγωγής Απορριμμάτων (ΡΠΑ), όπου υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την ΜΠΑ με τον πληθυσμό που εξυπηρετεί η κάθε περιοχή. (Γιδαράκος , 2005)

Ακολούθως, αναφέρουμε τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τον Ρυθμό Παραγωγής Απορριμμάτων, οι οποίοι είναι οι ακόλουθοι:

- Η πληθυσμιακή πυκνότητα, καθώς με την αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας μια περιοχής αυξάνεται και παραγωγή των απορριμμάτων.
- Οι πληθυσμιακές διακυμάνσεις, κάτι που είναι ιδιαίτερα ορατό στις τουριστικές περιοχές, όπου ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός μιας περιοχής, μπορεί να διπλασιαστεί ακόμα και να πολλαπλασιαστεί εντός της τουριστικής περιόδου.
- Οι εποχές του χρόνου καθώς παράγονται διαφορετικές ποσότητες απορριμμάτων ανάλογα με την εποχή.
- Η συχνότητα συλλογής, όπου η αύξηση της συχνότητας συλλογής των απορριμμάτων σχετίζεται με την αύξηση της παραγωγής των απορριμμάτων.
- Το κοινωνικό, οικονομικό και μορφωτικό επίπεδο του πληθυσμού.
- Η γεωγραφική περιοχή αναφοράς.
- Η ηλικία των καταναλωτών.
- Η εμπορική και βιομηχανική δραστηριότητα που έχει αναπτυχθεί.
- Το κατά πόσο υπάρχουν και είναι επιτυχημένα τα προγράμματα ανακύκλωσης και κομποστοποίησης.
- Η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών.
- Ο όγκος και τα είδη των κάδων που υπάρχουν. (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης , 2002)

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των απορριμμάτων διαχωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

Φυσικά χαρακτηριστικά

Τα φυσικά χαρακτηριστικά των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, σχετίζονται με τη φυσική σύσταση που έχουν αυτά, δηλαδή ουσιαστικά από τα υλικά από τα οποία συντίθενται. Μέσω των φυσικών χαρακτηριστικών προσδιορίζονται οι επιτρεπτές μέθοδοι για τις φυσικές μετατροπές, οι οποίες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για την διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων. Τα σημαντικότερα φυσικά χαρακτηριστικά των Αστικών Στερεών Αποβλήτων είναι τα ακόλουθα:

- Η πυκνότητα ή ειδικός βάρος.
- Η υγρασία.
- Η υδροαπορροφητικότητα.
- Η υδραυλική αγωγιμότητα.
- Η μέθοδος τεμαχίων. (Παναγιωτακόπουλος , 2002)

Χημικά χαρακτηριστικά

Τα χημικά χαρακτηριστικά επιδρούν περισσότερο κατά την διαδικασία της καύσης και της κομποστοποίησης, αφού οι διεργασίες αυτές σχετίζονται με τη χημική σύσταση των ΑΣΑ, ουσιαστικά με το ποσοστό των χημικών στοιχείων που εμπεριέχουν.

Τα σημαντικότερα χημικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ είναι τα ακόλουθα:

- Η θερμογόνος δύναμη.
- Η στοιχειακή ανάλυση.
- Η ομαδοποίηση των χημικών ενώσεων.
- Τα χαρακτηριστικά ανάλυσης που αφορούν την καταλληλότητα για καύση. (Παναγιωτακόπουλος , 2002)

Βιολογικά χαρακτηριστικά

Τα βιολογικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ αφορούν την αποδόμηση της οργανικής ύλης τους και επιδρούν στις μεθόδους επεξεργασίας που σχετίζονται με τη βιοδιάσπαση της οργανικής ύλης των ΑΣΑ, δηλαδή για την περίπτωση της αερόβιας και της αναερόβιας αποσύνθεσης. Επιπλέον, μαζί με τα βιολογικά χαρακτηριστικά μπορούν να μελετηθούν και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά. Τα σημαντικότερα από τα βιολογικά χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα:

- Η βιοαποδομησιμότητα.
- Η παραγωγή οσμών.
- Η ανάπτυξη εντόμων. (Κούγκολος , 2007)

1.3 Τεχνικές διαχείρισης απορριμμάτων

Αναμφίβολα, η διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, μπορεί να ενισχύσει την προστασία του περιβάλλοντος, την προστασία της δημόσιας υγείας και υγιεινής όπως επίσης και την εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας. Στόχος ενός ολοκληρωμένου και αποδοτικού συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων είναι να προάγει την μείωση και την πρόληψη των απορριμμάτων, ενώ στα επόμενα στάδια του συστήματος περιλαμβάνεται η προσωρινή αποθήκευση, η μεταφορά και η μεταφόρτωση των απορριμμάτων, η ανάκτηση και η ανακύκλωση, ο διαχωρισμός και η αξιοποίηση. Τέλος, το σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων στοχεύει στην ελεγχόμενη εναπόθεση των απορριμμάτων ύστερα από την επεξεργασία τους , ενώ ως τελικό στάδιο θεωρείται η αποκατάσταση των χώρων που έχουν ρυπανθεί από την ανεξέλεγκτη διάθεσή τους. (Σκορδίλης , 2006)

Λαμβάνοντας υπόψη την ισχύουσα νομοθεσία σχετικά με την υγειονομική ταφή των αποβλήτων, δεν είναι δυνατή η διάθεση σε ΧΥΤΑ αποβλήτων τα οποία δεν έχουν υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ως επεξεργασία νοούνται οι φυσικές, θερμικές, χημικές ή βιολογικές διεργασίες στις οποίες περιλαμβάνεται και η διαλογή. Οι διαδικασίες αυτές μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων, προκειμένου να μειωθεί ο όγκος τους ή να περιοριστούν και να αδρανοποιηθούν οι επικίνδυνες ιδιότητες που κατέχουν ή να βελτιωθεί η ανάκτηση χρήσιμων υλικών από αυτά. (Λυμπεράτος & Τσιλιγιάννης , 1999)

Προκειμένου ένα σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων να είναι αποτελεσματικό θα πρέπει να εξετάζονται τα ποιοτικά και τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων, όπως επίσης και ο βαθμός ανάπτυξης της αγοράς προκειμένου να γίνεται η αξιοποίηση των προϊόντων. Οι παράγοντες αυτοί επιδρούν σημαντικά στην αποτελεσματικότητα της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας που πρόκειται να επιλεχθεί,

αφενός από οικονομική σκοπιά, αφετέρου δε από τεχνική και περιβαλλοντική. (Butti , 2012)

1.3.1 Προσωρινή αποθήκευση

Με την έννοια της προσωρινής αποθήκευσης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, περιγράφεται ο χώρος που τοποθετούνται τα απορρίμματα προσωρινά μέχρις ότου γίνει η συλλογή τους. (Σκορδίλης & Κομνίτσας , 2004) Όμως θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το συγκεκριμένο στάδιο διαχείρισης των απορριμμάτων είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την δημόσια υγεία, καθώς δύναται να δημιουργηθούν σημαντικά προβλήματα όπως είναι ή έντονη δυσοσμία, η συγκέντρωση πλήθους ενοχλητικών εντόμων και ποντικιών, καθώς και η διασπορά των απορριμμάτων είτε από τον αέρα, είτε από οικόσιτα ζώα. (Παναγιωτακόπουλος, 2007)

Οι κυριότεροι τρόποι με τους οποίους γίνεται προσωρινή αποθήκευση είναι οι ακόλουθοι:

- Με σάκους: Οι σάκοι μπορεί να είναι είτε πλαστικοί είτε χάρτινοι, με τους πλαστικούς σάκους να κατασκευάζονται από πολυαιθυλένιο υψηλής ή χαμηλής πυκνότητας (HDPE) και (LDPE) αντίστοιχα. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι οι χάρτινοι σάκοι για την αποθήκευση απορριμμάτων, στην Ελλάδα δεν αποτελούν ενδεικνυόμενη πρακτική καθώς υπάρχει σε αυτούς υψηλό ποσοστό οργανικού κλάσματος και υγρασίας. Ωστόσο, σε διεθνές επίπεδο χρησιμοποιούνται χάρτινοι σάκοι με διαφορετικές ανθεκτικότητες για τη συλλογή όλων των κλασμάτων των απορριμμάτων. (Καραγιαννίδης, et al., 2006)
- Σε κάδους: Οι κάδοι απορριμμάτων κατασκευάζονται από ανθεκτικό πλαστικό ή μέταλλο και μπορεί να είναι είτε τροχήλατοι, είτε σταθεροί. Τα σημαντικότερα κριτήρια για την επιλογή των κάδων είναι τα ακόλουθα:
  - Το κόστος για την προμήθειά τους και για την συντήρησή τους.
  - Η διάρκεια ζωής τους.
  - Η σωστή προσαρμογή στον μηχανισμό ανύψωσης του απορριμματοφόρου.
  - Η εμφάνισή τους από αισθητικής πλευράς.
  - Η αντοχή τους σε καταπονήσεις.

- Η ευκολία μεταφοράς τους από το σημείο συλλογής των απορριμμάτων προς το απορριμματοφόρο.
- Η στεγανότητά τους.
- Η ευκολία με την οποία καθαρίζονται και απολυμαίνονται.
- Το κατά πόσο υπάρχει η δυνατότητα ανακύκλωσής τους.
- Η αντικραδασμική συσκευή των τροχών τους.
- Η ικανότητα εκκένωσης των υγρών καταλοίπων από τον πυθμένα τους.
- Το ερμητικό τους κλείσιμο. (Σκορδίλης & Κομνίτσας , 2004)

Εικόνα 1: Τυπικός πλαστικός κάδος σύμμεικτων απορριμμάτων[4]



Μέσω της χρήσης των κάδων παρέχεται καλύτερη αισθητική καθώς και προστασία της δημόσιας υγείας σε σχέση με τους σάκους, όμως αυξάνεται το λειτουργικό κόστος που αφορά τις υπηρεσίες καθαριότητας λόγω των δαπανών που βαρύνουν την προμήθεια των κάδων καθώς και τη συντήρησή τους. Όταν οι κάδοι είναι μεγάλοι τότε η εκκένωσή τους πραγματοποιείται με μηχανοποιημένο τρόπο, ενώ

[4] http://www.fil-eco.gr/product/7_Plastikoi-tetratroxoi-kadoi-aporrimmatwn-1100-lt

σε περίπτωση που είναι μικρότεροι τότε η εκκένωσή τους γίνεται με χειρωνακτικό τρόπο. Στην Ελλάδα, οι περισσότεροι κάδοι που χρησιμοποιούνται είναι μεταλλικοί και πλαστικοί τροχήλατοι με την χωρητικότητά τους να κυμαίνεται από 120 έως 1100 λίτρα. (Καραγιαννίδης, et al., 2006)

- Σε απορριμματοκιβώτια: Πρόκειται για μεταλλικούς υποδοχείς απορριμμάτων που έχουν αρκετά μεγάλη χωρητικότητα και τοποθετούνται σε επιλεγμένα σημεία που υπάρχει αυξημένη παραγωγή απορριμμάτων ή παράγονται ογκώδη απορρίμματα, όπως είναι για παράδειγμα τα υλικά κατεδαφίσεων και κατασκευών, τα οποία δεν είναι εύκολο να συλλεχθούν από τα συμβατικά απορριμματοφόρα λόγω τους μεγέθους τους, αλλά και του βάρους τους. Τα απορριμματοκιβώτια μπορεί να είναι είτε ορθογωνικής, είτε τραπεζοειδούς τομής και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: Σε αυτά που αποσπώνται από το πλαίσιο των οχημάτων και εκκενώνονται με ανατροπή και σε αυτά που είναι κλειστής ή ανοιχτής οροφής, με τα κλειστής οροφής να διακρίνονται σε αυτά που είναι απλά και σε αυτά που είναι τύπου συμπίεσης. (Καραγιαννίδης, et al., 2006)

1.3.2 Μεταφορά-μεταμόρφωση

Ύστερα από την συλλογή των απορριμμάτων στα μέσα προσωρινής αποθήκευσης που αναφέρθηκαν προηγουμένως, ακολουθεί η μεταφορά τους στους χώρους διάθεσης και επεξεργασίας τους. Η διαδικασία αυτή γίνεται με την χρήση ειδικά διαμορφωμένων οχημάτων, που διαθέτουν τα κατάλληλα συστήματα για την φόρτωση, την συμπίεση και την εκφόρτωση των απορριμμάτων. Τα οχήματα αυτά παρουσιάζουν διαφορές στις διαστάσεις και στον όγκο τους ανάλογα με τις ανάγκες που απαιτείται να καλύψουν. (Σκορδίλης & Κομνίτσας , 2004)

Θα πρέπει να τονίσουμε ότι στο στάδιο της μεταφοράς περιέχεται και το κομμάτι της μεταφόρτωσης που συνιστά το ενδιάμεσο στάδιο της μεταφοράς των απορριμμάτων προς τον χώρο διάθεσης ή επεξεργασίας και έχει στόχο την βελτιστοποίηση των διαδρομών. Η μεταφόρτωση αυτή πραγματοποιείται είτε σε κινητούς σταθμούς, όπου υπάρχει το κατάλληλο όχημα με τον αντίστοιχο εξοπλισμό,

είτε σε σταθερές εγκαταστάσεις που έχουν την κατάλληλη υποδομή. (Σκορδίλης & Κομνίτσας , 2004)

Με την έννοια της μεταφόρτωσης νοείται η μετακίνηση των αποβλήτων που γίνεται από τα μέσα συλλογής σε άλλα μέσα συγκέντρωσης, έτσι ώστε ακολούθως να μεταφερθούν προς το επόμενο στάδιο της περαιτέρω διαχείρισης. Τα απορρίμματα στους σταθμούς μεταφόρτωσης (ΣΜΑ) μεταφορτώνονται σε ειδικά οχήματα που είναι κατάλληλα για την μετακίνησή τους σε μεγάλες αποστάσεις. Όμως, οι ΣΜΑ θα πρέπει να χωροθετούνται σε κεντροβαρικά σημεία σε σχέση με τις πηγές παραγωγής απορριμμάτων, έτσι ώστε τα απορριμματοφόρα αφού συμπληρώνουν το φορτίο τους να πρέπει να διανύσουν την ελάχιστη δυνατή απόσταση μέχρι τον ΣΜΑ, όπου θα ξεφορτώσουν τα απορρίμματα και θα επιστρέψουν για να συνεχίσουν την αποκομιδή. Ακολούθως, τα οχήματα μεταφέρουν τα απορρίμματα από τον ΣΜΑ στις μονάδες επεξεργασίας ή στις μονάδες τελικής διάθεσης, έχοντας πολλαπλάσιο ωφέλιμο φορτίο από εκείνο που έχουν τα απορριμματοφόρα.

Εικόνα 2: ΣΜΑ Ευκαρπίας (Θεσσαλονίκη)[5]



Οι σταθμοί μεταφόρτωσης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με την δυναμικότητα τους σε μικρούς και μεγάλους, ανάλογα με το είδος των παγίων

[5] http://www.thestival.gr/policy/self-government/item/296762-tin-deutera-ta-egkainia-tou-sma-eykarpias-to-deutero-megalytero-periballontiko-ergo-toy-n-thessalonikis-fotovideo

εγκαταστάσεων που διαθέτουν σε σταθερούς και κινητούς, καθώς και ανάλογα με τον βαθμό συμπίεσης που μπορούν να πετύχουν. Ο σταθμός μεταφόρτωσης μπορεί να θεωρηθεί ως σταθερός όταν όλες οι αναγκαίες διαδικασίες εκτελούνται σε συγκεκριμένο χώρο που διαθέτει την κατάλληλη πάγια εγκατάσταση και την αντίστοιχη τεχνική υποδομή. Από την άλλη, ως κινητός σταθμός μεταφόρτωσης μπορεί να θεωρηθεί οποιοσδήποτε τύπος οχήματος ή ακόμα και συνδυασμός οχημάτων, που έχει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την υποδοχή των αποβλήτων χωρίς να υπάρχει εμπλοκή πάγιων εγκαταστάσεων. Κατά την διάρκεια αυτής της διαδικασίας τα απόβλητα υπόκεινται σε συμπίεση, έτσι ώστε να επιτευχθεί το μέγιστο επιτρεπόμενο ωφέλιμο φορτίο για το επόμενο στάδιο της μεταφοράς τους. Η συμπίεση αυτή πραγματοποιείται σε containers, ενώ σε κάποιες άλλες περιπτώσεις πραγματοποιείται μέσω της δεματοποίησης των αποβλήτων, μέσω της χρήσης εγκαταστάσεων υψηλού βαθμού συμπίεσης. (Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΣΔΑ), 2014)

1.3.3 Αξιοποίηση

Ως αξιοποίηση νοείται η κάθε ενέργεια που έχεις ως στόχο την ανάκτηση υλικών ή ενέργειας από τα απόβλητα. Πρόκειται για μια από τις σημαντικότερες μεθόδους διαχείρισης στην Ευρωπαϊκή Ένωση, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην επαναχρησιμοποίηση και στην ανακύκλωση. (Σκορδίλης , 2006) Στον τομέα της ανακύκλωσης έχουν γίνει πολλά και σημαντικά βήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ τα τελευταία χρόνια η τάση αυτή έχει αυξητικούς ρυθμούς και στην Ελλάδα. Για την επίτευξη των στόχων της ανακύκλωσης χρησιμοποιούνται κυρίως μέθοδοι όπως είναι η διαλογή στην πηγή και η μηχανική διαλογή. (Κούγκολος , 2007)

Μέσω της διαλογής υλικών στην πηγή παραγωγής των αποβλήτων είναι εφικτή η μείωση της ποσότητας που οδηγείται προς την τελική διάθεση, ενώ ταυτόχρονα αξιοποιούνται και τα υλικά. Η διαλογή στην πηγή συνιστά ένα εναλλακτικό και συμπληρωματικό στάδιο της συνολικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων.

Οι σημαντικότεροι παράμετροι από τις οποίες εξαρτάται η επιτυχία ενός προγράμματος διαλογής στην πηγή είναι οι ακόλουθοι:

- Το είδος και η ποσότητα των υλικών προς διαλογή και ανακύκλωση.

- Η ποιότητα των υλικών που ανακτώνται
- Η λειτουργία αγορών για την απορρόφηση των προϊόντων που προέρχονται από τα απορρίμματα.
- Η ευκολία υλοποίησης των προγραμμάτων διαλογής στην πηγή, καθώς και το κόστος των εναλλακτικών τεχνικών διαχείρισης των στερεών αποβλήτων που υπάρχουν στην υπό εξέταση περιοχή.

Αναγκαία προϋπόθεση για την εφαρμογή ενός συστήματος διαλογής στην πηγή είναι η ενδυνάμωση της περιβαλλοντικής συνείδησης των πολιτών, που μπορεί να επέλθει μέσα από την εφαρμογή προγραμμάτων ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης. Πρόκειται για αναγκαίες ενέργειες για την βιώσιμη λειτουργία των συστημάτων διαλογής στην πηγή, αν αναλογιστούμε ότι αποτελεί και την μοναδική μέθοδο διαχείρισης αποβλήτων που προϋποθέτει την συμμετοχή των πολιτών. (Bilitewski , etal., 1996)

Εικόνα 3: Κάδοι ανακύκλωσης τεσσάρων ρευμάτων για διαλογή στην πηγή[6]



Το επόμενο στάδιο από την διαλογή στην πηγή περιλαμβάνει τον διαχωρισμό των ανακυκλώσιμων υλικών, είτε μηχανικά είτε χειρωνακτικά σε εγκαταστάσεις που ονομάζονται Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (Κ.Δ.Α.Υ.) Έπειτα από τον

[6] http://www.activistis.gr/2017/01/blog-post_539.html

διαχωρισμό γίνεται ποιοτική αναβάθμιση των υλικών και δεματοποίηση ανά υλικό, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι ποιοτικές απαιτήσεις που απαιτούνται από την αγορά και να υπάρξουν υψηλότερες τιμές πώλησης. Τα Κ.Δ.Α.Υ. σχεδιάζονται και κατασκευάζονται με βάση τις απαιτήσεις των υλικών που εισέρχονται σε αυτά, καθώς και με βάση την ζήτηση της αγοράς για τα ανακτώμενα προϊόντα.

Η μηχανική διαλογή είναι μια διαδικασία, όπου τα σύμμεικτα απορρίμματα κατευθύνονται στην Μονάδα Επεξεργασίας Αποβλήτων (Μ.Ε.Α) και εκεί με την χρήση μηχανικής επεξεργασίας γίνεται ανάκτηση των χρήσιμων υλικών. Τα σημαντικότερα στάδια αυτής της διαδικασίας είναι ο τεμαχισμός, η συμπίεση, η ταξινόμηση και ο διαχωρισμός. (Θεοχάρη , et al., 2006)

Υγειονομική ταφή

Με την έννοια της υγειονομικής ταφής εννοείται η μέθοδος της ελεγχόμενης και οργανωμένης διάθεσης των αποβλήτων στο έδαφος, στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.) ή στους χώρους υγειονομικής ταφής των υπολειμμάτων (Χ.Υ.Τ.Υ.), ανάλογα με το αν έχει γίνει νωρίτερα εκτροπή του ανακυκλώσιμου κλάσματος ή όχι. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι η υγειονομική ταφή δεν αποτελεί μια εναλλακτική τεχνική διάθεσης στερεών αποβλήτων, αλλά συνιστά ένα αναπόσπαστο στάδιο της συνολικής διαχείρισης των απορριμμάτων, σε πολλές χώρες του κόσμου στις οποίες συμπεριλαμβάνεται και η Ελλάδα. (Τσάλτας & Γρηγορίου , 1994)

Προκειμένου να επιλεγούν οι περιοχές στις οποίες θα κατασκευαστούν οι Χώροι Υγειονομικής Ταφής αξιολογούνται τα ακόλουθα κριτήρια:

- Περιβαλλοντικά, στα οποία συμπεριλαμβάνεται η μελέτη της γεωλογίας και της υδρογεωλογίας, η θέση καθώς και οι υφιστάμενες χρήσεις γης.
- Τεχνικά, όπως είναι ο φυσικός χώρος, η πρόσβαση, η τοπογραφία, το διαθέσιμο υλικό για την επικάλυψη, οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή κτλ.
- Οικονομικά, όπως είναι η ιδιοκτησία της περιοχής αυτής, το κόστος λειτουργίας, η απόσταση και η μεταφορά προς αυτή, η οργάνωση του χώρου κτλ. (Στάμου , 1995)

Οι σύγχρονοι χώροι υγειονομικής ταφής που κατασκευάζονται έχουν επικάλυψη στον πυθμένα τους από φυσικά υλικά, όπως είναι ο άργιλος και ο μπετονίτης ή και συνθετικά υλικά, όπως είναι το πολυαιθυλένιο με υψηλή ή χαμηλή πυκνότητα κτλ που χρησιμοποιείται για την στεγανοποίηση της εγκατάστασης, καθώς και για το σύστημα επεξεργασίας των στραγγισμάτων.

Εικόνα 4: Άποψη ενός ΧΥΤΑ από αυτούς που λειτουργούν στην Ελλάδα[7]



Η υγειονομική ταφή είναι μια σχετικά απλή διαδικασία όπου τα απορρίμματα διαστρώνονται σε διαδοχικές στρώσεις με πάχος δύο ή τρία μέτρα, συμπιέζονται και στο τέλος της ημέρας σκεπάζονται από κάποιο αδρανές υλικό που είναι διαθέσιμο στην περιοχή της εγκατάστασης, όπως είναι το χώμα, τα μπάζα ή το κομπόστ. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται ο κίνδυνος για πυρκαγιά, όπως και ο κίνδυνος για διασπορά των απορριμμάτων και για δυσάρεστες οσμές. (Στάμου , 1995)

Με την έννοια των στραγγισμάτων νοούνται τα υγρά που δημιουργούνται στον Χώρο Υγειονομικής Ταφής εξαιτίας της αποδόμησης του οργανικού μέρους των Αστικών Στερεών Αποβλήτων. Επίσης, τα διασταλάζοντα υγρά δημιουργούνται και από την διήθηση των όμβριων υδάτων όταν έχει ξεπεραστεί η απορροφητικότητα των απορριμμάτων. Από την διέλευση των υγρών από την απορριμματική μάζα, διαλύονται και παρασύρονται διάφορες ουσίες οι οποίες μπορούν να μολύνουν τα

[7]http://oldsite.diavouleusi.gr/me-προσκληση-της-δημαρχου-σουλιου-συσκε/

επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η διαδικασία αυτή συνεχίζεται αρκετά χρόνια και μετά από το κλείσιμο του Χ.Υ.Τ.Α. Επιπλέον, κατά την κατασκευή του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων, εγκαθίστανται και συστήματα συλλογής και επεξεργασίας των στραγγισμάτων, έτσι ώστε να υπάρξει προστασία των επιφανειακών και των υπογείων υδάτων. (Βουδριά , 2014)

1.4 Ολοκληρωμένη Διαχείριση ΑΣΑ

Με βάση το άρθρο 24 του Συντάγματος αναφορικά με την προστασία του περιβάλλοντος και με βάση τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς έχει διαμορφωθεί η ολοκληρωμένη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Η ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων βασίζεται στην ανάγκη για αειφόρο ανάπτυξη καθώς και στις βασικές αρχές που θέτει η περιβαλλοντική πολιτική της χώρας, οι οποίες παρουσιάζονται ακολούθως:

- Η αρχή της αποφυγής παραγωγής αποβλήτων.
- Η αρχή της πρόληψης ή και της μείωσης των αποβλήτων που παράγονται.
- Η ευθύνη του παραγωγού, όπου ουσιαστικά οι παραγωγοί των αποβλήτων είναι υπεύθυνοι για την διαχείριση των αποβλήτων.
- Η αρχή ο ρυπαίνων πληρώνει, όπου η ευθύνη ανήκει σε αυτόν που ρυπαίνει το περιβάλλον.
- Η διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού αποβλήτων.
- Η αρχή της πρόληψης.
- Η αρχή της εγγύτητας, όπου τα απόβλητα θα πρέπει να διατίθενται όσο το δυνατόν πιο κοντά στο σημείο όπου παράγονται.
- Οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές, όπως είναι η αρχή της επαναχρησιμοποίησης των υλικών, η αρχή της ανακύκλωσης και της ανάκτησης των υλικών, η αρχή της ανάκτησης ενέργειας καθώς και η αρχή της ασφαλούς διάθεσης. (Antonopoulos , et al., 2010)

Στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης στερεών απορριμμάτων αναπτύσσονται έξι λειτουργικά στάδια τα οποία στόχος είναι να οδηγήσουν σε μια βέλτιστη συνολικά λύση. Όσον αφορά την ιεράρχηση η οποία ακολουθείται στην ολοκληρωμένη διαχείριση των απορριμμάτων, αυτή στηρίζεται στην μείωση των

απορριμμάτων στην πηγή, στην ανακύκλωση, στην μετατροπή και στην ταφή. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι για να είναι αποτελεσματική η ολοκληρωμένη διαχείριση των απορριμμάτων θα πρέπει να μην αλλάζει η σειρά αυτή.

Ειδικότερα, η μείωση στην πηγή αποτελεί την πρώτη προτεραιότητα στην ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών απορριμμάτων και επιδιώκει αφενός την μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων, αφετέρου δε την μείωση της τοξικότητά τους. Προκειμένου να επιτευχθεί η μείωση θα πρέπει να γίνεται σχεδιασμός, κατασκευή και συσκευασία των προϊόντων με το ελάχιστο τοξικό περιεχόμενο, τον ελάχιστο όγκο του υλικού ή με συσκευασίες οι οποίες παρουσιάζουν ιδιαίτερα μεγάλο χρόνο ζωής.

Η ανακύκλωση περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- Τον διαχωρισμό και τη συλλογή των απορριμμάτων.
- Τηνκατάλληλη προετοιμασία των υλικών αυτών για επαναχρησιμοποίηση, επανεπεξεργασία και επανακατασκευή.
- Την επαναχρησιμοποίηση, επανεπεξεργασία και επανακατασκευή.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι από το σύνολο των υλικών που βρίσκονται στα απορρίμματα, ορισμένα από αυτά έχουν τη δυνατότητα ανακύκλωσης, ενώ ορισμένα άλλα μπορούν να γίνουν εμπορεύσιμα μόνο μετά την κατάλληλη μετατροπή και επεξεργασία. Ειδικότερα για τα υλικά ισχύουν τα εξής:

- Αλουμίνιο: Το αλουμίνιο έχει μεγάλη αξία για ανακύκλωση καθώς η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή κουτιών αλουμινίου, αγγίζει μόλις το 5% της ενέργειας που απαιτείται για την χρήση νέου ορυκτού.
- Χαρτί: Στην κατηγορία του χαρτιού, ως ανακυκλώσιμα μπορούν να θεωρηθούν οι εφημερίδες, το χαρτόνι, το χαρτί πολυτελείας καθώς και το μεικτό χαρτί.
- Πλαστικά: Το πλαστικό μπορεί να ταξινομηθεί σε δύο διαφορετικές κατηγορίες που είναι το καθαρό πλαστικό εμπορικής ποιότητας και το πλαστικό μετακαταναλωτικής ποιότητας.
- Γυαλί: Το γυαλί μπορεί να διακριθεί σε τρεις κατηγορίες, το γυαλί δοχείων, το επίπεδο γυαλί και το πιεσμένο πράσινο ή κίτρινο γυαλί.
- Σιδηρά μέταλλα: Εδώ περιλαμβάνονται ο σίδηρος και ο χάλυβας.

- Μη σιδηρά μέταλλα: Στην κατηγορία αυτή εντάσσεται κυρίως ο ψευδάργυρος.
- Απόβλητα κήπων:Η συγκεκριμένη κατηγορία αποβλήτων βιοσταθεροποιούνται εύκολα.
- Απόβλητα εκσκαφών, κατεδαφίσεων και κατασκευών (μπάζα): Η κατηγορία αυτή των αποβλήτων μπορούν να διαχωριστούν και να επαναχρησιμοποιούνται μερικώς. (Γιαννόπουλος , et al., 2010)

Στο στάδιο της μετατροπής περιλαμβάνονται η φυσική, η χημική ή βιολογική μεταβολή των απορριμμάτων και γίνεται έτσι ώστε:

- Να υπάρξει βελτίωση της αποδοτικότητας διαχείρισης.
- Να ανακτηθεί το ανακυκλώσιμο υλικό και το υλικό που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί.
- Να παραχθούν χρήσιμα προϊόντα όπως είναι για παράδειγμα τα εδαφοβελτιωτικά και το βιοάεριο.

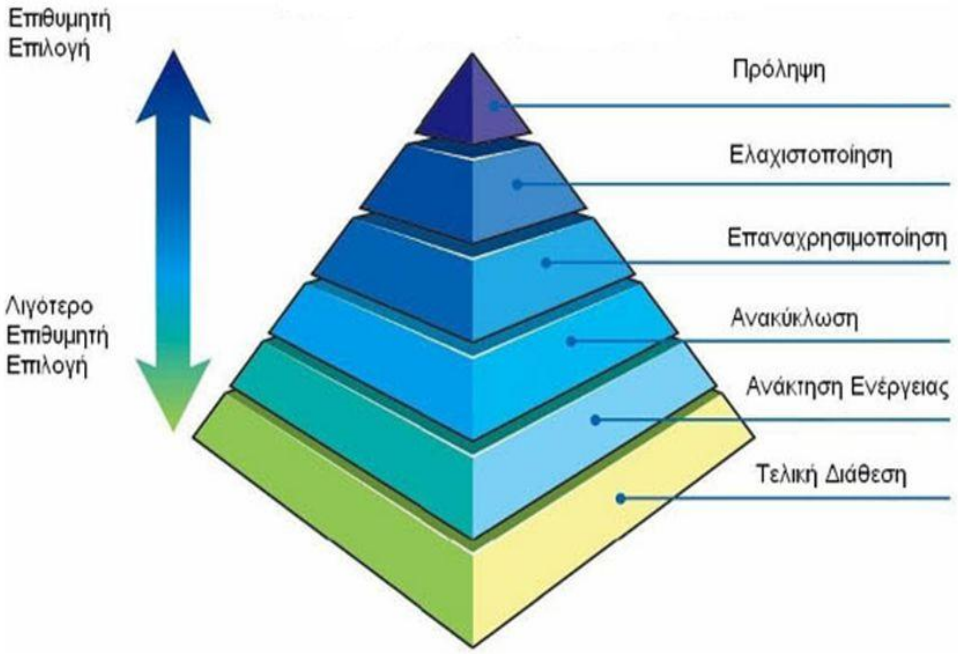
Όσον αφορά τη διάθεση των απορριμμάτων, αυτή αποτελεί το τελευταίο στάδιο της διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων. Ειδικότερα, γίνεται διάθεση των άχρηστων στερεών τα οποία δεν είναι ανακυκλώσιμα, των άχρηστων προϊόντων που προκύπτουν από τον διαχωρισμό, των άχρηστων προϊόντων μετατροπής. Τέλος, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η ταφή συνιστά την συνηθέστερη επιλογή διάθεσης των απορριμμάτων.

Στο σχήμα 2 παρουσιάζεται η πυραμίδα ιεράρχησης των σταδίων διαχείρισης των απορριμμάτων.

Σχήμα 2: Πυραμίδα ιεράρχησης των σταδίων διαχείρισης απορριμμάτων[8]

[8]http://slideplayer.gr/slide/1948302/

Ιεράρχηση επιλογών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων



Για να υπάρξει ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών απορριμμάτων θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλη επιλογή τεχνολογιών, ευελιξία στους χειρισμούς που αφορούν τις διαμορφούμενες τεχνολογικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές, χωροτακτικές και οικονομικές συνθήκες. Επίσης, είναι αναγκαία η παρακολούθηση και ο έλεγχος του συστήματος έτσι ώστε να υπάρχει ελαχιστοποίηση του περιβαλλοντικού και του οικονομικού ρίσκου.

Η εθνική πολιτική που βρίσκεται σε ισχύ στην Ελλάδα, έχει ως στόχους έως το 2020 τα ακόλουθα:

- Δραστική μείωση των κατά κεφαλή παραγόμενων αποβλήτων.
- Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση με χωριστή συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών και των βιοαποβλήτων έτσι ώστε η ανακύκλωση να προσεγγίσει το 50% της συνολικής ποσότητας των Αστικών Στερεών Αποβλήτων.

- Η ανάκτηση ενέργειας να αποτελεί συμπληρωματική μορφή διαχείρισης απορριμμάτων, όταν δεν υπάρχουν περαιτέρω περιθώρια για άλλου είδους ανάκτηση.
- Η υγειονομική ταφή να περιοριστεί σε λιγότερο από 30% του συνόλου των Αστικών Στερεών Αποβλήτων. (Δήμος Χαλανδρίου , 2015)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης απορριμμάτων

2.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία

Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Κοινότητας αναφορικά με την προστασία του περιβάλλοντος εκκίνησε κυρίως με τη σύνοδο κορυφής των Παρισίων το 1954. Μετά η Κοινότητα εξέδωσε «τα προγράμματα δράσης» και έτσι από το 1975 και εφεξής ο Κοινοτικός Προϋπολογισμός προβλέπει κονδύλια για την περιβαλλοντική προστασία. Το 1981 οι υπηρεσίες για το περιβάλλον που μέχρι τότε ήταν διάσπαρτες συγχωνεύθηκαν και δημιούργησαντην Γενική Διεύθυνση XI (για το περιβάλλον, την πυρηνική ασφάλεια και την προστασία των πολιτών) και στο πλαίσιο των εξελίξεων στη 1 Ιουλίου του 1987, εγκρίθηκε η Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη ως πολιτική ανεξάρτητη για το περιβάλλον. Ομοίως, το 1987 υιοθετείτε και το τέταρτο Πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον, που αποσκοπεί στην εφαρμογή από τα κράτη μέλη της κοινοτικής νομοθεσίας για το περιβάλλον με αποτελεσματικό τρόπο. Ακολούθως, το 1991 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εισήγαγε πρόγραμμα σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων. Υιοθετήθηκε αργότερα το πέμπτο Πρόγραμμα Δράσης για το περιβάλλον «προς μια αειφόρο ανάπτυξη», το οποίο θέσπιζε αρχές μιας περισσότερο ενεργητικής στρατηγικής από την πλευρά της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το διάστημα 1992 με 2000 και σηματοδοτήθηκε η απαρχή μιας κοινοτικής δράσης σε οριζόντιο επίπεδο καθώς λαμβανόντουσαν υπόψη το σύνολο των παραγόντων που προκαλούσαν ρύπανση δηλαδή «μεταφορές, ενέργεια, γεωργία, τουρισμός, βιομηχανία». Αργότερα το έκτο Πρόγραμμα Δράσης για το περιβάλλον έθεσε τη γενική στοχοθεσία και σύστησε κατάλογο προτεραιοτήτων αναφορικά με την προστασία του περιβάλλοντος μέχρι το 2010. (Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΣΔΑ), 2014)

Στη συνέχεια, το έβδομο Πρόγραμμα Δράσης για το περιβάλλον, το οποίο διανύουμε, υιοθετήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το 2013 και ο χρονικός του ορίζοντας εκτείνεται μέχρι το 2020. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει συμφωνήσει μέσω του τρέχοντος προγράμματος να ενταθούν οι προσπάθειες της για τη διαφύλαξη των φυσικών πόρων, για την ενίσχυση της ανάπτυξης και των καινοτόμων εφαρμογών για χαμηλές ανθρακούχες εκπομπές

και για την αποδοτική χρήση των πόρων. Επίσης, στους άμεσους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης ανήκει και η προάσπιση της υγείας των ευρωπαίων πολιτών με ταυτόχρονο σεβασμό των φυσικών πόρων της γης που ως γνωστό είναι πεπερασμένοι. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2015)

Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το περιβάλλον εμπεριέχει τους εξής βασικούς πυλώνες:

- Προτιμάται η πρόληψη έναντι των διορθωτικών μέτρων.
- Τα προβλήματα σχετικά με το περιβάλλον δημιουργούν ανάγκη για άμεση αντιμετώπιση στον πυρήνα του προβλήματος.
- Όποιος ρυπαίνει έχει το χρέος να πληρώσει το κόστος των μέτρων για την αποκατάσταση και την προστασία του περιβάλλοντος.
- Η πολιτική για το περιβάλλον πρέπει να γίνεται σεβαστή και να τη λαμβάνουν υπόψη ως τμήμα των υπολοίπων πολιτικών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΣΔΑ), 2014)

Η διαχείριση των αποβλήτων ρυθμίζεται από ένα βασικό νομοθετικό πλαίσιο:

- Η Οδηγία πλαίσιο 75/442/ΕΟΚ όπως αυτή τροποποιήθηκε από την Οδηγία πλαίσιο 91/156/ΕΟΚ και όπως εν τέλει αυτή ισχύει μετά την τροποποίησή της με την Οδηγία 2006/12/ΕΚ για τα στερεά απόβλητα παραθέτει τους ορισμούς για τις έννοιες των στερεών αποβλήτων αλλά και τις μεθόδους διαχείρισης τους «επεξεργασία ή ανακύκλωσή τους» και επιβάλλει στα κράτη μέλη την κατάστρωση στρατηγικών σχεδίων για τη διαχείριση των αποβλήτων.
- Αυτή η κοινή απόπειρα για διάρθρωση της πλεύσης στη διαχείριση των αποβλήτων οδήγησε την Ευρωπαϊκή Επιτροπή να υιοθετήσει τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.) με την απόφαση 94/3/ΕΚ. Ο Ε.Κ.Α. συνιστά έναν εναρμονισμένο μη εξαντλητικό κατάλογο σχετικά με τα απόβλητα που αναθεωρείτε σε τακτά χρονικά διαστήματα και ανασκευάζεται όπως προβλέπει η διαδικασία της επιτροπής σε περίπτωση που αυτό κριθεί απαραίτητο. Αναφορικά με την μεταφορά των αποβλήτων, αυτή ρυθμίζεται στον κανονισμό 259/93 που εφαρμόζεται σε

περιπτώσεις που απόβλητα μεταφέρονται είτε εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είτε όταν εισέρχονται σε αυτή ή βγαίνουν από αυτήν.

- Η Οδηγία 1999/31/ΕΚ που αφορά την υγειονομική ταφή των αποβλήτων έχει ως στόχο την πρόληψη ή την ελάττωση των βλαπτικών συνεπειών που έχει η ταφή των αποβλήτων περιβάλλον και ιδίως τις συνέπειες στα επιφανειακά ύδατα, στα υπόγεια ύδατα, στο έδαφος στον αέρα ή στην υγεία του ανθρώπου. Οι χώροι ταφής ταξινομούνται από την Οδηγία σε τρεις κατηγορίες: α) χώροι ταφής επικίνδυνων αποβλήτων β) χώροι ταφής μη επικίνδυνων αποβλήτων γ) χώροι ταφής αδρανών αποβλήτων

  Ακόμα για να εξασφαλιστεί πως τα απόβλητα διατίθενται ελεγχόμενα απαγορεύεται από την Οδηγία η διάθεση των ελαστικών, των νοσοκομειακών αποβλήτων αλλά και άλλων τύπων και ορίζεται μια συγκεκριμένη διαδικασία χορήγησης αδειών για εκμετάλλευση χώρων ταφής. Ακόμα, τίθενται κάποιοι στόχοι ποσοτικοί αναφορικά με την απομείωση του ποσού των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων και υπαγορεύεται η διάρθρωση μιας συνολικής στρατηγικής από κάθε κράτος μέλος για την προσέγγιση και την επίτευξη των παραπάνω στόχων.
- Η αποτέφρωση των στερεών αποβλήτων προβλέπεται στην Οδηγία 2000/76/ΕΚ της οποίας ο σκοπός είναι να προλαμβάνει και να περιορίζει τις περιβαλλοντικές συνέπειες από την αποτέφρωση των αποβλήτων αλλά και από την αποτέφρωση συνδυασμένα ειδών αποβλήτων, όπως και η πρόληψη και η μείωση των εγκυμονούντων κινδύνων για την υγεία των Ευρωπαίων πολιτών. Η Οδηγία αναφέρεται όχι μόνο στις εγκαταστάσεις που προορίζονται για την αποτέφρωση αποβλήτων («ειδικευμένες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης») αλλά και στις εγκαταστάσεις «συνδυασμένης αποτέφρωσης». Οι ως άνω εγκαταστάσεις λειτουργούν για την παραγωγή ενέργειας ή υλικών μέσω της χρήσης ως κύριου ή βοηθητικού καυσίμου αποβλήτων τα οποία σε προηγούμενο στάδιο έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία με σκοπό τη τελική διάθεσή τους. (ΤΕΕ, 2006)
- Η απόφαση 2003/33/ΕΚ που καθορίζει τα κριτήρια και τις διαδικασίες με τις οποίες τα απόβλητα γίνονται αποδεκτά σε χώρους υγειονομικής ταφής όπως ορίζεται στο άρθρο 16 και το δεύτερο παράρτημα της Οδηγίας

1999/31/ΕΚ. Η απόφαση επιβάλλει να διαμορφώνονται κάποια κριτήρια με την πλήρωση των οποίων επιτρέπεται η διάθεση των αποβλήτων σε τελικό στάδιο σε χώρους υγειονομικής ταφής. Τα κριτήρια που καταρτίστηκαν στην απόφαση 2003/33/ΕΚ περιλαμβάνουν κρίσεις για την βραχυπρόθεσμη, μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη συμπεριφορά των αποβλήτων και αφορούν στα εξής:

- Περιορισμούς για την ποσότητα του οργανικού φορτίου στα απόβλητα.
- Απαιτήσεις ή περιορισμοί για την βιοαποδομησιμότητα των οργανικών συστατικών των αποβλήτων.
- Περιορισμούς αναφορικά με το είδος αλλά και την ύπαρξη κάποιων συγκεκριμένων επιβλαβών ή δυνητικά επιβλαβών στοιχείων στα απόβλητα και στα στραγγίσματα.
- Περιορισμούς σχετικά με την ενδεχόμενη και ίσως αναμενόμενη εκπλυσιμότητα ορισμένων επιβλαβών ή δυνητικά επιβλαβών συστατικών.
- Περιορισμούς στις οικοτοξικολογικές ιδιώτες που έχουν τα απόβλητα και τα παραγόμενα στραγγίσματα.

Το είδος και τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων εξαρτούν και την αποδοχή τους στον χώρο υγειονομικής ταφής, ενώ η μέθοδος για τον έλεγχο της αποδοχής ή όχι των αποβλήτων στηρίζεται σε έναν καταρτισμένο για αυτό τον σκοπό κατάλογο. (Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος , 2012)

- Η Οδηγία 2004/12/ΕΚ για τις συσκευασίες και για τα απορρίμματα συσκευασίας η οποία τροποποιεί την Οδηγία 94/62/ΕΚ και επιδιώκει την εναρμόνιση των εθνικών μέτρων για τη διαχείριση των αποβλήτων με σκοπό την επίτευξη ενός υψηλού βαθμού προστασίας του περιβάλλοντος και τη διαφύλαξη της καλής λειτουργίας στην εσωτερική αγοράς της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και σε κάθε χωριστό κράτος μέλος. Το πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας εκτείνεται στο σύνολο των συσκευασιών και αντιστοίχως σε όλα τα απορρίμματα συσκευασίας τα οποία είναι προς διάθεση στο εσωτερικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης όχι μόνο εάν έχει προηγηθεί η χρήση τους αλλά και αν η πηγή τους είναι οι βιομηχανίες, γραφεία, καταστήματα, εμπόριο, νοικοκυριά, υπηρεσίες κτλ. ανεξαρτήτως

υλικών. Η Οδηγία επιπλέον ορίζει την υποχρέωση των κρατών μελών να λάβουν προληπτικά μέτρα για τη δημιουργία απορριμμάτων συσκευασίας αλλά και για την ανάπτυξη συστημάτων επαναχρησιμοποίησης των συσκευασιών. Ακόμα, οριοθετούνται οι κύριες υπαγορεύσεις για την ανταπόκριση των συσκευασιών και των απορριμμάτων συσκευασίας στη σύνθεση και στο ενδεχόμενο επαναχρησιμοποίησης τους. Πιο αναλυτικά, προς την ευόδωση αυτού του στόχου κρίνεται πως συντελεί η αποτέφρωση των απορριμμάτων σε εγκαταστάσεις αποτέφρωσης με την ανάκτηση ενέργειας. Συνεπώς τα κράτη μέλη έχουν υποχρέωση να προτρέπουν όπου αυτό είναι εφικτό να ανακτάται η ενέργεια εάν αποδειχθεί πως είναι συμφερότερο από το να ανακυκλωθούν τα υλικά τόσο για περιβαλλοντικούς λόγους όσο και για λόγους κόστους οφέλους. Επίσης, προκρίνεται η ενθάρρυνση για χρήση υλικών προερχομένων από ανακυκλωμένα απορρίμματα συσκευασίας με στόχο την παραγωγή συσκευασιών και άλλων προϊόντων. Για να επιτευχθούν όλα αυτά απαραίτητη είναι η βελτίωση των συνθηκών αγοράς για τα παραπάνω υλικά και η επανεξέταση των ήδη ισχυόντων κανονισμών που έως τώρα απέτρεπαν τη χρησιμοποίησή τους. (Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος , 2012)

- Η Οδηγία 2008/1/ΕΚ η οποία αποτελεί μια κωδικοποιημένη μορφή της Οδηγίας 96/61/ΕΚ για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης. Αναλυτικότερα αυτή οριοθετεί τις υποχρεώσεις των βιομηχανιών που φέρουν υψηλό δυναμικό ρύπανσης και αποσκοπεί κυρίως στο να ελαχιστοποιηθούν οι ρύποι στον αέρα, στα ύδατα και στο έδαφος, όπως και τα παραγόμενα από βιομηχανίες απόβλητα, έτσι ώστε να έχουμε τη μεγαλύτερη δυνατή περιβαλλοντική προστασία. Για την επίτευξη των παραπάνω απαιτείται να εκδοθεί άδεια για τις δραστηριότητες που ήδη αναφέραμε, δραστηριότητες που θα πρέπει να είναι εντός ορισμένων ελαχίστων προϋποθέσεων αναφορικά με την παραγωγή και την εκπομπή των ρύπων. Για την έκδοση της άδειας απαιτείται η κάθε επιχείρηση να ενεργεί ανάλογα από μόνη της με σκοπό να προλάβει αλλά και να ελαττώσει τους ρύπους που ενδέχεται να προκαλέσουν. (Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος , 2012)

- Η νέα Οδηγία Πλαίσιο 2008/98/ΕΚ εκδόθηκε προς αντικατάσταση της Οδηγίας 2006/12/ΕΚ και θεσμοθετεί ένα πλαίσιο για την επεξεργασία των αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση για την προστασία όχι μόνο του περιβάλλοντος αλλά και της υγείας των ανθρώπων, δίνοντας έμφαση στη σημασία που έχει η σωστή διαχείριση των αποβλήτων, οι τεχνικές ανάκτησης και ανακύκλωσης, έτσι ώστε να μειωθούν οι πιέσεις στους πόρους αλλά και να βελτιωθεί η χρήση τους. Τα κυριότερα σημεία αυτής της οδηγίας είναι τα εξής:
    - Θεσπίζεται μια ιεράρχηση στα απόβλητα που περιλαμβάνει την πρόληψη, την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση, καθώς ανάκτηση για άλλους σκοπούς (π.χ. ανάκτηση ενέργειας) και διάθεση.
    - Επιβεβαιώνεται η αρχή πως ο ρυπαίνων πληρώνει αφού αυτός που παράγει αρχικά τα απόβλητα οφείλει να πληρώσει το κόστος της διαχείρισής τους.
    - Εισαγωγή της έννοιας «της διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού», όπου περιλαμβάνεται η υποχρέωση για αποδοχή και διάθεση των επιστρεφόμενων προϊόντων που παραμένουν μετά τη χρήση τους από τους κατασκευαστές.
    - Διάκριση αποβλήτων και υποπροϊόντων.
    - Η διαχείριση των αποβλήτων πραγματοποιείται χωρίς τη δημιουργία προβλημάτων στο έδαφος, στον αέρα, στο νερό, στα ζώα ή στα φυτά και χωρίς την πρόκληση οχλήσεως από θορύβους ή οσμές ή τέλος χωρίς την αρνητική επιρροή του τοπίου ή των τοποθεσιών ιδιαίτερου ενδιαφέροντος.
    - Επεξεργασία των αποβλήτων από τους παραγωγούς ή τους κατόχους τους από τους ιδίους ή την επεξεργασία αυτών από έναν επίσημο αναγνωρισμένο φορέα.
    - Ειδικότερες προβλέψεις σχετικά με επικίνδυνα απόβλητα χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων και βιολογικών αποβλήτων.
    - Υποχρέωση κατάρτισης σχεδίων διαχείρισης αποβλήτων και προγραμμάτων για την πρόληψη στην παραγωγή αποβλήτων από τις εκάστοτε εθνικές αρχές.

- Στόχοι για την ανακύκλωση και ανάκτηση των οικιακών αποβλήτων σε ποσοστό 50%, ενώ για τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων το ποσοστό ανέρχεται στο 70% μέχρι το 2020.
- Ορισμένοι τύποι αποβλήτων όπως είναι για παράδειγμα τα ραδιενεργά στοιχεία, τα περιττώματα, τα λύματα και πτώματα ζώων, αποχαρακτηρισμένα εκρηκτικά δεν καλύπτονται από την νομοθεσία. (Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΣΔΑ), 2014)

Τέλος, έχουν εκδοθεί ορισμένες οδηγίες αναφερόμενες ειδικώς στη διαχείριση συγκεκριμένων ρευμάτων αποβλήτων η διάθεση των οποίων μαζί με τα οικιακά απορρίμματα θα ήταν προβληματική. Οι κυριότερες από αυτές τις Οδηγίες είναι οι ακόλουθες:

1.) Οδηγία 75/439/ΕΟΚ για την διάθεση ορυκτελαίων που έχουν χρησιμοποιηθεί (καταργείται από τη νέα Οδηγία πλαίσιο).
2.) Οδηγία 2006/66/ΕΚ σχετικά με τις συλλεκτικές στήλες και τους συσσωρευτές που περιλαμβάνουν κάποιες επικίνδυνες ουσίες.
3.) Οδηγία 94/62/ΕΚ που αφορά τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας.
4.) Οδηγία 2000/53/ΕΚ αναφορικά με τα Οχήματα Τέλους Κύκλου Ζωής.
5.) Οδηγία 96/59/ΕΚ σχετικά με τη διάθεση των πολυχλωροδιφαινυλίων και των πολυχλωροτριφαινυλίων (PCB/PCT).
6.) Οδηγία 2002/95/ΕΚ για τον περιορισμό της χρήσης επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού.
7.) Οδηγία 2002/96/ΕΚ για τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ).
8.) Οδηγία 91/689/ΕΟΚ για τα επικίνδυνα απόβλητα (καταργείται από την νέα Οδηγία πλαίσιο).
9.) Οδηγία IPPC/2008/1/ΕΚαναφορικά με τον έλεγχο και την πρόληψη της ρύπανσης (αφορά τον σχεδιασμό και τη λειτουργία για τις εγκαταστάσεις διάθεσης και επεξεργασίας).
10.) Κανονισμός 1754/2002/ΕΚ σχετικά με τη διαχείριση ζωικών υποπροϊόντων και αποβλήτων.

2.2 Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο

Η ορθή διαχείριση των στερεών αποβλήτων επιβάλλεται από το άρθρο 24 του Συντάγματος για την προστασία του περιβάλλοντος ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζει το δημόσιο συμφέρον που εδώ είναι η υγεία των πολιτών. Στην Ελλάδα, το σύνολο των νομοθετικών προβλέψεων αναφορικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων στηρίζεται στις κανονιστικές επιταγές του Νόμου 1650/1986 (για την προστασία του περιβάλλοντος) αλλά και του ενωσιακού δικαίου, του οποίου οι ρυθμίσεις έχουν ενσωματωθεί στο ελληνικό δίκαιο. (Σκορδίλης & Κομνίτσας , 2004)

Οι βασικότεροι νόμοι και οι κυριότερες Υπουργικές Αποφάσεις που αφορούν την διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα είναι οι ακόλουθοι:

Νόμος 2939/2001-ΦΕΚ 179Α/2001:*« Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων-Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις»*

Ο Νόμος αυτός διαμόρφωσε το θεσμικό πλαίσιο για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων. Στον Νόμο 2939/2001 ενσωματώθηκε η Ευρωπαϊκή Οδηγία 94/62/ΕΚ8 και προσδιορίστηκε το πλαίσιο για την υλοποίηση προγραμμάτων ανακύκλωσης/επαναχρησιμοποίησης/ αξιοποίησης των συσκευασιών και των άλλων προϊόντων, όπως είναι για παράδειγμα οι μπαταρίες, τα ηλεκτρονικά κτλ. Παράλληλα τέθηκαν συγκεκριμένοι ποσοτικοί στόχοι και χρονικά όρια για την πραγματοποίησή τους. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι επιμέρους στόχοι που αφορούν την διαχείριση των ξεχωριστών ρευμάτων προσδιορίζονται από τα αντίστοιχα Προεδρικά Διατάγματα.

Για τα υλικά συσκευασίες τέθηκαν οι ακόλουθοι ποσοτικοί στόχοι:

- Ηανάκτηση ή αποτέφρωση που συνοδεύεται με ανάκτηση ενέργειας τουλάχιστον σε ποσοστό της τάξεως του 60% κατά βάρους του συνόλου των απορριμμάτων συσκευασίας
- Η ανακύκλωση της τάξεως του 55-80%, με 60% κ.β. γυαλί, 60% κ.β. χαρτί και χαρτόνι, 50% κ.β. μέταλλα, 22,5% κ.β. πλαστικά, 15% κ.β. ξύλο. (Μουσιόπουλος , 2014)

Υπουργική Απόφαση 29407/3508-ΦΕΚ 1572Β/2002 16.2.2002:*« Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων».*

Η Κοινή Υπουργική Απόφαση 24907/3508 ενσωμάτωσε στο εθνικό δίκαιο την κοινοτική Οδηγία 99/31/ΕΚ του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων «Περί υγειονομικής ταφής αποβλήτων» η οποία αναφερόταν στα ακόλουθα:

- Δέσμευε την χώρα για την άμεση εισαγωγή τεχνολογιών επεξεργασίας των αποβλήτων.
- Έθετε αυστηρότερους κανόνες για την λειτουργία των Χ.Υ.Τ.Α.
- Εισήγαγε σημαντικές αλλαγές για την κοστολόγηση των παρεχόμενων υπηρεσιών.
- Απαιτούσε σημαντική αναβάθμιση και μετασχηματισμό των φορέων διαχείρισης απορριμμάτων.

Οι απαιτήσεις αυτές που προέκυψαν από την Κοινή Υπουργική Απόφαση και την Κοινοτική Οδηγία και είχαν ως αποτέλεσμα να προωθηθεί η κατασκευή όσο το δυνατόν λιγότερων και πιο ελεγχόμενων Χ.Υ.Τ.Α., οι οποίοι θα είχαν υψηλά πρότυπα λειτουργίας και όπου θα ήταν δυνατό να μετατραπούν σε Χ.Υ.Τ.Υ.

Οι σημαντικότερες υποχρεώσεις για την Ελλάδα περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Την δημιουργία προγραμμάτων επεξεργασίας αποβλήτων, όπως αυτά προσδιορίζονται από την αντίστοιχη Κοινή Υπουργική Απόφαση (Η.Π. 29407/3508), σε όλα τα απόβλητα προτού αυτά κατευθυνθούν προς υγειονομική ταφή.
- Την δέσμευση για μία μέγιστη ποσότητα Βιοαποδομήσιμων Αστικών Αποβλήτων (Β.Α.Α.) που θα επιτρέπεται να οδηγείται σε χώρους ταφής και η οποία θα σταδιακά θα μειώνεται τα έτη 2010, 2013 και 2020.
- Τις αλλαγές που αφορούν τον σχεδιασμό, την κατασκευή, την αδειοδότηση και την λειτουργία των Χ.Υ.Τ.Α.
- Τις αλλαγές που αφορούν την κοστολόγηση των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Πιο αναλυτικά, οι στόχοι που έχουν τεθεί από την Κοινή Υπουργική Απόφαση Η.Π. 29407/3508 και πιο συγκεκριμένα από το άρθρο 4 για τα Βιοαποικοδομήσιμα Αστικά Απόβλητα είναι οι εξής:

- Έως την 16η Ιουλίου του 2010, ελάττωση των Βιοαποικοδομήσιμων Αστικών Αποβλήτων που προορίζονται για χώρους ταφής στο 75% της συνολικής κατά βάρος ποσότητα των Β.Α.Α. που είχαν παραχθεί το έτος 1995.
- Έως την 16η Ιουλίου του 2013, ελάττωση των Β.Α.Α. που προορίζονται για χώρους ταφής στο 50% της συνολικής κατά βάρος ποσότητας των βιοαποικοδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχα παραχθεί το έτος 1995.
- Έως την 16η Ιουλίου του 2020, μείωση των Β.Α.Α. που προορίζονται για χώρους ταφής στο 35% της συνολικής κατά βάρος ποσότητας των βιοαποικοδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί έως το 1995. (ΤΕΕ, 2006)

Κοινή Υπουργική Απόφαση Η.Π. 50910/2727 – ΦΕΚ 1909Β:*« Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων/Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης»*

Με την εν λόγω Κοινή Υπουργική Απόφαση ενσωματώθηκε η βασική Κοινοτική Νομοθεσία που σχετίζεται με τα στερεά απόβλητα όπως αυτή αναφέρεται στην Οδηγία 2006/12/ΕΚ «περί στερεών αποβλήτων». Μέσω της αυτής της Κοινής Υπουργικής Απόφασης τέθηκαν οι στόχοι και οι αρχές που πρέπει να ισχύσουν σε εθνικό επίπεδο, καθώς επίσης και οι κατευθύνσεις που αφορούν την πολιτική διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Επιπλέον, εξειδικεύτηκε η εθνική στρατηγική για τα στερεά απόβλητα που είχε ως στόχο την λήψη των αναγκαίων μέτρων, έτσι ώστε να επιτευχθεί μια ολοκληρωμένη διαχείριση αυτών και να εκπληρωθούν οι στόχοι για βιώσιμη ανάπτυξη προκειμένου:

- Να διασφαλιστεί ένα υψηλό επίπεδο περιβαλλοντικής προστασίας αλλά και δημόσια υγείας.
- Να υπάρξει εξοικονόμηση πρώτων υλών, νερού, ενέργειας και επιφάνειας της γης.
- Να επιτευχθεί μείωση των εκπομπών που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- Τα δευτερογενή υλικά που προκύπτουν από την αξιοποίηση να λιγότερο επιβλαβή από τα συγκρίσιμα πρωτογενή υλικά ή από τα τελικά προϊόντα τους.

- Να επιμηκυνθεί ο διαθέσιμος χρόνος ζωής των Χώρων Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (Χ.Υ.Τ.Α.)
- Η τελική διάθεση των αποβλήτων που δεν μπορούν να αξιοποιηθούν σε προγενέστερα στάδια να μην είναι επιβλαβής για τις επόμενες γενιές.

Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η διαχείριση των στερεών αποβλήτων διέπεται από τις ακόλουθες αρχές:

- Την αρχή της πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων.
- Την αρχή « ο ρυπαίνων πληρώνει», τονίζοντας ιδιαίτερα την ευθύνη του παραγωγού των αποβλήτων.
- Την αρχή της εγγύτητας, η οποία αναφέρει ότι τα απόβλητα θα πρέπει να οδηγούνται όσο το δυνατόν περισσότερο στις κατάλληλες εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή και διάθεσης, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στο περιβαλλοντικό και οικονομικό αντίκτυπο της διαχείρισης. (Σκαρκάλας, 2014)

Κοινή Υπουργική Απόφαση 22912/2017 – ΦΕΚ 759Β/06-06-05: «*Μέτρα και όροι για την πρόληψη και περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση των αποβλήτων»*

Η Κοινή Υπουργική Απόφαση αυτή έγινε προκειμένου να υπάρξει εναρμόνιση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/76/ΕΚ του του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 4ης Δεκεμβρίου 2000 σχετικά με την αποτέφρωση αποβλήτων». Η Κοινή Υπουργική Απόφαση 22912/2017 επέβαλε μέτρα, όρους και περιορισμούς στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης των αποβλήτων, όπου περιλαμβάνονται και τα αστικά απόβλητα τα οποία προέρχονται από τα νοικοκυριά προκειμένου να περιοριστούν οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και ιδίως οι εκπομπές στην ατμόσφαιρα, στο έδαφος, στα υπόγεια και επιφανειακά νερά, όπως επίσης και οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου.

Προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος αυτός αποφασίστηκαν τα ακόλουθα:

- Να επιβάλλονται συγκεκριμένες τεχνικές προδιαγραφές στις μονάδες αποτέφρωσης, τόσο κατά τον σχεδιασμό, όσο και κατά την κατασκευή τους αλλά και κατά την διάρκεια λειτουργίας τους.

- Να θεσπίζονται οριακές τιμές εκπομπής αερίων ρύπων από την λειτουργία των μονάδων αποτέφρωσης.
- Να θεσπίζονται οριακές τιμές εκπομπής για τις απορρίψεις στα νερά που προκύπτουν από τον καθαρισμό των απαερίων.
- Να προσδιορίζονται ορισμένες διαδικασίες που αφορούν την παράδοση και την παραλαβή των αποβλήτων που προορίζονται για αποτέφρωση.
- Επιβλήθηκε η εγκατάσταση εξοπλισμού μετρήσεων και η διενέργεια μετρήσεων για τους αέριους ρύπους και τις παραμέτρους λειτουργίας όπως επίσης και για τον έλεγχο βαρέων μετάλλων, διοξινών και φουρανίων που προέρχονται από τις μονάδες αποτέφρωσης.
- Να προδιαγραφούν οι συνθήκες για την χορήγηση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για τις μονάδες αποτέφρωσης, όπως επίσης και της άδειας διάθεσης από τις αρμόδιες υπηρεσίες. (ΤΕΕ, 2006)

Νόμος 3536/2007 – ΦΕΚ 42/Α'/23.2.2007 (Άρθρο 30 Στερεά Απόβλητα):*« Ειδικές ρυθμίσεις θεμάτων μεταναστευτικής πολιτικής και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης».*

Με τον συγκεκριμένο νόμο προσδιορίζεται η νομική μορφή των Φο.Δ.Σ.Α. που είναι αρμόδιοι για την μεταφόρτωση, την προσωρινή αποθήκευση, την επεξεργασία και την διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων τα οποία προέρχονται από τις διαχειριστικές ενότητες που προσδιορίζονται από τα Περιφερειακά Σχέδια Διαχείρισης. Ως διαχειριστικές ενότητες νοούνται οι γεωγραφικές ενότητες προσδιορίζονται προκειμένου να μπορεί να γίνει βιώσιμη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων. Ο συγκεκριμένος νόμος προσδιόριζε ότι οι Φο.Δ.Σ.Α. μπορεί να είναι είτε σύνδεσμοι ΟΤΑ ή Ανώνυμες Εταιρείες ΟΤΑ, η λειτουργία των οποίων προσδιορίζεται από τον νέο κώδικα δήμων και κοινοτήτων (Ν. 3463/06) με τη συστασή τους να γίνεται έως την καταληκτική ημερομηνία που προσδιορίζεται στα Περιφερειακά Σχέδια Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων. Σε περίπτωση που δεν συστήνονταν ως την ημερομηνία που προσδιόριζαν τα Περιφερειακά Σχέδια Διαχείρισης Απορριμμάτων, επιβαλλόταν υποχρεωτική σύσταση τους από τον Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας στην οποία συμμετείχαν οι ΟΤΑ της συγκεκριμένης διαχειριστικής ενότητας. (Σκαρκάλας, 2014)

Νόμος 4042 – ΦΕΚ 24/Α/13.2.2012:*« 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».*

Με τον εν λόγω Νόμο τροποποιήθηκε εξ ολοκλήρου η νομοθεσία που αφορούσε τα απόβλητα, ενώ δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην επαναχρησιμοποίηση και στην ανακύκλωση των αποβλήτων. Ορισμένες από τις σημαντικότερες αλλαγές που έγιναν με τον συγκεκριμένο Νόμο ήταν οι ακόλουθες:

- Η ιεράρχηση των αποβλήτων: Εφαρμόστηκε μια νέα ιεράρχηση που αφορούσε τις μεθόδους διαχείρισης των αποβλήτων προκειμένου να μπορούν να ληφθούν μέτρα για να παραχθεί το βέλτιστο από περιβαλλοντικής απόψεως αποτέλεσμα, όπως είναι για παράδειγμα η εφαρμογή μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων που συνοδεύονται από υψηλά ποσοστά ανάκτησης υλικών ή ενέργειας. Η ιεράρχηση των μεθόδων διαχείρισης των αποβλήτων είναι η εξής:
  - Πρόληψη-αποτροπή δημιουργίας, που συνιστά και την προτεινομένη επιλογή
  - Επαναχρησιμοποίηση
  - Ανακύκλωση
  - Ανάκτηση, όπου περιέχεται και η ανάκτηση ενέργειας
  - Ασφαλής εναπόθεση, που συνιστά και το ύστατο μέτρο προς εφαρμογή
- Νέοι ποσοτικοί στόχοι ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης: Ο συγκεκριμένος Νόμος προσδιόριζε ότι έως το 2015 θα έπρεπε να έχει γίνει ξεχωριστή συλλογή τουλάχιστον για τα ακόλουθα υλικά: χαρτί, μέταλλο, πλαστικό, γυαλί καθώς και να ενισχυθεί η ξεχωριστή συλλογή για τα βιολογικά απόβλητα. Επιπρόσθετα, ο Νόμος προσδιόριζε ότι ως το 2020 θα πρέπει να έχουν επιτευχθεί οι ακόλουθοι στόχοι:
  - Η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των υλικών αποβλήτων, όπως είναι κατ' ελάχιστον το χαρτί, το μέταλλο, το πλαστικό, το γυαλί που προέρχονται από τα νοικοκυριά και ορισμένα άλλα απόβλητα, υπό την προϋπόθεση ότι είναι παρόμοια

με τα οικιακά απόβλητα, θα πρέπει να αυξηθεί τουλάχιστον κατά 50%.

- Η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση και η ανάκτηση άλλων υλικών στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα απόβλητα που προέρχονται από εργασίες επίχωσης, καθώς και από άλλα μη επικίνδυνα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων, θα πρέπει να παρουσιάσει αύξηση τουλάχιστον κατά 70%.

- Στόχος ξεχωριστής συλλογής των βιοαποβλήτων: Με τον συγκεκριμένο Νόμο προσδιορίστηκε ότι έως το 2015 το ποσοστό της χωριστής συλλογής βιοαποβλήτων θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 5% του συνολικού τους βάρους, ενώ έως το 2020 το ποσοστό αυτό θα πρέπει να ανέλθει στο 10% του συνολικού βάρους. Όμως θα πρέπει να επισημάνουμε ότι ο στόχος αυτός αναθεωρήθηκε στο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ).
- Σχέδια διαχείρισης και πρόληψης παραγωγής αποβλήτων:Θεσμοθετήθηκε η κατάρτιση σχεδίων και προγραμμάτων που είχαν ως στόχο την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων. Τα συγκεκριμένα σχέδια εστίαζαν στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της διαχείρισης των αποβλήτων, ενώ λάμβαναν υπόψη όλο τον κύκλο ζωής των προϊόντων και των υλικών.
- Ειδικό τέλος ταφής: Καθιερώθηκε από το έτος 2014 και αναβλήθηκε στην συνέχεια έως 31.12.2016 το ειδικό τέλος ταφής στο οποίο υπάγονται οι ακόλουθες κατηγορίες αποβλήτων σύμφωνα με τον ΕΚΑ: 20 01 08, 20 02 01, 20 02 02, 20 03 01, 20 03 07, 17 01, 17 02, 17 03 02, 17 05 04, 17 05 06, 17 09 04 όταν αυτά οδηγούνται στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής, χωρίς πριν να έχουν υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία.
- Παρακράτηση ποσών: Με τον συγκεκριμένο νόμο θεσπίστηκε η παρακράτηση ποσών ,τα οποία επιβάλλονταν ως χρηματικά πρόστιμα στην Ελλάδα για τις παραβιάσεις της ευρωπαϊκής νομοθεσίας, κατά την διαδικασία της κατανομής των κεντρικών αυτοτελών πόρων προς τους ΟΤΑ και τα νομικά τους πρόσωπα, τα οποία χρησιμοποιούν χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης των απορριμμάτων ή στους ΟΤΑ όπου υπάρχουν ανενεργοί και μη αποκατεστημένοι τέτοιοι χώροι. (Νόμος 4042/2012, 2012)

2.3 Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ)

Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο Σχέδιο Διαχείρισης που εφαρμόζεται στο σύνολο των αποβλήτων και προσδιορίζει την στρατηγική, τις πολιτικές και τους στόχους που αφορούν την διαχείριση των αποβλήτων σε εθνικό επίπεδο και εκπονείται από το ΥΠΕΚΑ, όπως ορίζεται στο άρθρο 35 του Νόμου 4042/2012. Τα άρθρα 22, 23 και 35 του ίδιο Νόμου προσδιορίζουν ότι για ορισμένα ρεύματα αποβλήτων, τα οποία και χρήζουν ειδικής συνολικής αντιμετώπισης μπορεί να πρέπει να καταρτίζονται Ειδικά Σχέδια Διαχείρισης τα οποία θα περιέχονται στο ΕΣΔΑ και θα ρυθμίζουν σε επίπεδο χώρα της ολοκληρωμένη διαχείριση των συγκεκριμένων απορριμμάτων. Το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων αναθεωρείται κάθε έξι χρόνια ή και νωρίτερα, εφόσον προκύψει η σχετική ανάγκη. (Νόμος 4042/2012, 2012)

Το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Απορριμμάτων αναμένεται να ισχύσει έως το 2020. Το ΕΣΔΑ μπορεί να αναθεωρηθεί ή να τροποποιηθεί πριν από τη διέλευση έξι ετών στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Όταν υπάρχει τροποποίησης της αντίστοιχης νομοθεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Όταν στην ενδιάμεση αξιολόγηση του ΕΣΔΑ προκύψει η σχετική ανάγκη.
- Όταν υπάρχουν εξαιρετικές και απρόβλεπτες ανάγκες που έχουν προκύψει λόγω της εκτέλεσης των έργων και των προγραμμάτων διαχείρισης απορριμμάτων.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η ενδιάμεση αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του ΕΣΔΑ αναφορικά με την επίτευξη των στόχων γίνεται τρία χρόνια από την έναρξη ισχύος του. Επίσης, ανάλογη αξιολόγηση γίνεται για τα αποτελέσματα των ΠΕΣΔΑ τρία χρόνια μετά από την έναρξη ισχύος τους. Το εν λόγω ΕΣΔΑ λειτουργεί με συμπληρωματικό τρόπο προς το Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο Πρόληψης Παραγωγής Αποβλήτων, το οποίο τέθηκε σε ισχύ τον Δεκέμβριο του 2014.

Το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων που βρίσκεται σε ισχύ διαμορφώθηκε κατόπιν διαβούλευσης και επεξεργασίας των παρατηρήσεων, των προτάσεων και των θέσεων που εκφράστηκαν κατά τη διάρκεια δημόσιας διαβούλευσης τον Ιούλιο του 2015. Επίσης, στην διαμόρφωσή του του ΕΣΔΑ συνέβαλε η δημόσιος διάλογος που

έγινε μεταξύ των φορέων της Αυτοδιοίκησης όπως είναι η ΚΕΔΕ, η ΕΝΠΕ, οι ΦοΣΔΑ, καθώς και μεταξύ φορέων της επιστήμης και της κοινωνίας όπως είναι το ΤΕΕ, η ΕΕΣΔΑ κτλ. Στο τεύχος Β' ΦΕΚ 2706/15-12-2015 δημοσιεύτηκε η α.π. οικ. 513737/4684 απόφαση κύρωσης του Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων καθώς και του Εθνικού Στρατηγικού Σχεδίου Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων, των υπουργών Εσωτερικών και Διοικητικής Ανασυγκρότησης – Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Για πρώτη φορά στην συγκεκριμένη κοινή υπουργική απόφαση προσδιορίστηκαν έννοιες όπως ήταν οι ακόλουθες:

- «Πράσινο Σημείο»: Πρόκειται για ένα οριοθετημένο χώρο που διαθέτει την κατάλληλη κτηριακή υποδομή και τον αντίστοιχο εξοπλισμό, ενώ οργανώνεται από τον Δήμο. Στο «Πράσινο Σημείο» οι δημότες έχουν τη δυνατότητα να αποθέτουν ανακυκλώσιμα υλικά, τα οποία έχουν συλλεχθεί χωριστά, όπως είναι για παράδειγμα το χαρτί, το γυαλί, τα μέταλλα, τα πλαστικά, τα υφάσματα, τα βρώσιμα έλαια, ο ρουχισμός, τα έπιπλα, ο ηλεκτρικός, ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός κτλ. προκειμένου να προωθηθούν εν συνεχεία για ανακύκλωση ή για επαναχρησιμοποίηση.
- «ΚΑΕΔΙΣΠ (Κέντρο Ανακύκλωσης, Εκπαίδευσης Διαλογής στην Πηγή)»:Είναι ο χώρος ο οποίος έχει τις ίδιες υποδομές με το «Πράσινο Σημείο», ενώ παράλληλα προσφέρει δυνατότητες εκπαίδευσης για Διαλογή στην Πηγή καθώς και δυνατότητες ανάπτυξης κοινωνικής οικονομίας.
- «Τοπικά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων»: Πρόκειται για επιχειρησιακά σχέδια τα οποία εκπονούνται από τους Δήμους για την διαχείριση των αποβλήτων τους. Ύστερα από αξιολόγηση και την ανάλογη επεξεργασία, ενσωματώνονται από τον αρμόδιο φορέα στην διαδικασία εκπόνησης των ΠΕΣΔΑ. (Νόμος 4042/2012, 2012)

Γενικοί Στόχοι του ΕΣΔΑ

Οι γενικοί στόχοι που τίθενται με τον ΕΣΔΑ είναι οι ακόλουθοι:

- Η σταθεροποίηση της παραγωγής των αποβλήτων στα επίπεδα που βρίσκονταν το 2011 με φθίνουσες τάσεις.

- Η προτεραιότητα στην διαλογή των αποβλήτων στην πηγή προκειμένου στη συνέχεια να οδηγηθούν στις αποκεντρωμένες μονάδας διαχείρισης αποβλήτων, αντί να τα διαχειρίζονται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας των σύμμεικτων Αστικών Στερεών Αποβλήτων.
- Η ολοκλήρωση του αναγκαίου δικτύου με την προσθήκη του νέου δικτύου που περιέχει τα Πράσινα Σημεία και τα ΚΑΕΣΔΙΠ σε υποδομές διαχείρισης αποβλήτων έως το 2020.
- Η μείωση στο ελάχιστο δυνατό της συνολικής ποσότητας των ανακτήσιμων αποβλήτων τα οποία διατίθενται για υγειονομική ταφή.
- Ο εκ βάθρων ανασχεδιασμός του υπάρχοντος σχεδιασμού υποδομών διαχείρισης αποβλήτων, έχοντας ως στόχο την αναβάθμιση της ανακύκλωσης και ανάκτησης με χωριστή συλλογή έως το 2020.
- Η περαιτέρω αξιοποίηση των δευτερογενών υλικών, όπως είναι το κομπόστ και το κομπόστ τύπου Α υπό την προϋπόθεση της εξασφάλισης αυστηρών ποιοτικών προδιαγραφών.
- Η ανάκτηση ενέργειας σε συμπληρωματικό ρόλο, όταν δεν υπάρχουν δυνατότητες για την ανάκτηση κάποιου άλλου είδους.
- Η συστηματική αποτύπωση και παρακολούθηση των δεδομένων παραγωγής και διαχείρισης των αποβλήτων. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω της δημιουργίας ηλεκτρονικού μητρώου δεδομένων αποβλήτων έως το 2015 στο οποίο θα έχουν πρόσβαση όλοι οι αρμόδιοι φορείς.
- Αναμόρφωση του κεντρικού μηχανισμού παρακολούθησης και ελέγχου της διαχείρισης των αποβλήτων.
- Ανάπτυξη εθνικής επικοινωνιακής στρατηγικής για τα απόβλητα έως το 2015, η οποία θα προσδιόριζε τις ομάδες-στόχους αξιοποιώντας όλους τους διαθέσιμους τρόπους επικοινωνίας, όπως είναι για παράδειγμα τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.
- Αναθεώρηση των Περιφερειακών Σχεδίων Διαχείρισης Απορριμμάτων έως τον Σεπτέμβριο του 2015. Η βασική τάση της αναθεώρησης θα πρέπει να εστιάζει στο μοντέλο αποκεντρωμένης διαχείρισης των αποβλήτων το οποίο έχει στο επίκεντρο την πρόληψη, την επαναχρησιμοποίηση καθώς και την οικονομική ανάπτυξη της τοπικής αυτοδιοίκησης με ίδιους πόρους

που να προέρχονται από την ανακύκλωση, σε αγαστή συνεργασία με τους δημότες οι οποί και ανακυκλώνουν.

- Σύνταξη και εφαρμογή των τοπικών σχεδίων αποκεντρωμένης διαχείρισης απορριμμάτων από όλους τους Δήμος, σε χρονικό διάστημα πέντε μηνών από τότε που τέθηκε σε ισχύ ο παρόν ΕΣΔΑ.
- Εξάλειψη της ανεξέλεγκτης διάθεσης αστικών αποβλήτων έως το έτος 2015 καθώς και των υπόλοιπων αποβλήτων έως και το 2018.
- Ορθολογική διαχείριση των ιστορικά αποθηκευμένων αποβλήτων μέσω της δημιουργίας και εφαρμογής των κατάλληλων σχεδίων συμμόρφωσης από τους αρμόδιους έως και το πρώτο εξάμηνο του 2016. Μετά την ολοκλήρωση των συγκεκριμένων σχεδίων συμμόρφωσης προβλέπονταν συμμόρφωση και αποκατάσταση των χώρων αποθήκευσης με βάση ένα αυστηρό χρονοδιάγραμμα έως το τέλος του 2016, με βάση την επικινδυνότητα και την ποσότητα των αποβλήτων.
- Δίνεται προτεραιότητα στην διαλογή υλικών στην πηγή μέσω αποκεντρωμένων υποδομών, έναντι της ανάκτησης σε συγκεντρωτικές εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν τεχνολογίες μηχανικής διαλογής σύμμεικτων Αστικών Στερεών Αποβλήτων.
- Αποκατάσταση των σημαντικότερων ρυπασμένων χώρων διάθεσης αποβλήτων έως και το 2020. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας , 2015)

<u>Ειδικοί στόχοι ανά ρεύμα αποβλήτων</u>

Εκτός από τους γενικούς στόχους που τίθενται στο ΕΣΔΑ, υπάρχουν και εξειδικευμένοι στόχοι οι οποίοι αφορούν τα επιμέρους ρεύματα αποβλήτων. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι ποσοτικοί στόχοι που αφορούν τη συλλογή ,την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την ανάκτηση που έχουν τεθεί ανά ρεύμα αποβλήτων ισχύουν αναλογικά με την παραγωγή των αποβλήτων σε περιφερειακό επίπεδο.

Πιο συγκεκριμένα, οι στρατηγικές που προσδιορίζονται ανά ρεύμα αποβλήτων είναι οι ακόλουθες:

<u>Αστικά Στερεά Απόβλητα</u>

- Καθιερώνεται χωριστή συλλογή και ανάκτηση των βιοαποβλήτων.
- Καθιερώνεται χωριστή συλλογή χαρτιού, γυαλιού, μετάλλων και πλαστικών.
- Οργανώνεται χωριστή συλλογή σε άλλα ρεύματα Αστικών Στερεών Αποβλήτων με στοχευμένη συλλογή προκειμένου να υπάρξει περαιτέρω προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση.
- Θεώρηση της οικιακής κομποστοποίησης ως ανακύκλωση και όχι ως πρόληψη.
- Θεσμοθέτηση μέτρων που αφορούν την πρόληψη της παραγωγής των αποβλήτων, ιδίως για τα απόβλητα τροφίμων και για τις συσκευασίες. Παράλληλα, προβλέφθηκε η ανάπτυξη Ζώνης Ειδικής Διαχείρισης Αποβλήτων για τις νησιωτικές και για τις τουριστικές περιοχές.
- Αναβάθμιση και περαιτέρω βελτίωση του εξοπλισμού που υπάρχει στις πόλεις όπως είναι οι κάδοι, τα οχήματα, οι αποτμήσεις των πεζοδρομίων, οι δημόσιοι συμβολισμοί καθαριότητας, τα σάρωθρα των δρόμων καθώς και άλλα.
- Η θέσπιση κανονιστικών πράξεων των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης οι οποίες θα συμβάλλουν στην οργάνωση των τοπικών κοινωνιών, επιβραβεύοντας την βέλτιστη περιβαλλοντική διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας , 2015)

<u>Ιλύες αστικού τύπου</u>

- Αξιοποίηση της ιλύος ως πόρο και πηγή οργανικής ουσίας για χρήση προς όφελος της γεωργίας, είτε για ανάκτηση ενέργειας.

<u>Απόβλητα υγειονομικών μονάδων (ΑΥΜ)</u>

- Διασφάλιση της χωριστής συλλογής των επιμέρους κατηγοριών Αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων (ΑΥΜ) καθώς και διασφάλιση της διαχείρισής τους με βάση την ισχύουν νομοθεσία. Ειδικότερα διαχείριση εντός ή εκτός ΥΜ σύμφωνα με την ΚΥΑ οικ. 146163/2012 καθώς και το υφιστάμενο ειδικό σχέδιο (ΕΕΣΔΕΑΥΜ).

<u>Βιομηχανικά απόβλητα</u>

- Δίνεται προτεραιότητα στην επαναχρησιμοποίηση και την ανάκτηση, υπό την προϋπόθεση ότι δεν είναι δυνατή η χρησιμοποίηση των αποβλήτων ως πόρων, κατά τη διάρκεια της παραγωγής διαδικασίας.

- Ενισχύεται η συνεργασία μεταξύ των βιομηχανικών κλάδων, έτσι ώστε τα απόβλητα από ένα βιομηχανικό κλάδο να διοχετεύονται ως πρώτες ύλες σε άλλους κλάδους ή να χρησιμοποιούνται σε άλλους βιομηχανικούς τομείς. Στην κατεύθυνση αυτή προωθούνται κλαδικές εθελοντικές συμφωνίες.
- Διασφαλίζεται η απαγόρευση της ανάμειξης επικίνδυνων βιομηχανικών αποβλήτων με άλλα απόβλητα είτε είναι επικίνδυνα, είτε όχι.
- Δημιουργούνται οι αναγκαίες υποδομές για την διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων, με σχεδιασμό που γίνεται από την πολιτεία, ενώ παράλληλα εφαρμόζεται η αρχή « ο ρυπαίνων πληρώνει», έτσι ώστε να μπορέσει να εξασφαλιστεί η βέλτιστη περιβαλλοντική και κοινωνική πρακτική, όπως και η ασφαλής χρήση των αποβλήτων ως πόρων στα διάφορα στάδια των παραγωγικών διαδικασιών.

Απόβλητα εγκαταστάσεων κοινής ωφέλειας, εξυπηρέτησης του κοινού κτλ.

- Προωθείται η εφαρμογή συστημάτων χωριστής συλλογής κατ' ελάχιστον του χαρτιού, του γυαλιού, των μετάλλων καθώς και του πλαστικού με την βέλτιστη από οικονομικής και περιβαλλοντικής απόψεως μέθοδο, ενώ παράλληλα επιδιώκεται η μεγιστοποίηση της απόδοσης με την ευθύνη να αποδίδεται στους φορείς των εγκαταστάσεων. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας , 2015)

Γεωργοκτηνοτροφικά απόβλητα

- Επιδιώκεται η πλήρης ανάκτηση των γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων, δίνοντας προτεραιότητα στην ανάκτηση τους στην γεωργία καθώς και στην ανάπτυξη συνεργασίας με τη βιομηχανία ανακύκλωσης βιοαποδομήσιμων αποβλήτων.
- Αποσκοπείτε η βέλτιστη αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχόμενου των γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων.
- Προωθούνται βιολογικές μέθοδοι στην γεωργική παραγωγή, έτσι ώστε να υπάρξει αύξηση της απορρόφησης του παραγόμενου από τα γεωργοκτηνοτροφικά απόβλητα εδαφοβελτιωτικού υλικού.
- Δημιουργούνται οι αναγκαίες υποδομές για την διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων, υπό την καθοδήγηση και τον σχεδιασμό της πολιτείας και εφαρμόζεται η αρχή « ο ρυπαίνων πληρώνει». Έτσι, γίνεται προσπάθεια

διασφάλισης της βέλτιστης κοινωνικής και περιβαλλοντικής πρακτικής, ενώ διασφαλίζεται και η χρησιμοποίηση των αποβλήτων ως πόρων κατά την παραγωγική διαδικασία.

- Διασφαλίζεται η περιβαλλοντική ορθή διαχείριση των απορριμμάτων που προέρχονται από την γεωργική και την κτηνοτροφική παραγωγή, όπως είναι για παράδειγμα τα πλαστικά από τα θερμοκήπια, οι συσκευασίες των γεωργικών φαρμάκων κτλ.
- Προωθείται η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των παραγωγών γεωργικών και κτηνοτροφικών προϊόντων, αναφορικά με τα οικονομικά και άλλου είδους οφέλη που προκύπτουν από την προτεινόμενη διαχείριση των συγκεκριμένων ρευμάτων αποβλήτων.

<u>Ρεύμα εναλλακτικής διαχείρισης</u>

- Επανεξετάζεται ο ρόλος λειτουργίας των ΣΕΔ, ενώ παράλληλα αναβαθμίζεται ο ρόλος των ΟΤΑ, ιδίως για θέματα που αφορούν τα δημοτικά απόβλητα όπου εντάσσεται και η εναλλακτική διαχείριση. Επίσης, προτείνεται αναθεώρηση των επιχειρησιακών σχεδίων ΣΕΔ ενώ στο πλαίσιο αυτό γίνεται αναπροσδιορισμός των καταβαλλόμενων χρηματικών εισφορών.
- Προωθείται επέκταση στης ανακύκλωσης σε πανελλαδικό επίπεδο.
- Προτείνεται πλήρης εφαρμογή της εναλλακτικής διαχείρισης απορριμμάτων στη δημόσια διοίκηση και στους τομείς της αγοράς τουρισμού, της επιστήμης καθώς και των κοινωνικών συλλογικοτήτων.
- Καθιερώνεται ξεχωριστή συλλογή αποβλήτων συσκευασίες ανά υλικό.
- Γίνεται ποιοτική αναβάθμιση της ανακύκλωσης.
- Ενισχύεται η συλλογή των αποβλήτων συσκευασιών και άλλων προϊόντων.
- Γίνεται καταπολέμηση της εισφοροδιαφυγής.
- Αναπτύσσονται αγορές ανακτώμενων υλικών.
- Γίνεται ένταξη των ρευμάτων στο καθεστώς εναλλακτικής διαχείρισης.
- Καταγράφονται οι διαχειριστές, οι παραγωγοί συσκευασιών καθώς και άλλων προϊόντων.
- Προωθείται ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού και των φορέων.
- Ενισχύεται η συμμετοχή της Κοινωνίας των Πολιτών. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας , 2015)

Μικρές ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων στα αστικά (ΜΠΕΑ)

- Προωθείται η χωριστή συλλογή των ΜΠΕΑ από το ρεύμα των Αστικών Στερεών Αποβλήτων και ενισχύεται η περαιτέρω κατάλληλη διαχείρισή τους.

Απόβλητα που περιέχουν υδράργυρο

- Γίνεται σταδιακή κατάργηση των χρήσεων και των εκπομπών υδραργύρου, με εξαίρεση τους σκοπούς όπου υδράργυρος αναπτύσσεται για έρευνα στους τομείς της ιατρικής ή της χημικής ανάλυσης.
- Αναπτύσσεται σύστημα διαχείρισης αποβλήτων υδραργύρου, όπου γίνεται καταγραφή των πηγών προέλευσής τους, ενώ παράλληλα αναπτύσσεται δίκτυο συλλογής μεταφοράς και αποθήκευσης υδραργύρου.

Απόβλητα που περιέχουν αμίαντο

- Μείωση των διασυνοριακών μεταφορών αποβλήτου αμιάντου και διάθεσή τους κατά προτεραιότητα εντός της χώρας. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας , 2015)

2.4 Αρμοδιότητες της Τοπικής Αυτοδιοίκησης

Στον τομέα της διαχείρισης αποβλήτων ιδιαίτερο ρόλο καλούνται να διαδραματίσουν οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης, καθώς είναι αυτοί που έχουν την πλήρη αρμοδιότητα για την διαχείριση των αποβλήτων από το στάδιο της πρόληψης έως και το στάδιο της τελικής διάθεσης.

Πιο αναλυτικά οι αρμοδιότητες των δήμων είναι οι ακόλουθες:

- Στο Νόμο 3463/2006, που είναι ο κώδικα δήμων και κοινοτήτων, στο άρθρο 75 αναφέρονται τα ακόλουθα: *« Η καθαριότητα όλων των κοινόχρηστων χώρων της εδαφικής τους περιφέρειας, η αποκομιδή και διαχείριση των αποβλήτων, όπως και η κατασκευή, συντήρηση και διαχείριση των συστημάτων αποχέτευσης και βιολογικού καθαρισμού και η λήψη προληπτικών και κατασταλτικών μέτρων για την προστασία των κοινόχρηστων χώρων και ιδιαίτερα των χώρων διάθεσης απορριμμάτων από εκδήλωση πυρκαγιάς, σύμφωνα με την κείμενη σχετική νομοθεσία».*

- Στον Νόμο 3852/2010 (Καλλικράτης) και ειδικότερα στο άρθρο 94: - πρόσθετες αρμοδιότητες δήμων 25: *« Η διαχείριση στερεών αποβλήτων, σε επίπεδο προσωρινής αποθήκευσης, μεταφόρτωσης, επεξεργασίας, ανακύκλωσης και εν γένει αξιοποίησης, διάθεσης, λειτουργίας σχετικών εγκαταστάσεων, κατασκευής μονάδων επεξεργασίας και αξιοποίησης, καθώς και αποκατάστασης υφισταμένων χώρων εναπόθεσης (Χ.Α.Δ.Α). Η διαχείριση πραγματοποιείται, σύμφωνα με τον αντίστοιχο σχεδιασμό, που καταρτίζεται από την Περιφέρεια, κατά την ειδικότερη ρύθμιση του άρθρου 186 παρ. ΣΤ' αριθμ. 29 του παρόντος νόμου».*

Με βάση τον Νόμο 3536/2007 και ειδικότερα το άρθρο 30, παράγραφος 1^{α} «Στερεά Απόβλητα», η προσωρινή αποθήκευση, μεταφόρτωση, επεξεργασία, αξιοποίηση και διάθεση των στερεών αποβλήτων σε κάθε Περιφέρεια της χώρας, γίνεται κατόπιν ευθύνης των Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Φο.Δ.Σ.Α.) όπως προβλέπεται στο άρθρο 7, παράγραφος 2 της Κοινής Υπουργικής Απόφασης 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909 Β'/22.12.2003), οι οποίοι αντιστοιχούν στις διαχειριστικές ενότητες κάθε Περιφέρειας.

ΟΝόμος 4071/2012 και πιο αναλυτικά το Άρθρο 13 «Σύσταση Περιφερειακών Συνδέσμων Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων» παράγραφος 1 αναφέρουν τα εξής: *«Εντός των διοικητικών ορίων κάθε περιφέρειας πλην της Αττικής, με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Αποκεντρωμένης Διοίκησης, συνίσταται περιφερειακός σύνδεσμος Φο.Δ.Σ.Α., ως Ν.Π.Δ.Δ., στον οποίο μετέχουν υποχρεωτικά όλοι οι δήμοι των διαχειριστικών ενοτήτων της περιφέρειας».*(Νόμος 4042/2012, 2012)

Οι Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Φο.Δ.Σ.Α.) είναι οι αρμόδιοι φορείς του πρώτου βαθμού αυτοδιοίκησης και εξειδικεύονται στην υλοποίηση των στόχων και δράσεων που έχουν τεθεί από τα Περιφερειακά Σχέδια Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων και ιδίως στην προσωρινή αποθήκευση, την μεταφόρτωση, την αξιοποίηση και την διάθεση των στερεών αποβλήτων. (Σκαρκάλας, 2014)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης ΑΣΑ

3.1 Τεχνολογίες αποτέφρωσης

3.1.1 Γενικά

Η τεχνολογία της αποτέφρωσηςτων στερεών απορριμμάτων, θεωρείται ως μια από τις πιο παλαιές και δεδομένες διεργασίες, όπου αναπτύσσονται θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 850^{o}C και 1500^{o}Cκαι με την παρουσία φλόγας γίνεται οξείδωση των στοιχείων αυτών. Ουσιαστικά, στόχος της συγκεκριμένης διεργασίας είναι η εξάτμιση, η αποσύνθεση και η καταστροφή των οργανικών στοιχείων που υπάρχουν στα απορρίμματα, όπως επίσης και η τελική μείωση του όγκου τους. Προκειμένου να γίνει η καύση απαιτείται συγκεκριμένη ποσότητα οξυγόνου, οπότε μιλάμε για στοιχειομετρική καύση, είτε γίνεται με περισσότερη από την αναγκαία ποσότητα οξυγόνου, όπου μιλάμε για καύσε σε περίσσεια. (Ανδρεαδάκης , et al., 2003)

Δύο είναι τα σημαντικότερα και ευρέως χρησιμοποιούμενα είδη μονάδων αποτέφρωσης που έχουν αναπτυχθεί. Ειδικότερα, η πρώτη αφορά μονάδες οι οποίες για να λειτουργήσουν απαιτούν ελάχιστη προεπεξεργασία απορριμμάτων (mass-fired), ενώ η δεύτερη κατηγορία αφορά μονάδες όπου αξιοποιούν απορριμματογενή καύσιμα, δηλαδή RDFή SRF. Αναφορικά με την δυναμικότητα των μονάδων αποτέφρωσης αυτή κυμαίνεται από οκτώ έως και εικοσιπέντε τόνους την ώρα, ενώ οι συνηθέστεροι τύποι μονάδων αποτέφρωσης είναι αυτές των κινούμενων εσχαρών, του περιστρεφόμενου κλιβάνου, όπως επίσης και της ρευστοποιημένης κλίνης. (Vehlow , 2006)

3.1.2 Μονάδες καύσης απορριμμάτων

Μια τυπική εγκατάσταση αποτέφρωσης απορριμμάτων περιέχει τα ακόλουθα μέρη:

- Την πύλη και το ζυγιστήριο, όπου πραγματοποιείται ο έλεγχος και καταγράφοντα τα φορτία που εισέρχονται στην εγκατάσταση, ενώ γίνεται

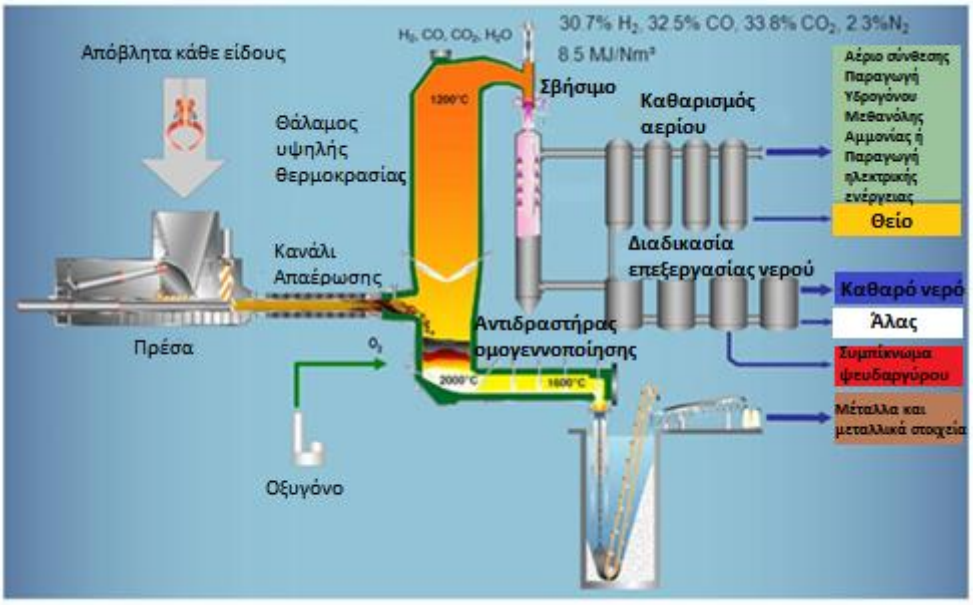
ουσιαστικά μια προσωρινή αποθήκευση των αποβλήτων, έτσι ώστε η τροφοδοσία της εγκατάστασης να γίνει με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο.

- Το σύστημα τροφοδοσίας, το οποίο αποτελείται από γερανό και ταινία έτσι ώστε να μεταφέρονται οι απαιτούμενες ποσότητες των απορριμμάτων εντός της εγκατάστασης. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι το σύστημα τροφοδοσίας προσαρμόζεται στις ανάγκες της εγκατάστασης, καθώς και στον ρυθμό επεξεργασίας των απορριμμάτων.
- Την εστία αποτέφρωσης η οποία είναι στις περισσότερες εγκαταστάσεις με σύστημα εσχαρών, ενώ σε ορισμένες μπορεί να είναι όπως αναφέραμε ήδη προηγουμένως περιστροφικό κλιβάνου ή ρευστοποιημένης κλίνης. Όσον αφορά την ανάφλεξη, αυτή γίνεται με την βοήθεια ειδικού καυστήρα, ο οποίος χρησιμοποιεί κάποιο βοηθητικό καύσιμο και έτσι μπορεί να διασφαλιστεί η ελάχιστη απαιτούμενη θερμοκρασία που απαιτείται για τα απαέρια.
- Ο λέβητας, ο οποίος αξιοποιεί τα θερμά απαέρια προκειμένου να παράγει ατμό.
- Το σύστημα απομάκρυνσης των υπολειμμάτων, τα οποία παράγονται κατά την διαδικασία της αποτέφρωσης, με τα σημαντικότερα εξ αυτών να είναι η ιπτάμενη τέφρα και η τέφρα που επικάθεται στον πυθμένα.
- Το σύστημα ελέγχου των εκπομπών, μέσω του οποίου ελέγχονται εκπομπές σωματιδίων, διοξειδίου του θείου, διοξινών, βαρέων μετάλλων κτλ. (Bilitewski & Hoffmann , 2007)

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει δύο είναι επικρατέστεροι τύποι μονάδων αποτέφρωσης των απορριμμάτων, οι μονάδες τύπου mass-firedκαι οι μονάδες που χρησιμοποιούν επεξεργασμένο καύσιμο RDFή SRF. Στην πρώτη κατηγορία υπάρχει δυνατότητα απευθείας εισαγωγής των απορριμμάτων, δηλαδή χωρίς να είναι αναγκαία κάποιου είδους επεξεργασία. Ετσι, παρότι αυτό διευκολύνει σημαντικά την διαδικασία εγκυμονεί κινδύνους για την μονάδα εξαιτίας της εισαγωγής ογκωδών αντικειμένων, για αυτό άλλωστε απαιτείται και διαρκής επίβλεψη. Επίσης, στα αρνητικά του συγκεκριμένου τύπου μονάδας συγκαταλέγονται οι διακυμάνσεις που αφορούν το ενεργειακό περιεχόμενο των εισερχόμενων απορριμμάτων. (Καθρέπτης , et al., 2013)

Η εικόνα 5 παρουσιάζει μια μονάδα τυπική καύσης απορριμμάτων που χρησιμοποιεί την τεχνολογία mass-fired.

Εικόνα 5: Τυπική μονάδα καύσης απορριμμάτων τύπου massfired

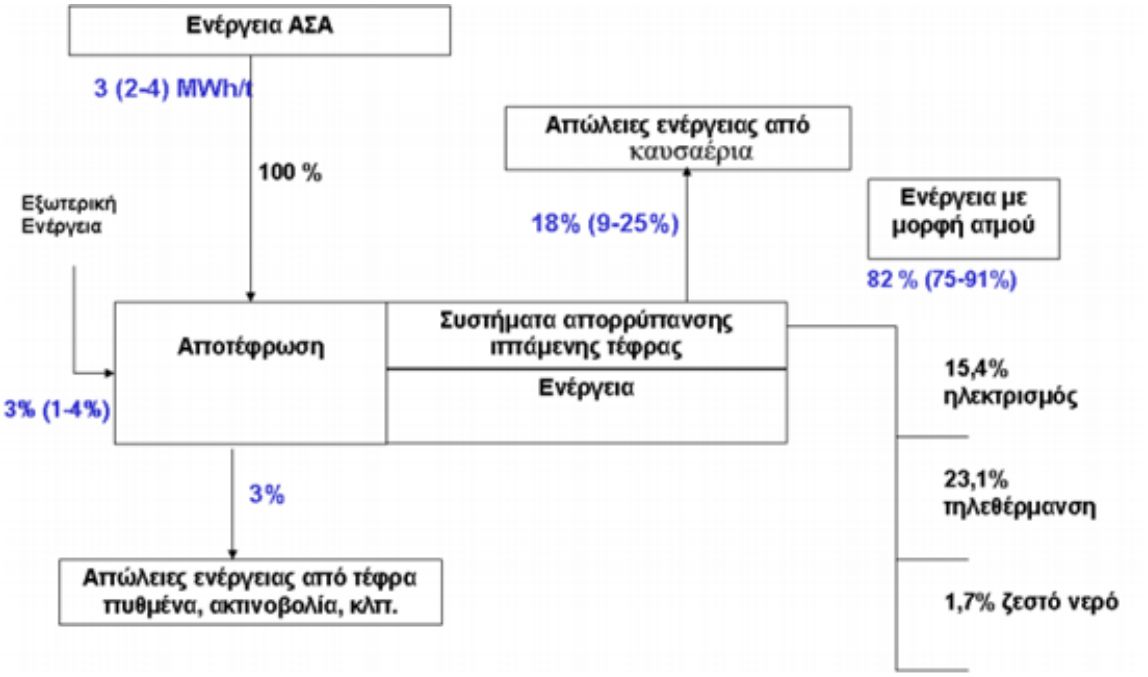


Όσον αφορά την δεύτερη κατηγορία μονάδων καύσης που χρησιμοποιούν ως καύσιμο το RDFή το SRF, μπορούμε να πούμε ότι εντάσσονται με πιο μεγάλη ευκολία στο δίκτυο ανάκτησης ενέργειας, καθώς τόσοτο RDFόσο και το SRF, παρουσιάζουν υψηλότερη θερμογόνο δύναμη σε σχέση με τα Αστικά Στερεά Απόβλητα, ενώ ο έλεγχος της μονάδας γίνεται με περισσότερη ευκολία. Επίσης, μέσω της επεξεργασία για την παραγωγή του RDF/SRF, δίνεται η δυνατότητα απομάκρυνσης ορισμένων κατηγοριών αποβλήτων, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν εκτεταμένη ατμοσφαιρική ρύπανση εφόσον συμμετέχουν στη διαδικασία της καύσης. (Dong&Lee , 2009)

Στο σχήμα 3 παρουσιάζει ένα τυπικό ενεργειακό ισοζύγιο σε μια μονάδα αποτέφρωσης Αστικών Στερεών Απορριμμάτων.

Σχήμα 3: Τυπικό ενεργειακό ισοζύγιο σε μονάδα αποτέφρωσης[9]

[9]Bilitewski , B., 2008. From traditional to modern fee systems. *Waste Management* , December, pp. 2760-2766.



3.1.3 Προϊόντα της καύσης και συστήματα ελέγχου των αερίων εκπομπών

Κατά την διεργασία της καύσης προκύπτουν στερεά, αέρια και υγρά απόβλητα. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι σημαντικές επενδύσεις απαιτούνται προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα που προκύπτει από τα αέρια απόβλητα. Για κάθε τόνο απορριμμάτων που καίγονται, προκύπτουν από 4500 έως 6000m^3 καυσαερίων, με την θερμοκρασία των καυσαερίων αυτών να κυμαίνεται περίπου στους 1000^oC.

Κατά την καύση παράγονται κυρίως οι ακόλουθες ουσίες:

- Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), όπου για κάθε τόνο Αστικών Στερεών Αποβλήτων, παράγονται από 0,7 έως 1,7 τόνους διοξειδίου του άνθρακα, οι οποίοι εκλύονται άμεσα στο περιβάλλον και συμβάλλουν στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO), όπου πρόκειται για ένα ιδιαίτερα τοξικό αέριο, το οποίο προκύπτει ως αποτέλεσμα της ατελούς καύσης των οργανικών ενώσεων. Σε περίπτωση που υπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα στα καυσαέρια υπάρχει ο κίνδυνος σχηματισμού εκρηκτικού μίγματος.

- Μεθάνιο, το οποίο ωστόσο δεν παράγεται όταν η καύση γίνεται υπό οξειδωτικές συνθήκες. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το μεθάνιο σχηματίζεται στο φρεάτιο τροφοδοσίας και εν συνεχεία κατευθύνεται προς την εστία καύσης όπου μετατρέπεται έχοντας την μορφή πρωτογενούς αέρα.
- Υδροχλώριο, που προέρχεται κυρίως από την ύπαρξη PVCστα Αστικά Στερεά Απόβλητα. Μέρος του υδροχλωρίου μπορεί να αντιδράσει και να σχηματιστούν διάφορες ανόργανες ενώσεις ή ορισμένα χλωρίδια μετάλλων.
- Υδροφθόριο: Προέρχεται κυρίως από τα φθοριωμένα πλαστικά που απαντώνται στα Αστικά Στερεά Απόβλητα, καθώς επίσης και από τα φθοριωμένα υφάσματα.
- Οξείδια του θείου, με πηγή προέλευσης τις θειούχες ενώσεις που υπάρχουν στα Αστικά Στερεά Απόβλητα. Κατά την αποτέφρωση των απορριμμάτων παράγονται είτε διοξείδιο του θείου (SO_2), είτε SO_3. Να σημειώσουμε ότι το θείο προέρχεται στα απορρίμματα κυρίως από το χαρτί, τις γυψοσανίδες καθώς και την λυματολάσπη, εφόσον υπάρχει.
- Οξείδια του αζώτου: Τα οξείδια του αζώτου που παράγονται κατά την καύση των απορριμμάτων μπορεί να είναι είτε NO, είτε NO_2και δημιουργούνται κατόπιν μετατροπής του αζώτου που υπάρχει στα απορρίμματα.
- Διοξίνες/Φουράνια: Πρόκειται για πολύ επικίνδυνους ρύπους, οι οποίο παράγονται σε κάθε διαδικασία καύσης και σχετίζονται με καρκινογενέσεις διαφόρων ειδών. Οι διοξίνες και τα φουράνια παράγονται κυρίως λόγω της παρουσίασες οργανικών ενώσεων στα απορρίμματα, ενώ σχηματίζονται στην αέρια φάση σε θερμοκρασίες που ξεπερνούν τους 300^oC.
- Υδράργυρος: Προέρχεται κυρίως από απορρίμματα όπως είναι οι μπαταρίες, τα θερμόμετρα, τα αμαλγάματά ενώ θεωρείται ιδιαίτερα τοξικό μέταλλο.
- Βαρέα μέταλλα, όπου συμπεριλαμβάνονται τα κάδμιο, το θάλλιο, το αντιμόνιο κτλ. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι τα συγκεκριμένα μέταλλα θεωρούνται τοξικά και καρκινογόνα. (Λάλας, et al., 2007)

Σε μια μονάδα αποτέφρωσης ιδιαίτερα σημαντικός κρίνεται ο έλεγχος των αερίων εκπομπών που εκλύονται από την καύση απορριμμάτων. Στόχος είναι στη διαδικασία της καύσης η μείωση της παραγωγής των ρύπων και όχι τόσο η απομάκρυνσή τους. Οι εκπομπές των αερίων που παράγονται κατά την διαδικασία της καύσης απορριμμάτων σχετίζονται τόσο με το είδος των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, όσο και με τη σύνθεση που αυτά έχουν. Επίσης, σημαντικό ρόλο για τις εκπομπές αερίων ρύπων διαδραματίζουν το είδος της καύσης, το μέγεθος που έχει ο καυστήρας, η ροή των παραγόμενων καυσαερίων, καθώς και η θερμοκρασία τους. (European Commission , 2006)

3.1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αποτέφρωσης απορριμμάτων

Η τεχνολογία της αποτέφρωσης απορριμμάτων παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα, αλλά και ορισμένες αδυναμίες. Ειδικότερα, κατά την καύση των απορριμμάτων δεν παράγεται μεθάνιο, ενώ υπάρχει δυνατότητα παραγωγής πενταπλάσιας ενέργειας ανά τόνο απορριμμάτων σε σχέση με μια τυπική εκμετάλλευση βιοαερίου που παράγεται από ΧΥΤΑ. Επιπρόσθετα, στα θετικά της συγκεκριμένης τεχνολογίας εντάσσεται και η δυνατότητα περιορισμού του όγκου των απορριμμάτων προς τελική απόθεση, που μπορεί να φθάσει ακόμα και το 90%. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η αποτέφρωση των απορριμμάτων αποτελεί ενδεδειγμένη λύση για την διαχείριση και επεξεργασία αποβλήτων όπως είναι τα τοξικά απόβλητα, τα εύφλεκτα, τα πτητικά, καθώς και τα μολυσματικά. Τέλος, μέσω της αποτέφρωσης των απορριμμάτων μπορεί να καταστεί εφικτή η ανάκτηση ορισμένων υλικών, όπως είναι για παράδειγμα τα μέταλλα. (Φουντή , 2004)

Αναφορικά, με τα μειονεκτήματα-αδυναμίες που παρουσιάζει η τεχνολογία της αποτέφρωσης τα σημαντικότερα είναι τα ακόλουθα:

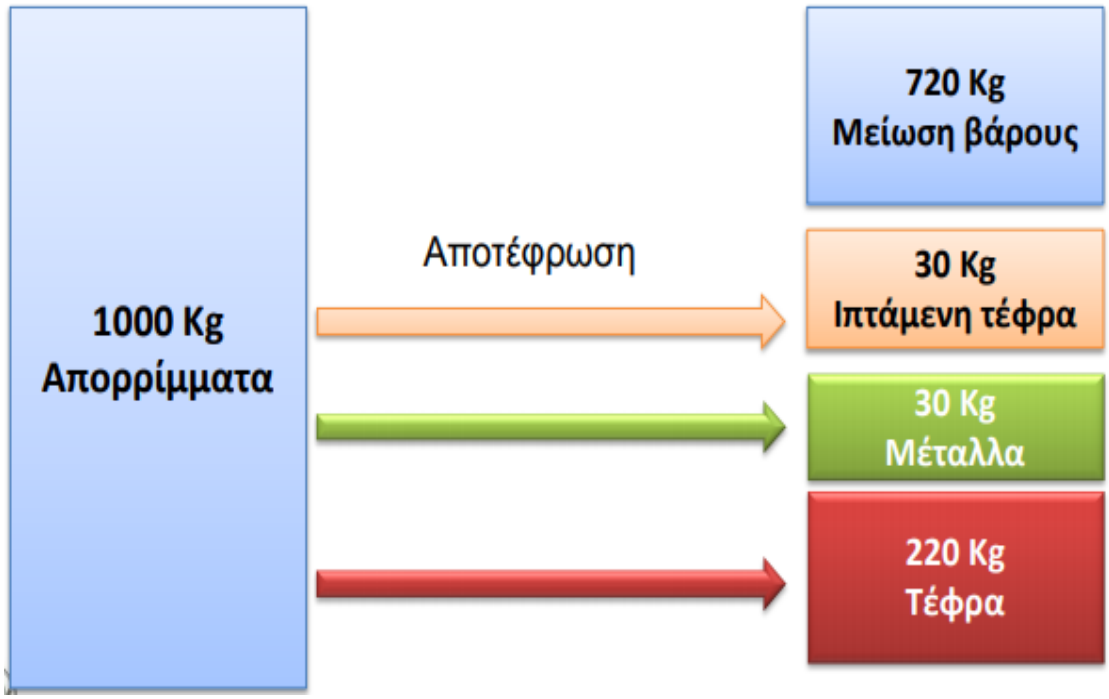
- Υπάρχει αυξημένο κόστος σε σχέση με άλλες μεθόδους, όπως για παράδειγμα είναι η υγειονομική ταφή. Μάλιστα, το κόστος αυτό μπορεί να ανέλθει τρεις έως και τέσσερις φορές περισσότερο σε σχέση με την υγειονομική ταφή.

- Κατά την διαδικασία της καύσης ορισμένων τύπων απορριμμάτων δημιουργούνται επικίνδυνοι για την υγεία και το περιβάλλον αέριοι ρύποι, όπως είναι για παράδειγμα οι διοξίνες.
- Μία σημαντική αδυναμία ακόμα της τεχνολογίας της καύσης είναι το υψηλό κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων, καθώς και τα συνεπαγόμενα με αυτήν μακροπρόθεσμα συμβόλαια. Έτσι ουσιαστικά η καύση δεσμεύει τις τοπικές κοινωνίες και στηρίζεται στην παραδοχή ότι η παραγωγή αποβλήτων γίνεται με τον ίδιο ρυθμό, κάτι που δεν ισχύει πάντα, ενώ υπονομεύει για πολλά χρόνια την ανάπτυξη εναλλακτικών τεχνολογιών, όπως είναι για παράδειγμα η κομποστοποίηση και η ανακύκλωση.
- Μέσω της καύσης γίνεται μετατροπή των οργανικών σε βιολογικά αδρανείς μορφές.
- Σε ορισμένες εγκαταστάσεις, ανάλογα με την σύσταση των αποβλήτων, παράγονται υγρά απόβλητα για τα οποία απαιτείται επί τόπου επεξεργασία, πριν γίνει η τελική τους διάθεση.
- Παρόλο που όπως αναφέραμε η καύση οδηγεί σε σημαντική μείωση του όγκου των απορριμμάτων, παραμένουν υπολείμματα τα οποία θα πρέπει να διοχετεύονται στις ειδικούς χώρους ταφής στερεών υπολειμμάτων καύσης. (Watson , 2009)

Στο σχήμα 4 παρουσιάζεται η μείωση του βάρους των απορριμμάτων κατά την καύση, καθώς και τα παραγόμενα προϊόντα από 1000kg απορριμμάτων που καίγονται.

Σχήμα 4: Προϊόντα καύσης από 1000kg απορρίμματα[10]

[10]Νταράκας , Ε., 2014. *Διαχείριση στερεών αποβλήτων.*. Θεσσαλονίκη : Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ).



3.2 Αξιοποίηση απορριμματογενών καυσίμων

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει προηγουμένως, στις μονάδας Μηχανικής Βιολογικής Επεξεργασίας, υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής ενός ομογενοποιημένου κλάσματος το οποίο χαρακτηρίζεται από την υψηλή θερμογόνο δύναμη. Η σύσταση του εν λόγω κλάσματος είναι από χαρτί, πλαστικό, καθώς και άλλα καύσιμα. Ο συνηθέστερος όρος για το συγκεκριμένο κλάσμα είναι RDF, ενώ άλλοι όροι που χρησιμοποιούνται είναι το REF (RecoveredFuel), το PPF (PaperandPlasticFraction) καθώς και το PEF (ProcessedEngineeredFuel). Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι υπάρχουν και καύσιμα τα οποία προέρχονται από τα χρησιμοποιούμενα ελαστικά τα οποία ονομάζονται TDF (TireDerivedFuel). (EuropeanCommmission , 2003)

Ηεικόνα 6 παρουσιάζει pelletπου έχουν παραχθεί από RDF.

Εικόνα 6: Pellet που παράγονται από το RDF[11]

[11]Refgas , 2018. *refgas.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.refgas-uk.com/portfolio-item/refuse-derived-fuel-pellets/

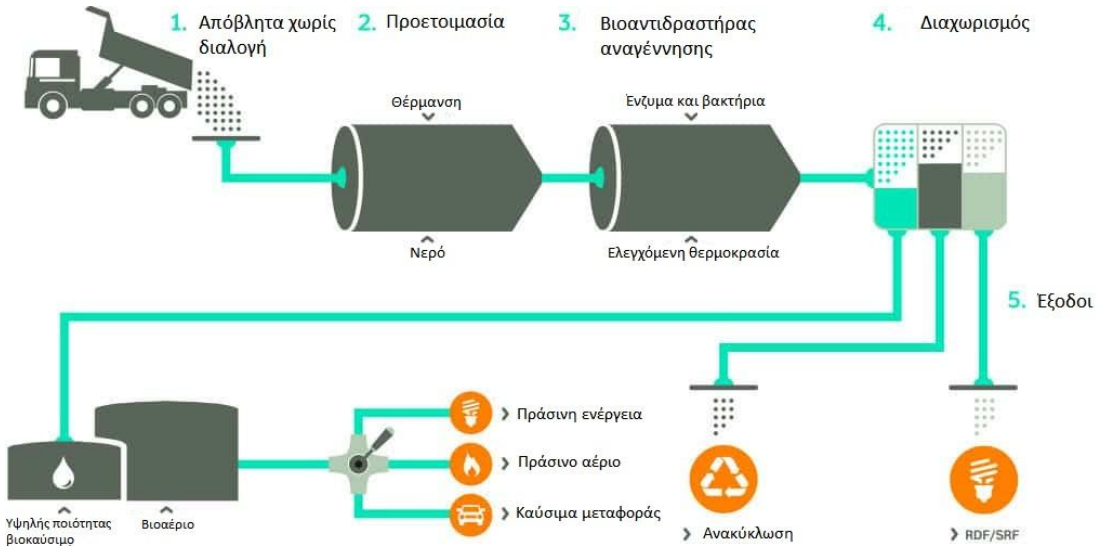


Τα απορριμματογενή καύσιμα μπορούν να παραχθούν από τα Αστικά Στερεά Απόβλητα, είτε κατόπιν μηχανικής, είτε κατόπιν βιολογικής επεξεργασίας των απορριμμάτων. Κατά την μηχανική επεξεργασία των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, μειώνεται το μέγεθος των απορριμμάτων, γίνεται κοσκίνισμα, καθώς επίσης και διαχωρισμός με αέρα, αλλά και μαγνητικός διαχωρισμός. Επιπλέον, ορισμένες φορές μπορεί να γίνει χειρωνακτικός διαχωρισμός, είτε διαχωρισμός με την χρήση επαγωγικών ρευμάτων, όπου ουσιαστικά γίνεται και ανάκτηση των μη σιδηρούχων υλικών, ενώ ορισμένες άλλες φορές επέρχεται αύξηση της πυκνότητας, έτσι ώστε να μπορέσουν να παραχθούν pellet. ToRDFπου προέρχεται από την μηχανική επεξεργασία συνίσταται ως επί το πλείστον από πλαστικό, χαρτί και ξύλο. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι κατά την διαδικασία της μηχανικής επεξεργασίας ανακτώνται υλικά τα οποία μπορούν να διοχετευτούν στα ρεύματα της ανακύκλωσης.

Επιπρόσθετα, πέρα από την μηχανική επεξεργασία που έχει ήδη αναφερθεί μία ακόμη μέθοδος όπου μπορεί να προκύψει το RDFείναι η βιολογική ξήρανση που γίνεται στο βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των απορριμμάτων. Αφού γίνει διαχωρισμός των αδρανών στοιχείων και των μετάλλων, το κλάσμα που απομένει, εκτός από το χαρτί και το πλαστικό, περιέχει μεγάλο ποσοστό ζυμώσιμων απορριμμάτων, τα οποία στη συνέχεια ξηραίνονται και σταθεροποιούνται. Η διαδικασία αυτή έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ένα καύσιμο το οποίο έχει μεγάλη θερμογόνο δύναμη και θεωρείται κατάλληλο για την καύση. (Λάλας, et al., 2007)

Το σχήμα 5 παρουσιάζει τον τρόπο παραγωγής του RDF καθώς και τις κυριότερες χρήσεις του.

Σχήμα 5:Τρόπος παραγωγής του RDF και σημαντικότερες χρήσεις του[12]



Η χρήση των απορριμματογενών καυσίμων γίνεται κυρίως σε εγκαταστάσεις που μέχρι πρότινος χρησιμοποιούσαν ορυκτά καύσιμα, προκειμένου να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες. Οι σημαντικότερες εγκαταστάσεις στις οποίες βρίσκουν εφαρμογή τα απορριμματογενή καύσιμα είναι οι τσιμεντοβιομηχανίες, οι μονάδες παραγωγής ενέργειας, οι βιομηχανίες χαρτιού, τα κεραμοποιία, τα χαλυβουργεία, οι ασβεστοκάμινοι κτλ.

Στα θετικά της χρήσης των απορριμματογενών καυσίμων συγκαταλέγεται η υψηλή θερμογόνος δύναμη που έχουν αυτά, καθώς επίσης και ομοιογένεια που αφορά τόσο την χημική, όσο και την φυσική σύνθεσή τους. Επίσης, τα απορριμματογενή καύσιμα είναι αρκετά εύκολα στην αποθήκευση, την διαχείριση και την μεταφορά τους, ενώ τέλος απαιτούν λιγότερο αέρα κατά την διαδικασία της αποτέφρωσης. Ωστόσο, το αρνητικό στην χρήση των απορριμματογενών καυσίμων έγκειται στο γεγονός ότι απαιτείται υψηλό κόστος για να παραχθούν.

Για την χρησιμοποίηση των απορριμματογενών καυσίμων λαμβάνεται υπόψη τόσο η ποιοτικής τους σύσταση, όσο και η θερμογόνος δύναμη, καθώς από τις παραμέτρους αυτές επηρεάζεται η ποσότητα των αερίων εκπομπών που παράγονται

[12]Νταράκας , Ε., 2014. *Διαχείριση στερεών αποβλήτων.*. Θεσσαλονίκη : Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ).

κατά την αποτέφρωση των απορριμματογενών καυσίμων. Επίσης, κατά την χρήση των καυσίμων αυτού του τύπου λαμβάνονται υπόψη η υγρασία, η τέφρα, το χλώριο και το θείο.

Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ορισμένες φορές η χρήση απορριμματογενών καυσίμων μπορεί να οδηγήσει την εγκατάσταση σε τεχνολογικά προβλήματα, όπως είναι για παράδειγμα οι διαβρώσεις, όπως επίσης και σε υψηλό κόστος συντήρησης. Τέλος, να αναφέρουμε ότι είναι αρκετά σύνηθες σε εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν RDF, να υπάρχουν αντιδράσεις από τους κατοίκους των περιοχών εγκατάστασης.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές των παραμέτρων που αφορούν τη χρήση RDFστον τομέα της τσιμεντοβιομηχανίας, σύμφωνα με την EuropeanUnionforResponsibleIncinerationandTreatment

Πίνακας 3: Τιμές παραμέτρων για τη χρήση του RDF στην τσιμεντοβιομηχανία, σύμφωνα με την EuropeanUnionforResponsible IncinerationandTreatment[13]

Παράμετρος	**Μονάδα**	**Τιμή**
Θερμογόνος δύναμη	MJ/kg	15
Cl	%	0,5
S	%	0,4
Br/I	%	0,001
N	%	0,7
F	%	0,1
Be	mg/kg	1
Hg/Ti	mg/kg	2
As, Se(Th), Cd, Sb	mg/kg	10
Mo	mg/kg	20
V,Cr, Co, Ni, Cu, Pb, Mn, Sn	mg/kg	200
Zn	mg/kg	500
Περιεχόμενη τέφρα (πλην Ca, Al, Fe, Si)	%	5

[13]EuropeanCommmission , 2003. *Refuse Derived Fuel, current practice and perspectives, final report.* Brussels : European Commission.

3.3 Πυρόλυση

3.3.1 Γενικά

«Με την έννοια της πυρόλυσης νοείται η θερμική αποσύνθεση που συμβαίνει στις οργανικές ενώσεις σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ των 400 και των 1000^{o}Cυπό συνθήκες όπου απουσιάζει το οξειδωτικό μέσο, όπως είναι ο αέρας δηλαδή ή το οξυγόνο». Κατά την διαδικασία της πυρόλυσης, γίνεται σπάσιμο των χημικών δεσμών και έτσι οι μακρομοριακές ενώσεις μετατρέπονται σε ενώσεις μικρού μοριακού βάρους, όπως είναι το κωκ, στα στερεά καύσιμα καθώς και το αέριο σύνθεσης (syngas). Θα πρέπει να τονίσουμε ότι οι σχετικές αναλογίες των συστατικών αυτών σχετίζονται με την θερμοκρασία στην οποία υποβάλλεται το υλικό, με τον χρόνο που εκτίθεται στην εν λόγω θερμοκρασία καθώς και με την φύση του υλικού. (Ma, et al., 2002)

Κατά μια άλλη έννοια η πυρόλυση μπορεί να οριστεί ως η αποδόμηση των οργανικών ουσιών των απορριμμάτων που γίνεται είτε με την παρουσία, είτε με την απουσία οξυγόνου.Το αποτέλεσμα της αποσύνθεσης είναι συνήθως ένα μείγμα αερίων το οποίο περιέχει τόσο μη συμπυκνωμένους ατμούς, όσο και πίσσα, δηλαδή οξυγονωμένους υδρογονάνθρακες, τα οποία σχηματίζουν ένα καύσιμο βιοέλαιο. (Cantell , etal., 2010)Πρόκειται ουσιαστικά για μια νέα μέθοδο που ξεκίνησε να εφαρμόζεται κατά την διάρκεια του 19^{ου} αιώνα, ενώ στα Αστικά Στερεά Απόβλητα άρχισε να εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30-40 χρόνων. (Alibardi & Cossu , 2006)

3.3.2 Τεχνολογία πυρόλυσης

Μια τυπική μονάδα πυρόλυσης αποτελείται από τον χώρο όπου γίνεται και υποδοχή και η προεργασία των αποβλήτων, από τον ξηραντήρα, κάτι όμως που σχετίζεται και με την ίδια την διαδικασία, από τον πυρολητικό αντιδραστήρα, από το σύστημα της ενεργειακής αξιοποίησης του αερίου, όπως επίσης και από το σύστημα αντιρρύπανσης. (Φουντή , 2004)

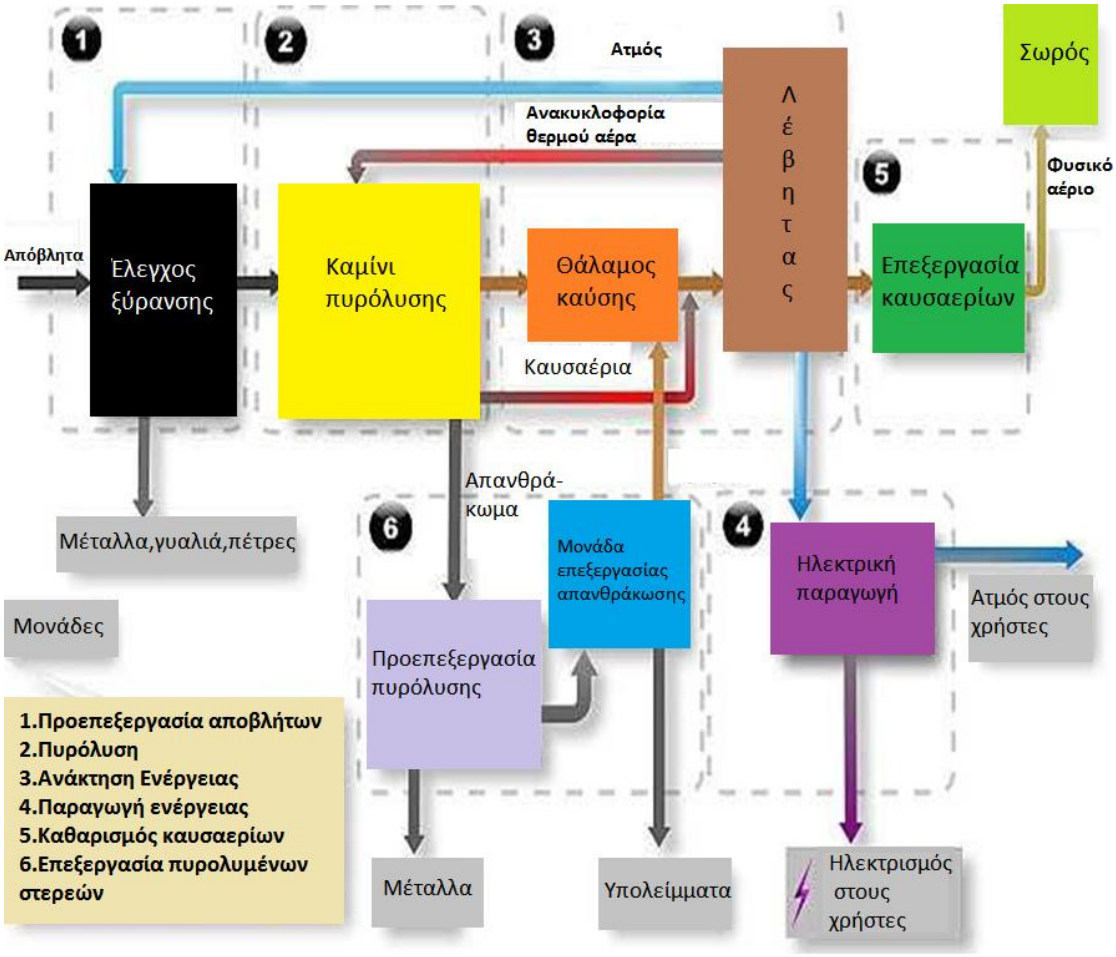
Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι κατά την διαδικασία της πυρόλυσης, τα απορρίμματα βρίσκονται εντός ατσάλινων θαλάμων και δεν έρχονται σε άμεση επαφή με την φλόγα και έτσι ουσιαστικά παράγονται αέρια τα οποία δεν αποτεφρώνονται άμεσα. Κατόπιν της προεπεξεργασίας των αποβλήτων, οδηγείται στον θάλαμο πυρόλυσης μόνο το οργανικό κλάσμα. (Καθρέπτης , et al., 2013)

Κατά την διαδικασία της πυρόλυσης, τα απόβλητα αφού συλλεχθούν διανέμονται στον χώρο όπου γίνεται και η κατάλληλη προεπεξεργασία προκειμένου να απομακρυνθούν εύφλεκτα υλικά, όπως είναι για παράδειγμα το γυαλί και το μέταλλο. Επίσης, επιδιώκεται να απομακρυνθεί η περίσσεια υγρασίας σε ξηραντήριο αέρα, προκειμένου να μπορέσει να βελτιωθεί η απόδοση της αντίδρασης αερίου-στερεού στο εσωτερικό του αντιδραστήρα και έτσι να οδηγηθεί στον θάλαμο της πυρόλυσης μόνο το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων. Ακολούθως, γίνεται άλεση του υλικού σε διαστάσεις που είναι έως 50mm και εν συνεχεία το υλικό αυτό περνάει από σφαιρόμυλο όπουμειώνεται περισσότερο το μέγεθός του φθάνοντας σε διαστάσεις μικρότερες από 3mm, ενώ γίνεται διαχωρισμός των ανόργανων υλικών με κοσκίνισμα καθώς έτσι επέρχεται βελτίωση και τυποποιείται η ποιότητα των αποβλήτων και έτσι είναι εφικτή η μεταφορά θερμότητας. (Σκορδίλης & Κομνίτσας , 2004)

Ακολούθως, τα απόβλητα μεταφέρονται στην χοάνη τροφοδοσίας η οποία εφαρμόζει σύστημα ερμητικού κλεισίματος και το υλικό διαρκώς τροφοδοτείται στον αντιδραστήρα μέσω διάταξης περιστρεφόμενου κατσαβιδιού και έτσι το υλικό «πυρολύεται». Τα υπολείμματα που δεν καίγονται όπως είναι για παράδειγμα ο άνθρακας, από το μη οργανικό κλάσμα των Αστικών Στερεών Αποβλήτων σταθεροποιούνται και οδηγούνται σε μια δεξαμενή κατάσβεσης, ενώ με την χρήση μαγνητών, αφαιρούνται τα σιδηρούχα μέταλλα από την τέφρα, έτσι ώστε να μπορέσει να γίνει ανακύκλωση της τέφρας και χρήση στον κατασκευαστικό κλάδο. Επιπρόσθετα, από την διαδικασία της πυρόλυσης παράγεται άνθρακας, ο οποίος μετατρέπεται σε αέριο σύνθεσης, από το οποίο αφαιρούνται οργανικοί ατμοί (πίσσα), καθώς και θειούχες ενώσεις αλλά και άλλα αέρια οξέα τα οποία διοχετεύονται στους ΧΥΤΑ. Το αέριο που παράγεται είναι ιδιαίτερα αποδοτικό και καίγεται είτε στον τόπο που παράγεται, είτε μεταφέρεται σε διαφορετικό σημείο για να γίνει η καύση του. (Θεοχάρη , et al., 2006)

Το σχήμα 6 παρουσιάζει αναλυτικά την διαδικασία της πυρόλυσης.

Σχήμα 6: Σχηματική διαδικασία της πυρόλυσης Αστικών Στερεών Αποβλήτων[14]



3.3.3 Αντιδραστήρες πυρόλυσης

Η πυρόλυση μπορεί να γίνει με πολλούς και διαφορετικούς τύπους αντιδραστήρων, με τους συνηθέστερους να είναι οι εξής:

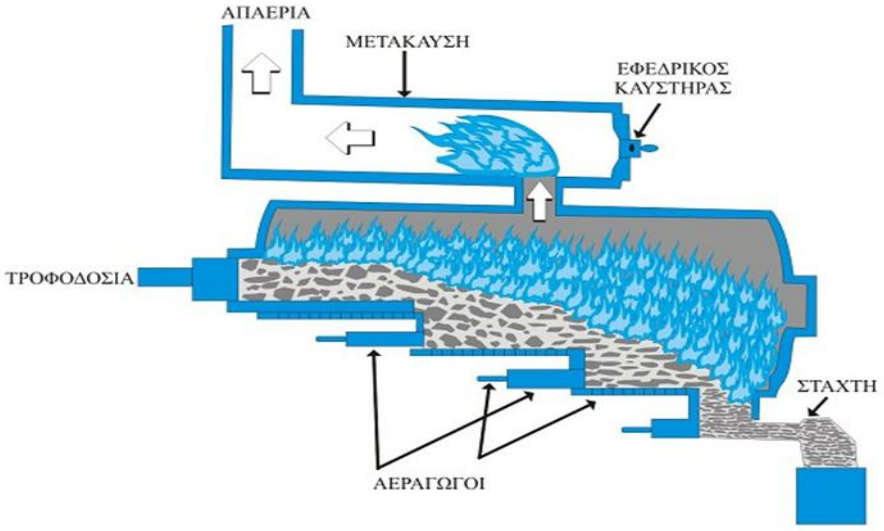
- Οαντιδραστήρας ρευστοποιημένης κλίνης φυσαλίδων
- Ο αντιδραστήρας κλίνης με ανακυκλοφορία
- Ο αντιδραστήρας περιστρεφόμενου κώνου
- Ο αντιδραστήρας αφαιρετικής πυρόλυσης
- Ο αντιδραστήρας πυρόλυσης κενού
- Ο αντιδραστήρας σταθερής κλίνης

[14]Spainex, 2018. *Spainex.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.splainex.com/

Η διαδικασία της πυρόλυσης μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικούς τρόπους, δηλαδή είτε ταχεία πυρόλυση, είτε συμβατική πυρόλυση. Στην περίπτωση της ταχείας πυρόλυσης επέρχεται αύξηση της απόδοσης των υγρών προϊόντων, ενώ στην δεύτερη περίπτωση, της συμβατικής πυρόλυσης, αυξάνεται η απόδοση των καυσαερίων, σε συνθήκες που είναι υψηλής θερμοκρασίας. (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης , 2002)

Η εικόνα 7, παρουσιάζει έναν πυρολητικό αντιδραστήρα ο οποίος λειτουργεί με ελεγχόμενη παροχή οξυγόνου.

Εικόνα 7: Πυρολητικός αντιδραστήρας που λειτουργεί με ελεγχόμενη παροχή οξυγόνου[15]



3.3.4 Πλεονεκτήματα-αδυναμίες της τεχνολογίας πυρόλυσης

Προκειμένου να μπορεί να εφαρμοστεί η τεχνολογία της πυρόλυσης, θα πρέπει να υπάρχει μηχανολογικός εξοπλισμός υψηλής τεχνολογίας, ο οποίο όμως απαιτείται ιδιαίτερα σημαντικά επενδυόμενα κεφάλαια. Στα θετικά της μονάδας πυρόλυσης εντάσσεται η μικρότερη θερμική καταπόνηση σε σχέση με τις άλλες μεθόδους, καθώς η θερμοκρασία διάσπασης είναι πολύ μικρότερη από την θερμοκρασία καύσης. Επιπλέον, στην πυρόλυση, η διάσπαση συμβαίνει σε αναγωγική ατμόσφαιρα, εν αντιθέσει με την οξειδωτική ατμόσφαιρα που επικρατεί στην καύση, ενώ τα μέταλλα που εντοπίζονται στα απορρίμματα δεν οξειδώνονται κατά την διαδικασία της

[15]Κατασανεβάκης , Ι., Μαλαμάκης , Α., Περκολουλίδης , Γ. & Τσατσαρέλης , Θ., 2010. *Αξιοποίηση Αστικών Στερεών Αποβλήτων από την ενεργειακή σκοπιά και οι προοπτικές εφαρμογής στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας".* Θεσσαλονίκη : Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος-Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας .

πυρόλυσης και έτσι μπορούν γίνουν πιο εύκολα εμπορεύσιμα. Στα θετικά επίσης της τεχνολογίας της πυρόλυσης εντάσσεται το γεγονός ότι δεν παράγεται τέφρα από την καύση του αερίου της πυρόλυσης, ενώ ο καθαρισμός των απαερίων γίνεται με περισσότερο εύκολο τρόπο. Τέλος, να επισημάνουμε ότι με την πυρόλυση ο όγκος των απορριμμάτων, παρουσιάζει σημαντική μείωση που είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την μείωση που επέρχεται από την τεχνολογία της καύσης. (Καραγιαννίδης, et al., 2006)

Όσον αφορά τις αδυναμίες που εντοπίζονται στην πυρόλυση, αυτές έγκειται κυρίως στην συνεχή χρήση βοηθητικού καυσίμου προκειμένου να γίνει η πυρόλυση, κάτι που λειτουργεί ως ανασταλτικός παράγοντας. Επίσης, σημαντική αδυναμία αφορά την διάθεση των προϊόντων της πυρόλυσης στο περιβάλλον που δεν μπορεί να γίνει απευθείας, ενώ και οι εγκαταστάσεις για τον καθαρισμό των αερίων και των υγρών αποβλήτων, χρειάζονται πρόσθετο κόστος. (Γιδαράκος , 2005)

3.4 Αεριοποίηση

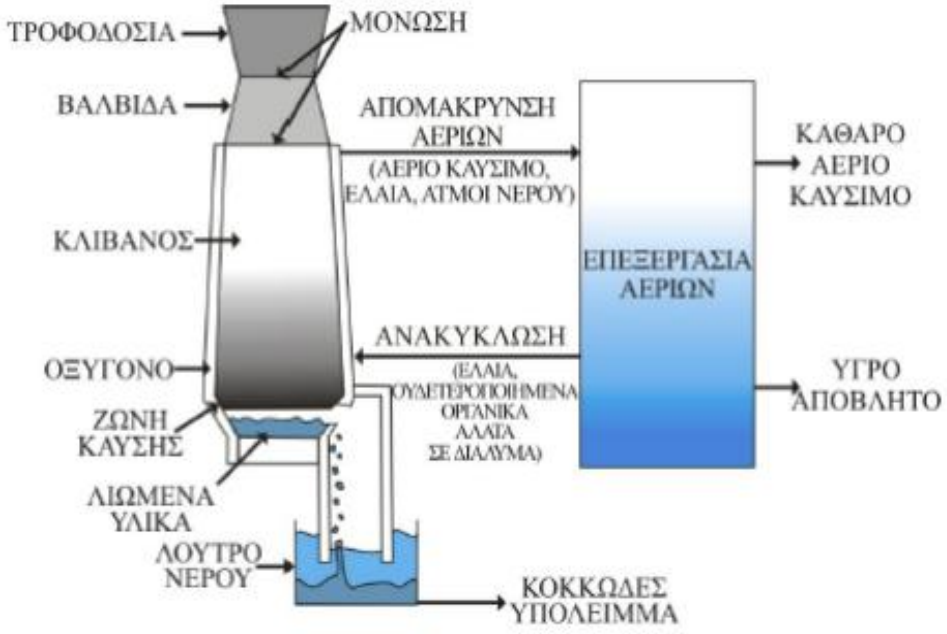
Με την έννοια της αεριοποίησης νοείται η μερική οξείδωση των αποβλήτων, υπό την παρουσία ορισμένης ποσότητας οξειδωτικού, το οποίο βρίσκεται σε ποσότητα μικρότερη από την αναγκαία για να γίνει στοιχειομετρική καύση. Μέσω της αεριοποίησης, το οργανικό περιεχόμενο των απορριμμάτων μετατρέπεται σε ένα καύσιμο το οποίο αποτελείται κυρίως από υδρογόνο (H_2) και από CO (αέριο σύνθεσης ή syngas), διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), καθώς και ορισμένες ποσότητες μεθανίου (CH_4). Ωστόσο, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι ορισμένες φορές το αέριο σύνθεσης είναι μολυσμένο με άλλα στοιχεία και ανεπιθύμητα προϊόντα όπως για παράδειγμα είναι τα σωματίδια, η πίσσα, τα χλωρίδια κτλ. (Knoef , 2005) Πέρα από το αέριο σύνθεσης, κατά την διαδικασία της αεριοποίησης παράγονται υπολείμματα τα οποία είναι στερεάς μορφής και περιλαμβάνουν άνθρακα και αδρανή, όπως επίσης και συμπυκνωμένο υπόλειμμα υγρής μορφής. (Θεοχάρη , et al., 2006)

Η διαδικασία της αεριοποίησης έχει κοινά στοιχεία με την πυρόλυση που αναφέρθηκε προηγουμένως, καθώς και εδώ γίνεται μετατροπή των απορριμμάτων σε αέρια, στερεά και σε υγρά καύσιμα, ωστόσο παρουσιάζεται μια σημαντική διαφορά σε σχέση με την πυρόλυση. Ειδικότερα, η πυρόλυση χρησιμοποιεί μια εξωτερική

πηγή θερμότητας, προκειμένου να ενεργοποιηθούν οι ενδόθερμες αντιδράσεις που οδηγούν σε θερμική διάσπαση τα απορρίμματα, σε συνθήκες όπου δεν υπάρχει οξυγόνο, ενώ από την άλλη η τεχνολογία της αεριοποίησης αυτοσυντηρείται χρησιμοποιώντας παράλληλα πρόσθετο αέριο καύσιμο, όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το οξυγόνο, προκειμένου να γίνει πρόσθετη μετατροπή των οργανικών υπολειμμάτων σε αέρια προϊόντα. (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης , 2002)

Στο σχήμα 7, παρουσιάζεται ένα τυπικό διάγραμμα ροής της διεργασίας αεριοποίησης.

Σχήμα 7: Τυπικό διάγραμμα ροής της διεργασίας αεριοποίησης[16]



Τύποι αεριοποιητών

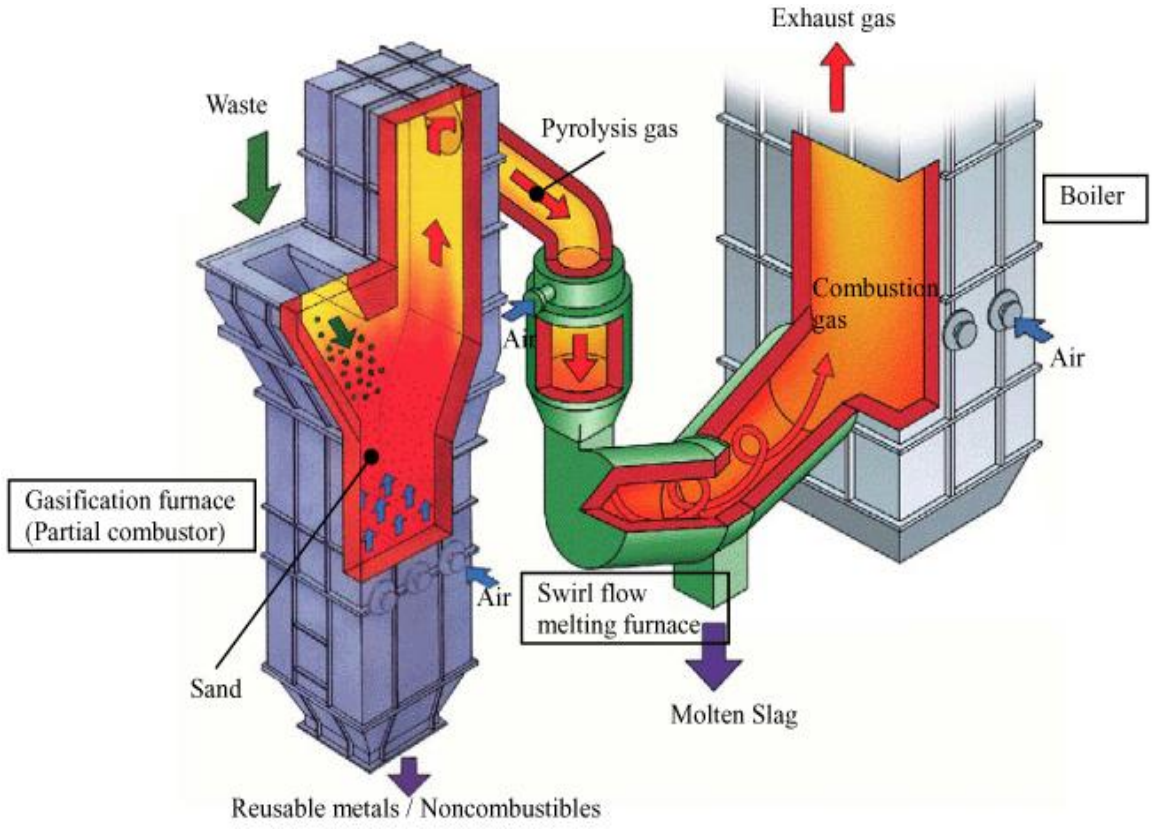
Οι αεριοποιητές που χρησιμοποιούνται μπορούμε να πούμε ότι ταξινομούνται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες που είναι οι εξής:

- Οι αεριοποιητές σταθερής/κινούμενης κλίνης
- Οι αεριοποιητές ρευστοποιημένης κλίνης
- Οι αεριοποιητές εισερχόμενης ροής

Στην εικόνα 8, παρουσιάζεται ο αεριοποιητής ρευστοποιημένης κλίνης.

Εικόνα 8: Αεριοποιητής ρευστοποιημένης κλίνης[17]

[16]Λάλας, Δ. και συν., 2007. *Εκτίμηση των γενικευμένων επιπτώσεων και κόστους διαχείρισης στερεών αποβλήτων.* Αθήνα: ΙνστιτούτοΤοπικήςΑυτοδιοίκησης .



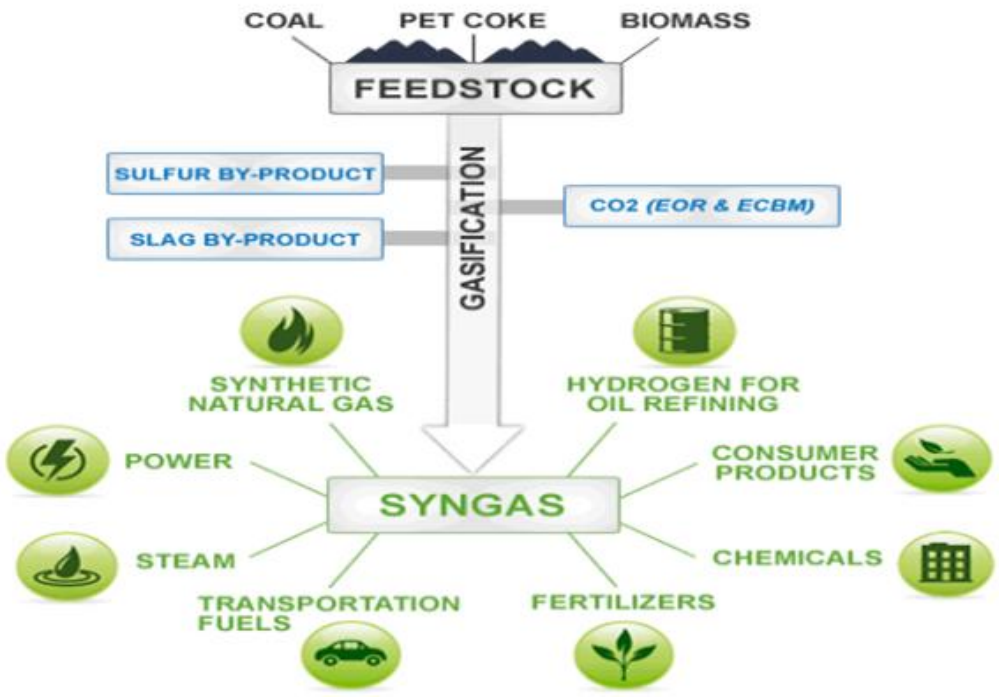
Στα θετικά της αεριοποίησης ως τεχνολογία ενεργειακής αξιοποίησης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, περιλαμβάνονται οι μικρότερες ποσότητες απαερίων που παράγονται, ωστόσο ένας σημαντικός αριθμός ρύπων, όπως είναι για παράδειγμα το θείο, τα βαρέα μέταλλα κτλ. παραμένουν στην τέφρα που παράγεται. Εκπομπές όπως είναι τα αιωρούμενα σωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, καθώς οι όξινες χημικές ενώσεις χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής και κατάλληλης αντιμετώπισης. (Λάλας, et al., 2007)

Η πορεία της αντίδρασης αεριοποίησης, καθώς επίσης και η ταχύτητα της αντίδρασης σχετίζεται με το μέγεθος, τη διάμετρο των πόρων καθώς με την εσωτερική δομή που έχει η καύσιμη ύλη. Επίσης, παράμετροι που επηρεάζουν την πορεία και την ταχύτητα της αντίδρασης αεριοποίησης είναι η περιεχόμενη υγρασία, η επιφάνεια επαφής των στερεών και αερίων, η επικρατούσα θερμοκρασία και η πίεση, καθώς επίσης και ο χρόνος παραμονής των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων, εντός του θαλάμου που συμβαίνει η αεριοποίηση. (ΤΕΕ, 2006)

[17]Kawasaki - Powering your potential , 2018. *Incineration (Heat recovery) Plant.* [Ηλεκτρονικό] Available at: http://global.kawasaki.com/en/industrial_equipment/environment_recycling/waste/heat.html

Στο σχήμα 8 παρουσιάζονται οι σημαντικότερες χρήσεις του αερίου σύνθεσης-syngas.

Σχήμα 8: Χρήσεις του αερίου σύνθεσης-syngas[18]



Τοαέριο που παράγεται από την αεριοποίηση, μπορεί να αξιοποιηθεί με διάφορους τρόπους, με τους σημαντικότερους να είναι οι εξής:

- Η καύση για παραγωγή ατμού, όπου στην προκειμένη περίπτωση εξαιτίας του ότι τα αέρια καθαρίζονται πριν την καύση, υπάρχει δυνατότητα να λειτουργεί ο ατμολέβητας σε υψηλές πιέσεις, όπως και ο υπερθερμαντήρας να λειτουργεί ψηλότερες θερμοκρασίες, επιτυγχάνοντας με τον συγκεκριμένο τρόπο βελτιωμένες αποδόσεις, οι οποίες αγγίζουν ακόμα και το 30%.
- Η τροφοδοσία μηχανής εσωτερικής καύσης, η οποία είναι συνδεδεμένη με ηλεκτρογεννήτρια. Στην προκειμένη περίπτωση η απόδοση μπορεί να ξεπεράσει το 40%, ωστόσο για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο θα πρέπει να έχει γίνει πολύς καλός καθαρισμός των αερίων πριν αυτά διοχετευτούν στη μηχανή.

[18]ZEEP, 2018. *CLEAN, ABUNDANT PRICE COMPETITIVE Fuels & Chemicals.* [Ηλεκτρονικό] Available at: http://zeep.com/

- Η κίνηση αεριοστροβίλου και η παραγωγή ατμού σε συνδυασμένου κύκλου. Προκειμένου να εφαρμοστεί η μέθοδος αυτή, θα πρέπει να έχει γίνει προηγουμένως πολύ καλός καθορισμός των αερίων που κατευθύνονται στην τροφοδοσία της μηχανής.
- Η παροχή του αερίου στο δίκτυο αερίου της πόλης, υπό την προϋπόθεση ότι θα γίνει καλός καθαρισμός και θα υπάρχει σταθερή ποιότητα, έτσι ώστε να αποφεύγονται προβλήματα.
- Παροχή του αερίου στην βιομηχανία, το οποίο χρησιμοποιείται για ατμοπαραγωγή. Ωστόσο και σε αυτή την χρήση, όπως και στις προηγούμενες, καθίσταται αναγκαίος ο καθαρισμός, λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία λειτουργίας του λέβητα ατμού. (Ανδρεαδάκης , et al., 2003)

Στον πίνακα 4 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά που αφορούν τις κύριες τεχνολογίες θερμοχημικής μετατροπής, δηλαδή της πυρόλυσης, της αεριοποίησης και της καύσης.

Πίνακας 4: Σημαντικά χαρακτηριστικά των κύριων τεχνολογιών θερμοχημικής μετατροπής[19]

	Πυρόλυση	**Αεριοποίηση**	**Καύση**
Θερμοκρασία (^oC)	250-900	500-1800	800-1450
Πίεση (bar)	1	1-45	1
Ατμόσφαιρες	Αδρανής/Άζωτο	Παράγοντας αεριοποίησης: O_2, H_2O	Αέρας
Στοιχειομετρική αναλογία	0	<1	>1
Προϊόντα Διαδικασίας			
Αέρια φάση	H_2,CO,H_2O,O_2, N_2	H_2,CO, CO_2, CH_4, H_2O, N_2	CO_2, H_2O, O_2,N_2
Στερεά φάση	Τέφρα, Κωκ	Τέφρα, Σκωρία	Τέφρα, Σκωρία
Υγρή φάση	Έλαια πυρόλυσης	-	-

[19]Bosmans , A., Vanderreydt , I., Geysen , D. & Helsen , L., 2013. The crucial role of Waste-to-Energy technologies in enhanced landfill mining: a technology review. *Journal of Cleaner Production* , pp. 10-23.

3.5 Αναερόβια βιολογική επεξεργασία

Πρόκειται για μια διεργασία που πραγματοποείται αυθόρμητα σε αναερόβια περιβάλλοντα, όπως είναι για παράδειγμα οι ορυζώνες, τα έλη και οι χώροι διάθεσης των απορριμμάτων. Ωστόσο, δεν θα πρέπει να παραλείψουμε το γεγονός ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί και σε συνθήκες ελεγχόμενες οι οποίες επικρατούν σε ειδικές εγκαταστάσεις, έτσι ώστε να παραχθεί η μέγιστη ποσότητα μεθανίου. (Κατασανεβάκης , et al., 2010)

Η εν λόγω τεχνολογία έχει εφαρμοστεί ήδη με επιτυχία κατά την επεξεργασία των γεωργικών αποβλήτων, των αποβλήτων που προέρχονται από τα υπολείμματα τροφών, καθώς επίσης και κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ιλύος των βιολογικών καθαρισμών, εξαιτίας του γεγονότος ότι μέσω της βιολογικής επεξεργασίας μπορεί και μειώνεται η χημική απαίτηση σε οξυγόνο (C.O.D.) καθώς επίσης και το βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο (B.O.D.). από τις ροές των αποβλήτων και από την παραγωγή της ανανεώσιμης ενέργειας. (De-Baere , 2000)

Ηαναερόβια χώνευση γίνεται σε κλειστούς αντιδραστήρες, υπό ελεγχόμενες συνθήκες, με τα τελικά προϊόντα της διαδικασίας να περιλαμβάνουν βιοαέριο (60-70% μεθάνιο CH_4, 30-40% διοξείδιο του άνθρακα CO_2, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό είναι προσμίξεις) καθώς επίσης και ένα οργανικό υπόλειμμα το οποίο είναι σταθεροποιημένο. (Chen , etal., 2008)

Τέσσερα διαφορετικά στάδια συνθέτουν την διαδικασία της αναερόβιας ζύμωσης, τα οποία είναι τα ακόλουθα:

- Η ενζυματική υδρόλυση, όπου πρόκειται για το πρώτο στάδιο της αναερόβιας χώνευση. Στο στάδιο αυτό, το υπόστρωμα υποβάλλεται σε αντίδραση υδρόλυσης, η οποία συμβάλλει στην μείωση των σύνθετων οργανικών πολυμερών, σε απλά διαλυτά μόρια, μέσω εξωκυτταρικών ενζύμων. Επίσης, στο στάδιο αυτό, οι πρωτεϊνες, τα λιπίδια, καθώς και τα πολυμερή των υδατανθράκων υδρολύονται σχηματίζοντας αμινοξέα, λιπαρά οξέα και σάκχαρα.
- Η ζύμωση, όπου οι μειωμένες ενώσεις μετατρέπονται σε ένα μείγμα το οποίο αποτελείται από πτητικά λιπαρά οξέα, καθώς και από άλλα

προϊόντα ήσσονος σημασίας, όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το υδρογόνο, καθώς και το οξικό οξύ.

- Η οξεογένεση, όπου στο στάδιο αυτό τα βακτήρια συμβάλλουν στην μετατροπή των οργανικών οξέων σε οξική κυτταρίνη, διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο, τα οποία αξιοποιούνται ως άμεσα υποστρώματα προκειμένου να παραχθεί μεθάνιο.
- Η μεθανογένεση, όπου πρόκειται για το τελευταίο στάδιο της αναερόβιας ζύμωσης. Στο στάδιο αυτό, πλήθος μεθαγενών βακτηρίων καταναλώνουν οξικό οξύ, διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο, προκειμένου να παραχθεί μεθάνιο. (Noyola, et al., 2012)

Ορισμένες παραλλαγές της αναερόβιας ζύμωσης είναι οι ακόλουθες:

- Ξηρή διακοπτόμενη, όπου τα Αστικά Στερεά Απόβλητα φορτώνονται σε ειδικούς θαλάμους απουσία αέρα, ενώ πρώτα έχουν εμβολιασθεί με βακτηριακό υπόλειμμα το οποίο προέρχεται από την προηγούμενη παρτίδα. Στους ειδικούς θαλάμους αυτούς παραμένουν για 20-30 ημέρες μέχρις ότου γίνει πλήρης ζύμωσης και παραχθεί το βιοάεριο. Στη συγκεκριμένη μέθοδο τα Αστικά Στερεά Απόβλητα δεν αναδεύονται, αλλά το νερό ανακυκλώνεται με την βοήθεια της άντλησης και του ψεκασμού.
- Ξηρή συνεχής, όπου λειτουργεί με περιεκτικότητες στερεών 20-40% και έτσι μπορεί και γίνεται κατεργασία μεγάλων ποσοτήτων Αστικών Στερεών Αποβλήτων με την χρήση ελάχιστης ποσότητας νερού. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η αναερόβια ζύμωση γίνεται στη θερμοφιλική περιοχή (50-55^{o}C).
- Υγρή συνεχής: Η συγκεκριμένη μέθοδος λειτουργεί με περιεκτικότητες των στερεών που κυμαίνονται κάτω του 10%, ενώ απαιτούνται ιδιαίτερα σημαντικές ποσότητες νερού. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι η συγκεκριμένη μέθοδος φαίνεται να είναι κατάλληλη όταν υπάρχει συνδυασμός των Αστικών Στερεών Αποβλήτων με λύματα, με ζωική κοπριά, είτε με βιομηχανικά απόβλητα.
- Υγρή πολλαπλών σταδίων: Κατά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής, τα Αστικά Στερεά Απόβλητα, μετατρέπονται σε ένα παχύρρευστο υδατικό διάλυμα και στην συνέχεια γίνεται ζύμωση όπου και παράγονται πτητικές οργανικές ενώσεις. Στη συνέχεια, σε δεύτερο στάδιο, το διάλυμα το οποίο

περιέχει πτητικά οξέα μετασχηματίζεται σε αέριο κατόπιν ζύμωσης σε αναερόβιο αντιδραστήρα υψηλού φορτίου. Ωστόσο, σημαντικό μειονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι η περίπλοκη λειτουργία της.

- Ξηρή ημι-διακοπτόμενη: Η εν λόγω μέθοδος περιλαμβάνει πολλούς διαδοχικούς θαλάμους ζύμωσης, οι οποίο περιέχουν βακτηριακό υγρό που διέρχεται από τον ένα θάλαμο στον άλλο, κατόπιν άντλησης και ψεκασμού. Συνεπώς, με τον τρόπο αυτό δημιουργείται μια διαρκής ροή αερίου, δίνοντας τη δυνατότητα να υπάρχει συνεχής λειτουργία του ζεύγους ΜΕΚ-ηλεκτρογεννήτριας. Τέλος, να σημειώσουμε ότι η ζύμωση στον κάθε θάλαμο έχει χρονική διάρκεια από 20 έως και 30 ημέρες. (Κατασανεβάκης , et al., 2010)

Η αναερόβια βιολογική επεξεργασία, ως μέθοδος επεξεργασίας και αξιοποίησης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, έχει ορισμένα θετικά στοιχεία, ωστόσο παρουσιάζει και κάποιες αδυναμίες. Ειδικότερα, το παραγόμενο βιοάεριο αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, ενώ στην περίπτωση που γίνεται διαλογή στην πηγή του οργανικού κλάσματος, τότε μπορεί να γίνει και παραγωγή εδαφοβελτιωτικού. Επίσης, μέσω της αναερόβιας βιολογικής επεξεργασίας καθίσταται δυνατή η μείωση των παθογενών βακτηριδίων και δεν δημιουργούνται προβλήματα οσμών. Ακόμη, μέσω της αναερόβιας βιολογικής επεξεργασίας δεν παράγονται αέρια του θερμοκηπίου και οι ρύποι θεωρείται ότι είναι πρακτικά μηδενικοί κατά λειτουργία των μονάδων. Τέλος, οι μονάδες αναερόβιας βιολογικής επεξεργασίας δεν δημιουργούν οπτική ρύπανση αλλά ούτε και υποβάθμιση των περιοχών που εγκαθίσταται. (Καλογήρου , 2009)

Στα αρνητικά της συγκεκριμένης μεθόδου περιλαμβάνεται το γεγονός ότι είναι μια αργή διαδικασία, ενώ το αποτεφρώσιμο κλάσμα των Αστικών Στερεών Αποβλήτων το οποίο δεν αποικοδομείται θα πρέπει να αφαιρείται και να ακολουθείται μια διαφορετική διαδικασία στην επεξεργασία του. Τέλος, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που ανακτάται από την αναερόβια ζύμωση είναι δύο έως και δυόμιση φορές πιο μικρή σε σχέση με την ποσότητα της ανακτώμενης ηλεκτρικής ενέργειας που προκύπτει από τις μονάδας αποτέφρωσης. (Λάλας, et al., 2007)

Στο πίνακα που ακολουθεί αποτυπώνεται ένα τυπικό ισοζύγιο μάζας μιας μονάδας αναερόβιας χώνευσης στην περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Πίνακας 5: Ισοζύγιο μάζας μονάδας αναερόβιας χώνευσης στην περιοχή της Θεσσαλονίκης[20]

Fe	1.8%
Al	0.2%
Υπολείμματα μηχανικής διαλογής	13.5%
Ανακυκλοφορία νερού	19.0%
Απορριμματογενές καύσιμο	28.0%
Ιλύς	7.9%
Υλικό που μετατρέπεται σε βιοαέριο	8.2%
Απώλειες πτητικών/υγρασίας	21.4%

3.6 Καλές πρακτικές ενεργειακής αξιοποίησης απορριμμάτων

3.6.1 Ενεργειακή αξιοποίηση στερεών αποβλήτων από την εκτροφή πουλερικών

Είναι γεγονός ότι στην Ελλάδα η πτηνοτροφία είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένος κλάδος, καθώς σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας για το έτος 2013, υπάρχουν στην χώρα περισσότερα από 27 εκατομμύρια πουλερικά, με την πλειοψηφία τους να βρίσκονται στην Ήπειρο. Η πτηνοτροφία που έχει αναπτυχθεί διακρίνεται σε αυτή που έχει ως στόχο την κρεατοπαραγωγή και αυτή που εστιάζει στην αυγοπαραγωγή. Τα πουλερικά κρεατοπαραγωγής εκτρέφονται για χρονικό διάστημα που κυμαίνεται μεταξύ 40 και 60 ημερών, έτσι ώστε το βάρος τους να φθάσει τα 3kgκαι στην προκειμένη περίπτωση παράγονται 0,05 έως 0,06kg/ πουλερικό κοπριάς. Από την άλλη, στην πτηνοτροφία αυγοπαραγωγής, ο χρόνος όπου εκτρέφονται τα πουλερικά κυμαίνεται μεταξύ 80 και 110 εβδομάδων, ενώ τα πουλερικά παράγουν 350 αυγά σε χρονικό διάστημα 80 εβδομάδων. Όσον αφορά την

[20]ΕΠΕΜΑ.Ε. , καισυν., 2008. *Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ολοκληρωμένης εγκατάστασης επεξεργασίας και διάθεσης απορριμμάτων (ΟΕΕΔΑ) Νοτιανατολικής ενότητας Ν. Θεσσαλονίκης.* Θεσσαλονίκη : ΕΠΕΜ Α.Ε.-ΠΕΡΜΕΛ ΕΠΕ.

κοπριά που παράγεται στην συγκεκριμένη περίπτωση, κυμαίνεται μεταξύ 0,1 και 0,2 kg/ημέρα.(Ευταξίας, et al., 2017)

Έτσι προκύπτουν σε καθημερινή βάση περισσότεροι από δύο τόνους κοπριάς πουλερικών, ωστόσο τα απόβλητα αυτά χαρακτηρίζονται από τον υψηλό βαθμό επικινδυνότητας, καθώς πέρα από το υψηλό οργανικό φορτίο που περιέχουν, περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου, καθώς και παθογόνους μικροοργανισμούς. Ο βέλτιστος τρόπος θα λέγαμε για την αξιοποίηση των συγκεκριμένων αποβλήτων είναι η αναερόβια χώνευση. (Kelleher , et al., 2002)

Οι (Ευταξίας, et al., 2017)προχώρησαν στην ανάπτυξη ενός καινοτόμου συστήματος αναερόβιας χώνευσης, το οποίο αποτελείται από δύο αντιδραστήρες που έχουν την μορφή συστοιχίας, με τον έναν να είναι πλήρους ανάμειξης (CSTR) και τον δεύτερο να είναι αυλωτός (PFR) σε σειρά, έτσι ώστε να υπάρξει μεγιστοποίηση του ογκομετρικού ρυθμού φόρτισης και της μετατροπής του COD. Η κοπριά που χρησιμοποιήθηκε στο εν λόγω σύστημα αναερόβιας χώνευσης προήλθε από μονάδα πουλερικών που εκτρέφονται για αυγοπαραγωγή.

Από τη λειτουργία του καινοτόμου αυτού συστήματος αναερόβιας χώνευσης προέκυψε ότι η αναερόβια χώνευση κοπριάς των πουλερικών αυγοπαραγωγής καθίσταται εφικτή ύστερα από την θερμική υδρόλυση, ενώ επετεύχθη υψηλότερη απόδοση σε σχέση με ένα απλό αντιδραστήρα CSTRεξαιτίας της χρήσης της συστοιχίας CSTR/PFR. Τέλος, να αναφέρουμε ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία που εξετάζεται φαίνεται να έχει ενδιαφέρον για την αναερόβια επεξεργασία των αποβλήτων που παράγονται κατά την εκτροφή πουλερικών. (Ευταξίας, et al., 2017)

3.6.2 Παραγωγή αναβαθμισμένου απορριμματογενούς καυσίμου (SRF) με τη χρήση καινοτόμων διεργασιών και διαδικασιών

Είναι γεγονός ότι από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 σε χώρες της βόρειας Ευρώπης, όπως είναι η Γερμανία, η Αυστρία και η Ολλανδία, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην ανάπτυξη τεχνολογιών μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας, ενώ δημιουργήθηκαν μονάδες διαχείρισης αστικών απορριμμάτων που χρησιμοποιούν τις συγκεκριμένες τεχνολογίες. Στα επόμενα χρόνια με την εξέλιξη της τεχνολογίας των απορριμματογενών καυσίμων εφαρμόστηκαν πρότυπα τα οποία συνέβαλαν στο να

γίνει πιο εύκολη η εμπορευσιμότητα των στερεών καυσίμων που ανακτώνται. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η παραγωγή SRFπου συνδυάζεται με την ανάκτηση υλικών, ως συμπληρωματικές διεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων έχει εφαρμοστεί ήδη με επιτυχία στις κεντρικές μονάδες επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων.(Lechtenberg & Diller , 2012)

Μεταξύ των ετών 2012-2017 κατασκευάστηκαν τρεις μονάδες στο Kastijunκαι στο Mariscinatης Κροατίας, καθώς και στη Σόφια της Βουλγαρίας και είναι οι πιο σύγχρονες σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, όπου προβαίνουν σε ανάκτηση υλικών και στην παραγωγή αναβαθμισμένου απορριμματογενούς καυσίμου. Οι μονάδες στην Κροατία στο Kastijunκαι στο Mariscinaέχουν δυναμικότητα σε ετήσια βάση που φθάνει τους 90.000 και 100.000 τόνους αντίστοιχα, ενώ και οι δύο μονάδες δουλεύουν με τον ίδιο τρόπο στην ανάκτηση των ανακυκλώσιμων υλικών καθώς και στην παραγωγή του SRF. Στις μονάδες αυτές τα Αστικά Στερεά Απορρίμματα αρχικά προ-τεμαχίζονται, ενώ ακολουθεί βιολογική ξήρανση όπου απομακρύνεται ένα σημαντικά μεγάλο ποσοστό υγρασίας. Στη συνέχεια, έπεται μηχανική επεξεργασία, όπου ανακτώνται τα ανακυκλώσιμα υλικά, είτε σιδηρούχα, είτε μη-σιδηρούχα μέταλλα, καθώς και ανεπιθύμητα κλάσματα και προσμίξεις και έτσι τελικά παράγεται SRF, το οποίο έχει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η συγκεκριμένη μέθοδος έχει τη δυνατότητα ευελιξίας παραγωγής SRF όπως επίσης δίνεται η δυνατότητα για την ανάκτηση διαφόρων ανακυκλώσιμων υλικών. (Κουφοδήμος, et al., 2017)

Η μονάδα που βρίσκεται στη Σόφια, είναι μηχανικής-βιολογικής επεξεργασίας Αστικών Στερεών Αποβλήτων και είναι η μονάδα με την μεγαλύτερη δυναμικότητα που φθάνει τους 410.000 τόνους Αστικών Στερεών Αποβλήτων. Αρχικά, γίνεται μηχανική επεξεργασία των Αστικών Στερεών Αποβλήτων κατά την διάρκεια της οποίας ανακτώνται ανακυκλώσιμα υλικά, ενώ παράγεται ένα συγκεκριμένο κλάσμα τύπου compost. Ακολούθως, εφαρμόζεται το στάδιο της βιολογικής ξήρανσης όπου εφαρμόζονται διεργασίες βιοξήρανσης της Herhofκαι εκεί απομακρύνεται ένα σημαντικό ποσοστό υγρασίας και στη συνέχεια εφαρμόζεται ένα δεύτερο στάδιο μηχανικής επεξεργασίας, κατά το οποίο ανακτώνται ορισμένα υλικά, όπως είναι τα σιδηρούχα, τα μη-σιδηρούχα μέταλλα, το γυαλί κτλ, καθώς επίσης και ανεπιθύμητα κλάσματα και τελικά παράγεται SRF, το οποίο έχει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Όσον αφορά τις προδιαγραφές του SRFπου παράγεται έχει ενεργειακό περιεχόμενο

κατ’ ελάχιστο 14MJ/kg, το ποσοστό υγρασίας έχει μέγιστη οριακή τιμή 20% κατά βάρος (%wt), το ποσοστό της τέφρας 20%wt, ενώ το ποσοστό του χλωρίου (Cl) έχει μέγιστη τιμή 0,75% wt. (Κουφοδήμος, et al., 2017)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα

4.1 Διαχρονική εξέλιξη των ΑΣΑ

Ο (Τσάγκας , 2017)σε μια μελέτη που έκανεπροχώρησε στην συστηματική καταγραφή του βάρους των αποβλήτων που παράγει ένα νοικοκυριό για μια χρονική περίοδο 55 μηνών, δηλαδή από τον Απρίλιο του 2013, έως και τον Οκτώβριο του 2017, σε μια πόλη της Βόρειας Ελλάδας. Στο νοικοκυριό αυτό ελήφθη υπόψη ο αριθμός των ενοίκων του νοικοκυριού, οι ειδικοί ρυθμοί παραγωγής για τρία διαφορετικά ρεύματα αποβλήτων, καθώς και η ποσοστιαία κατά βάρος σύνθεση των αποβλήτων του νοικοκυριού. Από τα συμπεράσματα της έρευνας προέκυψε ότι ο ειδικός ρυθμός παραγωγής Αστικών Στερεών Αποβλήτων του νοικοκυριού είναι 142kg/κάτοικοι/έτος. Πιο αναλυτικά, για τα βιοαποδομήσιμα ο ειδικός ρυθμός παραγωγής προέκυψε ίσος με 67kg/κάτοικο/έτος, για τα ανακυκλώσιμα 41kg/κάτοικο/έτος, ενώ για υπόλοιπα ο ειδικός ρυθμός παραγωγής ανήλθε σε 34kg/κάτοικο/έτος. Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία των ζυγίσεων προκύπτει ότι η ποσοστιαία σύνθεση κατά βάρος ήταν 47% για τα βιοαποδομήσιμα, 29% για τα ανακυκλώσιμα απόβλητα συσκευασίας καθώς και 24% για τα υπόλοιπα απορρίμματα.

4.2 Διαχείριση απορριμμάτων προσφυγικών ροών

Είναι γεγονός ότι κατά την διάρκεια της διετίας 2015-2016, περίπου 1.000.000 πρόσφυγες κατευθύνθηκαν από τα παράλια της Τουρκίας προς την Ευρώπη, μέσω των νησιών του βορείου και του ανατολικού Αιγαίου. Πέρα από τις αρνητικές επιπτώσεις που είχε αυτό στις τοπικές κοινωνίες σε διάφορους τομείς, όπως για παράδειγμα η ασφάλεια, οι υποδομές κτλ., σημαντικό πρόβλημα δημιουργήθηκε από την συσσώρευση σημαντικά μεγάλων ποσοτήτων «ειδικών» θα λέγαμε αποβλήτων, όπως είναι τα σωσίβια, οι λέμβοι κτλ, ενώ παράλληλα διαπιστώθηκε μια αύξηση της ποσότητας των σύμμεικτων αστικών απορριμμάτων τα οποία είτε κατευθύνονταν προς αποκομιδή, είτε προς τελική διάθεση.

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι οι περιοχές αυτές δεν διαθέτουν τις κατάλληλες υποδομές για να επεξεργαστούν τα συγκεκριμένα απόβλητα, καθώς επίσης δεν διαθέτουν το κατάλληλο ανθρώπινο δυναμικό, καταρτίστηκε ένα στρατηγικό σχέδιο, έτσι ώστε να γίνει η βέλτιστη δυνατή διαχείριση των απορριμμάτων που οφείλονται στην προσφυγική-μεταναστευτική κρίση, έτσι ώστε να περιοριστούν οι επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον, όσο και στην δημόσια υγεία, αλλά και ευρύτερα στην οικονομία των συγκεκριμένων περιοχών. (Λώλος, et al., 2017)

Το Στρατηγικό Σχέδιο αυτό που εκπονήθηκε αφορούσε επτά νησιά και ειδικότερα τα νησιά Λέσβος, Χίος, Σάμος, Αγαθονήσι, Λέρος, Κως και Μεγίστη. Όσον αφορά τα απόβλητα που περιλαμβάνονται στο εν λόγω σχέδιο είναι αυτά που παράγονται κατά την αποβίβαση των προσφύγων στις ακτές των νησιών, όπως είναι τα σωσίβια, οι σαμπρέλες, τα σκάφη, οι λέμβοι, οι κινητήρες, ο ρουχισμός, τα κλινοσκεπάσματα, οι σκηνές, τα στρώματα κτλ, καθώς και απόβλητα αστικού τύπου τα οποία προέρχονται από τα κέντρα φιλοξενίας, όπως είναι οι συσκευασίες κυρίως τροφίμων, όπως επίσης και άλλα απόβλητα τα οποία παράγονται στους χώρους άφιξης, όπως είναι τα σακίδια, οι σακούλες και οι συσκευασίες. Επίσης, στο συγκεκριμένο σχέδιο πέρα από τα υφιστάμενα απόβλητα προβλέπεται η διαχείριση των απορριμμάτων που αναμένεται να προκύψουν από τις μελλοντικές ροές προσφύγων, καθώς και τα απόβλητα τα οποία παράγονται από τα καταγεγραμμένα ναυάγια. (Δήμος Σάμου , 2016)

Προκειμένου να γίνει η διάρθρωση του συγκεκριμένου Στρατηγικού Σχεδίου, αποτυπώθηκε η υφιστάμενη κατάσταση που αφορούσε τα απορρίμματα στα επτά νησιά που εξετάζονται, όπου προέκυψαν τα ακόλουθα: Υπήρχαν αποθηκευμένες ποσότητες ελαφρών υλικών που ήταν ως επί το πλείστον σωσίβια στις περιοχές της Λέσβου, της Χίου, της Σάμου και του Αγαθονησίου. Επίσης, εντοπίζονταν κατασχεμένα σκάφη και μηχανές σκαφών σε όλα τα νησιά, ενώ υπήρχαν και σκάφη τα οποία δεν ήταν κατασχεμένα. Ακόμη, εντοπίζονταν διάσπαρτα απόβλητα τα οποία βρίσκονταν στις ακτές και στην θάλασσα στις περιοχές της Λέσβου, του Αγαθονησίου, του Φαρμακονησίου, όπως επίσης και στην Μεγίστη. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έγιναν κάθε πρόσφυγας που βρίσκεται στους χώρους φιλοξενίας παράγει κατά μέσο 1,5kg/άτομο/ ημέρα. (Δήμος Λέσβου , 2016)

Εν κατακλείδι το Σχέδιο αυτό που αφορά την διαχείριση των αποβλήτων που προέρχονται από τις προσφυγικές ροές περιελάμβανε τα ακόλουθα πιο σημαντικά στοιχεία:

- Την άμεση, απομάκρυνση των αποβλήτων που βρίσκονταν ήδη συγκεντρωμένα στις περιοχές αυτές, καθώς αποτελούσαν κίνδυνο για το περιβάλλον, την δημόσια υγεία των προσφύγων, αλλά και των κατοίκων ευρύτερα, ενώ αποτελούσαν και σοβαρό κίνδυνο για τον τουρισμό που αποτελεί και την σημαντικότερη οικονομική δραστηριότητα των περιοχών αυτών.
- Την διασφάλιση της ορθής και αποτελεσματικής διαχείρισης των αποβλήτων που αναμένεται να προκύψουν από τις μελλοντικές προσφυγικές ροές, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι το προσφυγικό πρόβλημα βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη.
- Την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί στο πλαίσιο του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας, η οποία επικεντρώνεται στην «επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανακαίνιση και ανακύκλωση των υλικών και προϊόντων που υπάρχουν. (Λώλος, et al., 2017)

4.3 Ανακύκλωση – Καλές πρακτικές

Με την έννοια της ανακύκλωσης νοείται ο διαχωρισμός που συμβαίνει στα Αστικά Στερεά Απόβλητα στις ομοιογενείς κατηγορίες των συστατικών τους, στην ανάκτηση υλικών από τα απόβλητα, καθώς και στην επαναχρησιμοποίησή τους, ύστερα από το στάδιο της ενδιάμεσης επεξεργασίας, που συνήθως περιλαμβάνει την διαλογή, συμπίεσης και μεταφορά των ανακυκλώσιμων υλικών και τέλος την επεξεργασία-παρασκευή του τελικού υλικού ή του προϊόντος.

Όσον αφορά τις μεθόδους ανάκτησης υλικών, αυτές είναι η Διαλογή στην Πηγή, καθώς και η μηχανική διαλογή. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι δεν είναι πάντοτε εύκολο να γίνει διαλογή όλων των υλικών, ενώ το ίδιο συμβαίνει και για την αξιοποίησή τους, καθώς δεν αξιοποιούνται όλα ίδια με τον ίδιο τρόπο. Τα πιο σημαντικά υλικά τα οποία μπορούν και ανακυκλώνονται είναι τα ακόλουθα:

- Χαρτιά και χαρτόνια

- Γυαλιά
- PVC, PETή πλαστικά άλλου είδους
- Παλιά υφάσματα, ρούχα και κουρέλια
- Ορυκτέλαια
- Βιομηχανικά απόβλητα
- Ελαστικά οχημάτων
- Μεγάλα απόβλητα, όπως είναι για παράδειγμα τα έπιπλα.

Προκειμένου να καταστεί ένα σύστημα ανακύκλωσης βιώσιμο θα πρέπει να διαθέτει το κατάλληλο σύστημα διαλογής, να έχει εξασφαλίσει την διάθεση στην αγορά ανακυκλωμένων προϊόντων, ενώ παράλληλα θα πρέπει να διασφαλίζεται υψηλό ποσοστό ανάκτησης υλικών και οργανικής ύλης, όπως επίσης και οικονομική και θεσμική στήριξη, έτσι ώστε να γίνει ευρέος διαδεδομένο. (Κούγκολος , 2007)

Θα πρέπει να τονίσουμε ότι από την διαδικασία της ανακύκλωσης προκύπτουν ιδιαίτερα σημαντικά οφέλη, όπως είναι η μείωση του όγκου των αποβλήτων που θα πρέπει να μεταφερθούν σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, όπως επίσης μέσω της ανακύκλωσης μειώνεται και γη που απαιτείται για την υγειονομική ταφή των απορριμμάτων. Επιπλέον, εξοικονομούνται πολύτιμες πρώτες ύλες, όπως είναι για παράδειγμα τα μέταλλα και το γυαλί, ενώ προκύπτει και κάποιο κέρδος κυρίως από την πώληση των ανακυκλωμένων υλικών. Τέλος, άλλα πιθανά οφέλη που μπορούν να προκύψουν από την διαδικασία της ανακύκλωσης είναι η βελτίωση του ισοζυγίου πληρωμών, καθώς και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. (Zotos, et al., 2009)

Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα έχουν αναπτυχθεί και λειτουργούν 22 εγκεκριμένα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης που επικεντρώνονται στις συσκευασίες, στις φορητές στήλες, στους συσσωρευτές, στα απόβλητα που προέρχονται από τον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, τα μεταχειρισμένα ελαστικά, τα απόβλητα λιπαντικών και ελαίων, τα Οχήματα Τέλους Κύκλου Ζωής, καθώς και τα απόβλητα που προέρχονται από τις εκσκαφές, τις κατασκευές και τις κατεδαφίσεις.

Τα πιο σημαντικά Συλλογικά Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΣΕΔ) Αποβλήτων είναι τα ακόλουθα:

- Το σύστημα αποβλήτων συσκευασιών
- Το σύστημα αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)
- Το σύστημα αποβλήτων φορητών ηλεκτρικών στηλών (μπαταριών)
- Το σύστημα αποβλήτων συσσωρευτών (οχημάτων και βιομηχανίας)
- Το σύστημα Οχημάτων Τέλους Κύκλου Ζωής (ΟΤΚΖ)
- Το σύστημα μεταχειρισμένων ελαστικών οχημάτων
- Το σύστημα αποβλήτων λιπαντικών ελαίων (ΑΛΕ)
- Το σύστημα αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) (ε.ο.αν. , 2018)

Η περίπτωση της Λακωνικής Βιοενέργειακής Α.Ε.

Πρόκειται για μια πρωτοβουλία της κοινωνίας των πολιτών, όπου ιδρύθηκε το 2011 από 30 Λάκωνες επιχειρηματίες η εταιρεία λαϊκής-κοινωνικής βάσης, η ΛΑΚΩΝΙΚΗ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε. έχοντας ως στόχο η εταιρεία να μείνει στην λογική της πολυμετοχική λαϊκής-κοινωνικής βάσης. Όσον αφορά τις μεθόδους διαχείρισης απορριμμάτων που προάγει η εταιρεία είναι η «Διαλογή στην Πηγή», όπου ουσιαστικά επιδιώκεται η βέλτιστη διαλογή του οργανικού κλάσματος στην πηγή. Σε δεύτερο στάδιο, που δεν έχει ακόμα υλοποιηθεί στόχος της εταιρείας είναι η διοχέτευση του προδιαλεγμένου οργανικού κλάσματος προς αναερόβια ζύμωση προκειμένου να παραχθεί βιοάεριο, το οποίο θα αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, ενώ το κλάσμα που προέρχεται από την ζύμωση και παραμένει θα κατευθύνεται για κομποστοποίηση. Τα προϊόντα που αναμένεται να παράγονται από τη συγκεκριμένη διαδικασία είναι η ηλεκτρική ενέργεια, η θερμική ενέργεια, το CO_2, καθώς επίσης και το κομπόστ, το οποίο μπορεί να λάβει πολλές και διαφορετικές χρήσεις.

Επιπλέον, η εταιρεία επιδιώκει συνεργασία με την τοπική αυτοδιοίκηση, έτσι ώστε να ενδυναμωθεί και ο ρόλος που καλείται να διαδραματίσει ο πολίτης, τόσο ως δημότης, όσο και ως μέτοχος της πολυμετοχικής εταιρείας. Ακόμη, επιδιώκεται η διαχείριση των απορριμμάτων να γίνεται σε επίπεδο είτε κάποιο μεγάλου Δήμου, είτε σε επίπεδο Περιφερειακής Ενότητας. Εξετάζεται επιπλέον, η αξιοποίηση μέσω της αναερόβιας ζύμωσης των λοιπών αγροτικών υπολειμμάτων, καθώς και των υπολειμμάτων της βιομηχανίας τροφίμων, είτε ζωικής, είτε είναι φυτικής

προέλευσης. Επιπρόσθετα, η Λακωνική Βιοενεργειακή Α.Ε. επιδιώκει την βελτίωση υφιστάμενων συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης, προκειμένου να γίνεται ανάκτηση υλικών, όπως είναι τα τηγανέλαια, τα αδρανή προϊόντα που προέρχονται από κατεδαφίσεις, καθώς επίσης και ανάκτηση υλικών από ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Τέλος, επιδίωξη της εταιρείας είναι η δημιουργία «πράσινων σημείων συγκέντρωσης», των προδιαλεγμένων ανακτήσιμων και ανακυκλώσιμων υλικών, από όλα τα σημεία διαλογής στην πηγή. (Λακωνική Βιοενεργειακή , 2018)

4.4 Κομποστοποίηση-Καλές πρακτικές

Η περίπτωση του Δήμου Μελισσίων

Ο Δήμος Μελισσίων σε συνεργασία με την Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης (Ο.Ε.Α.) στα πλαίσια του προγράμματος «Δράσεις Ενίσχυσης της Απασχόλησης Ανέργων με την ενεργό συμμετοχή των Μη Κυβερνητικών Οργανώσεων (ΜΚΟ)» προχώρησε στην υλοποίηση του σχεδίου δράσης «Ανακύκλωση & Κομποστοποίηση στον Δήμο Μελισσίων», το οποίο εντασσόταν στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Υπουργείου Απασχόλησης και Κοινωνικής Προστασίας « Απασχόληση και Επαγγελματική Κατάρτιση».

Το πρόγραμμα αυτό είχε διάρκεια ένα χρόνο και υλοποιήθηκε από τον Μάρτιο του 2007 έως και τον Μάρτιο του 2008. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η επιλογή του Δήμου Μελισσίων στο πρόγραμμα δεν ήταν τυχαία καθώς ο συγκεκριμένος Δήμος διαθέτει ένα σημαντικό αριθμό χώρων πρασίνου, τόσο ιδιωτικών, όσο και δημοσίων. Έτσι οι κάτοικοι της περιοχής έχουν τη δυνατότητα να συλλέγουν κλαδέματα για να εμπλουτίζουν το μείγμα, αλλά και για να διαθέτουν το κομπόστ στο χώμα.

Στα πλαίσια υλοποίησης του προγράμματος έγιναν οι ακόλουθες ενέργειες:

- Παράχθηκε έντυπο υλικό για την ενημέρωση και την ευαισθητοποίηση των δημοτών πάνω σε θέματα ανακύκλωσης και κομποστοποίησης, καθώς και για τις δυνατότητες απασχόλησης που προκύπτουν στον συγκεκριμένο κλάδο.
- Έγινε ενημέρωση σε σχολεία του Δήμου Μελισσίων για θέματα που αφορούν την οικιακή κομποστοποίηση.

- Διαμορφώθηκε και απαντήθηκε ερωτηματολόγιο που εξέταζε τις τάσεις της κοινής γνώμης στον Δήμο Μελισσίων για την οικιακή κομποστοποίηση και την επιθυμία συμμετοχής στο πρόγραμμα.
- Επιλέχθηκαν εκατό νοικοκυριά και τοποθετήθηκαν αντίστοιχοι κάδοι κομποστοποίησης σε δύο διαφορετικά μεγέθη.
- Εφαρμόστηκε παρακολούθηση και υποστήριξη των δημοτών όπου θα αναλάμβαναν τους κάδους κομποστοποίησης.
- Πραγματοποιήθηκαν εκδηλώσεις που είχαν ως στόχο την ενημέρωση και την ευαισθητοποίηση των πολιτών του Δήμου για θέματα ανακύκλωσης και κομποστοποίησης, όπως και για τις δυνατότητες απασχόλησης τους σε αυτούς τους τομείς. (LIFE+Συμπραξη Ανακύκλωσης , 2009)

Δήμος Σταυρούπολης

Στα τέλη του 2008, ο Δήμος Σταυρούπολης προχώρησε στην εφαρμογή του προγράμματος εναλλακτικής διαχείρισης οργανικών απορριμμάτων-κομποστοποίησης. Η κομποστοποίηση πραγματοποιείται μέσω ειδικών κάδων που διατίθενται σε κάθε σπίτι ή πολυκατοικία και οι πολίτες έχουν τη δυνατότητα να διαθέτουν εκεί τα οργανικά τους απορρίμματα, όπως είναι για παράδειγμα τα υπολείμματα των φρούτων, των λαχανικών κτλ. έτσι ώστε να μετατραπούν σε ωφέλιμο κομπόστ για τους κήπους τους ή τις γλάστρες τις οποίες διαθέτουν. Οι κάδοι που χρησιμοποιούνται για την συλλογή των οργανικών απορριμμάτων διατίθενται δωρεάν από το αρμόδιο Γραφείο Περιβάλλοντος του Δήμου.

Προκειμένου να υπάρξει καλύτερη ενημέρωση και εκπαίδευση των πολιτών, έτσι ώστε να επιτύχει και το όλο εγχείρημα, πραγματοποιήθηκε ημερίδα σε συνεργασία με το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ενώ ταυτόχρονα εκδόθηκε και αναλυτικός οδηγός κομποστοποίησης που διανέμεται δωρεάν στους ενδιαφερόμενους δημότες, ενώ είναι και διαθέσιμος και στην ιστοσελίδα του Δήμου. (LIFE+Συμπραξη Ανακύκλωσης , 2009)

Το έργο LIFEWASPTool για την πρόληψη αποβλήτων τροφίμων

Πρόκειται για ένα πρόγραμμα που υλοποιήθηκε από τον Οκτώβριο του 2011 έως και τον Σεπτέμβριο του 2014 με κύριο στόχο του έργου να αποτελεί η υποστήριξη της Τοπικής Αυτοδιοίκησης στην επιλογή της βέλτιστης στρατηγικής πρόληψης αποβλήτων για τις τοπικές συνθήκες. Έτσι, το έργο κατέγραψε καλές πρακτικές από άλλες χώρες και ανέπτυξε ένα ολοκληρωμένο σύστημα υποστήριξης λήψης αποφάσεων που ονομάστηκε WASP-Toolκαι το οποίο ιεραρχεί τις δράσεις πρόληψης τις οποίες μπορεί να εφαρμόσει η Τοπική Αυτοδιοίκηση. Στα πλαίσια του έργου αναπτύχθηκαν πιλοτικές δράσεις σε δύο μεγάλους Δήμους εντός της ελληνικής επικράτειας που ήταν οι Δήμοι Ηρακλείου και Χανίων καθώς και σε ένα Δήμο της Κύπρου – Δήμος Παραλιμνίου, που είχαν ως στόχο την προώθηση εκστρατειών για την μείωση των αποβλήτων τροφίμων, την προώθηση της οικιακής κομποστοποίησης καθώς και την προώθηση της επαναχρησιμοποιούμενης σακούλας για την μεταφορά των αγορών.

Στα πλαίσια του προγράμματος WASP-Toolδιοργανώθηκα δύο εκπαιδευτικά προγράμματα στον Δήμο Ηρακλείου και στον Δήμο Χανίων που στόχευαν στην βελτίωση της ποιότητας διατροφής και στην πρόληψη των αποβλήτων τροφίμων. Ειδικότερα, τα εκπαιδευτικά προγράμματα αποσκοπούσαν στην μετάδοση γνώσεων στους καταναλωτές αναφορικά με την διαχείριση τροφίμων από το στάδιο της αγοράς έως και το στάδιο της κατανάλωσης, έτσι ώστε αυτά να μπορούν να καλύπτουν τις διατροφικές ανάγκες των πολιτών και να αξιοποιούνται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο χωρίς απώλειες. Στον Δήμο Παραλιμνίου στην Κύπρο διοργανώθηκαν ενημερωτικά μαθήματα σε σχολεία και ανοικτές εκδηλώσεις ενημέρωσης του κοινού.

Το πρόγραμμα μοίρασε τριακόσιους κάδους οικιακής κομποστοποίησης σε νοικοκυριά των Δήμων που συμμετείχαν στις πιλοτικές δράσεις. Τα νοικοκυριά αυτά εκπαιδεύτηκαν στις σωστές πρακτικές οικιακής κομποστοποίησης, ενώ τους παρεχόταν συμβουλευτική υποστήριξη καθ’ όλη τη διάρκεια του έργου. (Χρόνη , et al., 2017)

<u>Κομποστοποίηση οργανικού κλάσματος ΑΣΑ στην πηγή – Η περίπτωση της Καλαμάτας</u>

Είναι γεγονός ότι τα συστήματα κομποστοποίησης, τα οποία σχεδιάστηκαν και διαμορφώθηκαν για να λειτουργούν χρησιμοποιώντας απόβλητα που έχουν χαμηλή πυκνότητα, δεν φαίνεται να είναι τα πλέον κατάλληλα υπό συνθήκες υψηλής

πυκνότητας και υγρασίας, όπως επίσης δεν είναι και αξιόπιστα. Επίσης, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η ανάμειξη των οργανικών απορριμμάτων με μη οργανική υλικά, δυσχεραίνει την διαδικασία ανάκτησης, ενώ σε ορισμένες χώρες που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες η αποσύνθεση των οργανικών αποβλήτων γίνεται με μεγαλύτερη ευκολία. (Visvanathan&Trankler , 2003)

Σε έρευνα που πραγματοποίησαν οι (Ξηρόγιαννης & Μαναριώτης , 2017) στον Δήμο Καλαμάτας κατέγραψαν και εξέτασαν τους παράγοντες που επιδρούν στην επιτυχή λειτουργία ενός δικτύου κομποστοποίησης το οποίο λειτουργεί σε επίπεδο κατοικίας. Από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας προέκυψε ότι τα άτομα τα οποία έχουν υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο, έχουν περισσότερο αναπτυγμένη την οικολογική συνείδηση, καθώς επίσης και τα άτομα τα οποία είναι μεγαλύτερης ηλικίας φαίνεται να παρακινούνται περισσότερο στην απόφασή τους να ενταχθούν στο δίκτυο οικιακής κομποστοποίησης στην πόλη της Καλαμάτας. Επιπλέον, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι περισσότερο ενεργή συμμετοχή διαπιστώνεται στα νοικοκυριά που έχουν τέσσερα ή περισσότερα άτομα, ενώ ιδιαίτερη προτίμηση δείχνουν ακόμη τα άτομα που μένουν σε μονοκατοικίες σε σχέση με τα άτομα που διαμένουν σε διαμερίσματα, καθώς τα άτομα αυτά επιδιώκουν να αξιοποιήσουν το παραγόμενο κομπόστ για τις ανάγκες που προκύπτουν στον κήπο τους. Ακόμη, οι δημότες δείχνουν μια ιδιαίτερη προτίμηση στους κάδους κήπου, παρά στους κάδους που τοποθετούνται στο μπαλκόνι, καθώς αυτοί τύπου κήπου έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα.

Ενώ αρχικά οι δημότες επιδιώκουν να συμμετέχουν στο πρόγραμμα οικιακής κομποστοποίησης εξαιτίας της περιβαλλοντικής τους συνείδησης, της προσωπικής ικανοποίησης, καθώς από αίσθημα προσφοράς στο κοινωνικό σύνολο, με το πέρασμα του χρόνου οι δημότες δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην επίδραση του οικονομικού παράγοντα εξαιτίας της αναπροσαρμογής στην τιμολόγηση των ανταποδοτικών τελών. Επιπρόσθετα, από την έρευνα προέκυψε ότι σημαντικό κίνητρο για την εγκατάσταση οικιακού κομποστοποιητή αποτελεί η μείωση του φόρου των ηλεκτροδοτούμενων χώρων και των δημοτικών τελών που αφορούν τους δημότες οι οποίοι κάνουν χρήση αποδεδειγμένα των κάδων κομποστοποίησης.

Ακόμη, ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της διαδικασίας διαδραματίζει η παρακολούθηση του προγράμματος και η υποστήριξη των συμμετεχόντων από τον

Δήμο. Όσον αφορά τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι δημότες σχετικά με το πρόγραμμα οικιακής κομποστοποίησης, από τα πιο σημαντικά είναι τα έντομα που συγκεντρώνονται στον κομποστοποιητή κατά τους θερινούς μήνες, ενώ οι έχοντες μεγάλους κήπους ή μεγάλα αγροκτήματα αναφέρθηκαν στο γεγονός της μικρής χωρητικότητας του κάδου και στην συνεπαγόμενη αργή αποσύνθεση της οργανικής ύλης.

Τέλος, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι σημαντικός παράγοντας για την λήψη απόφασης εγκατάστασης κομποστοποιητή αποτελεί η διάθεση του χωρίς οικονομικό αντάλλαγμα, ωστόσο θα πρέπει να δοθεί έμφαση έτσι ώστε ο κομποστοποιητής να διανέμεται σε άτομα που πραγματικά ενδιαφέρονται για την κομποστοποίηση και δείχνουν ουσιαστικό ενδιαφέρον. (Ξηρόγιαννης&Μαναριώτης , 2017)

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας διαπιστώνουμε ότι τα απορρίμματα στον αναπτυγμένο κόσμο στον οποίο ανήκει και η Ελλάδα, αυξάνονται διαρκώς ανάλογα και με το βιοτικό επίπεδο και τις καταναλωτικές συνήθειες των κατοίκων. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, τόσο σε Ευρωπαϊκό, όσο και σε διεθνές αλλά και σε εθνικό επίπεδο γίνονται προσπάθειες έτσι ώστε τα απορρίμματα από πρόβλημα να μετατραπούν σε ευκαιρία, τόσο για το περιβάλλον, όσο και για την οικονομία. Έτσι, εφαρμόζονται μια σειρά από νέες προσεγγίσεις που αφορούν την διαχείριση των απορριμμάτων, ενώ έχουν τεθεί στόχοι που αφορούν την μείωση των αποβλήτων, την ενίσχυση της ανακύκλωσης, της εφαρμογής Διαλογής στην Πηγή, καθώς και γενικότερα ενέργειες που επιδιώκουν την αποτροπή της παραγωγής απορριμμάτων.

Πέρα από την ανακύκλωση και την κομποστοποίηση, που εμφανίζουν σημαντική δυναμική, υπάρχει η δυνατότητα ενεργειακής αξιοποίησης των απορριμμάτων, με μεθόδους, όπως είναι η καύση, η πυρόλυση και η αεριοποίηση. Ήδη οι πρακτικές αυτές έχουν εφαρμοστεί σε μεγάλο βαθμό σε Ευρωπαϊκές χώρες, αλλά και στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Στα θετικά των μεθόδων αυτών εντάσσεται το γεγονός ότι μειώνεται ο όγκος των απορριμμάτων που κατευθύνονται για ταφή, ενώ υπάρχει δυνατότητα πριν τις διαδικασίες αυτές να διαχωριστούν τα ανακυκλώσιμα υλικά. Επίσης, στα θετικά στοιχεία είναι ότι παράγεται ενέργεια, τόσο ηλεκτρική όσο και θερμική που μπορεί να αξιοποιηθεί σε άλλους τομείς της οικονομίας, ενισχύοντας τις τοπικές οικονομίες και δημιουργώντας σημαντικό αριθμό θέσεων εργασίας, καθ' όλη την διαδικασία λειτουργίας της μονάδας.

Ωστόσο, πέρα από τα θετικά στοιχεία που προκύπτουν κατά τη λειτουργία των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης των απορριμμάτων, υπάρχουν και ορισμένα σημεία που χρήζουν προσοχής. Ειδικότερα, τα έργα που αφορούν την ενεργειακή αξιοποίηση των απορριμμάτων πολλές φορές συνοδεύονται από μεγάλες κοινωνικές αντιδράσεις, με αποτέλεσμα να αποθαρρύνουν τους υποψήφιους επενδυτές ή να δυσκολεύονται στην διαδικασία ολοκλήρωσης του έργου εξαιτίας των προσφυγών που κατατίθενται κτλ. Θα πρέπει να επισημάνουμε όμως, ότι στην Ευρώπη λειτουργεί πλήθος τέτοιων μονάδων στις πόλεις, ακόμα και εντός αστικού ιστού, όπως συμβαίνει για παράδειγμα το Παρίσι. Επίσης, μια ακόμη δυσκολία αφορά ιδίως την Ελλάδα, είναι το γεγονός ότι οι μονάδες αυτές απαιτούν συμβόλαια μακροχρόνιας δέσμευσης,

έτσι ώστε να καταστούν βιώσιμες, ενώ απαιτούν και ιδιαίτερα μεγάλες ποσότητες απορριμμάτων.

Ο σχεδιασμός αυτός όμως έρχεται αντιμέτωπος με τα όσα μέχρι τώρα υποστηρίζει η ελληνική πλευρά μέσα από τα σχέδια διαχείρισης απορριμμάτων, τόσο σε περιφερειακό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο δήμων. Δηλαδή, υπάρχει ο κίνδυνος οι πιθανές μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης απορριμμάτων να μην έχουν καύσιμα Αστικά Στερεά Απόβλητα, έτσι ώστε να καταστούν βιώσιμες και αποδοτικές.

Όπως είδαμε και στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, υπάρχουν ορισμένοι κλάδοι όπου η ανάκτηση ενέργειας είναι ιδιαίτερα επωφελής, τόσο για το περιβάλλον, όσο και για τους εμπλεκομένους σε οικονομικό επίπεδο. Για παράδειγμα, η ενεργειακή αξιοποίηση των ζωικών και αγροτικών αποβλήτων, μπορεί να συμβάλλει στην παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, ενισχύοντας το εισόδημα σε τοπικό επίπεδο, ενώ παράλληλα ενδυναμώνεται και η αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alibardi , L. & Cossu , R., 2006. *Energy from wastes and biomasses: opportunities and state of the art. Proceedings Venice 2006: Biomass and waste to energy symposium.* Venice: s.n.

Antonopoulos , I. S., Karagiannidis , A. & Kalogirou , E., 2010. Estimation of Municipal Solid Waste heating value in Greece in the frame of formulating appropriate scenarios on waste treatment.. *Proceedings Venice Symposium* .

Bilitewski , B., 2008. From traditional to modern fee systems. *Waste Management* , December, pp. 2760-2766.

Bilitewski , B. καισυν., 1996 . *Waste Management.* s.l.:Springer .

Bilitewski , B. & Hoffmann , G., 2007. *Thermal waste treatment, seminar.* Thessaloniki : Thermal waste treatment, seminar .

Bosmans , A., Vanderreydt , I., Geysen , D. & Helsen , L., 2013. The crucial role of Waste-to-Energy technologies in enhanced landfill mining: a technology review. *Journal of Cleaner Production* , pp. 10-23.

Cantell , K. B., Ducey , T., Ro , K. S. & Hunt , P. G., 2010. Livestock waste-to-bioenergy generation opportunities. *Bioresour Technology* , pp. 4021-4028.

Chen , Y., Cheng , J. J. & Creamer , K. S., 2008. Inhibition of anaerobic digestion process: a review. *Bioresour Technol*, pp. 4044-4064.

De-Baere , L., 2000. Anaerobic digestion of solid waste: state-of-the art. *Water Sci Tecnol*, pp. 283-290.

Dong , T. T. & Lee , B. Y., 2009. Analysis of potential RDF resources from solid waste and their energy values in the largest industrial city of Korea. *Waste Management*, pp. 1725-1731.

European Commission , 2006. *European Commission Reference Document on the best availabe techniques for "Waste Incineration", Intergrated Pollution Prevention and Control.* Brussells: European Commission .

European Commmission , 2003. *Refuse Derived Fuel, current practice and perspectives, final report.* Brussels : European Commission.

Gharfalkar , M. καισυν., 2015. Analysis of waste hierarchy in the European waste directive 2008/98/EC.. *Waste Management* , pp. 305-313.

Kawasaki - Powering your potential , 2018. *Incineration (Heat recovery) Plant.* [Ηλεκτρονικό] Available at: http://global.kawasaki.com/en/industrial_equipment/environment_recycling/waste/heat.html
[Πρόσβαση 1 June 2018].

Kelleher , B. P. και συν., 2002. Advances in poultry litter disposal technology- review. *Bioresource Technology* , pp. 221-225.

Knoef , H., 2005. Practical aspects of biomass gasification. Στο: H. Knoef , επιμ. *Handbook Biomass Gasification.* Enschede, the Netherlands: s.n.

Lechtenberg , D. & Diller , H., 2012. *Alternative Fuels and Raw Materials Handbook.* s.l.:Lechtenberg & Partner .

LIFE+ΣυμπραξηΑνακύκλωσης , 2009. *Good practices handbook.* Πολύγυρος : LIFE+ Σύμπραξη Ανακύκλωσης - Q-PLAN Βορείου Ελλάδος Ε.Π.Ε. .

Ma, H. A. και συν., 2002. High-pressure pyrolyisis study of C3N6H6: a route to preparing bulk C3N4. *Journal of Physics* , 25 October .

Noyola, A. καισυν., 2012. Typology of municipal wastewater treatment technologies in Latin America. *Clean Soil Air Water* , pp. 926-932.

Spainex, 2018. *Spainex.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.splainex.com/
[Πρόσβαση 21 May 2018].

Vehlow , J., 2006. *State of the art of incineration technologies. Proceedings Venice 2006: Biomass and waste to energy symposium.* Venice : Biomass and waste to energy symposium .

Visvanathan , C. & Trankler , J., 2003. *Municipal Solid Waste Management in Asia: A Comparative Anlysis. Workshop on Sustainable Landfill Management, pp. 3-15.* India: Workshop on Sustainable Landfill Management .

Watson , M., 2009. *Waste Management.* Sheffield : University of Sheffield .

ZEEP, 2018. *CLEAN, ABUNDANT PRICE COMPETITIVE Fuels & Chemicals.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://zeep.com/
[Πρόσβαση 20 May 2018].

Zotos, G. καισυν., 2009. Developing a holistic strategy for integrated waste mamagement within municipal planning: Challenges, policies, solutions and perspectives for Hellnic municipalities in the zero-waste, low-cost direction. *Waste management* , pp. 1686-1692.

Ανδρεαδάκης , Α., Πανταζίδου , Μ., Σταθόπουλος, Α. &Χατζημπίρος, Κ., 2003. *Περιβαλλοντική Τεχνολογία.* Αθήνα: Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο .

Butti , L., 2012. Birth and death of waste. *Waste Management* , pp. 1621-1622.

Βαλαβανίδης , Α. &Βλαχογιάννη , Θ., 2015. *Αστικά Στερεά Απόβλητα και Ρύπανση του Περιβάλλοντος: Τάσεις στη Διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων στις Ευρωπαϊκές Χώρες και στην Ελλάδα.* Αθήνα : Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών-Τμήμα Χημείας .

Βουδριά , Ε., 2014. *Υγειονομική Ταφή Απορριμμάτων.* Ξάνθη : Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης - Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος .

Γιαννόπουλος , Σ., Δημούδη , Ε. & Πλάκας , Κ., 2010. *Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στο Νομό Θεσσαλονίκης.* Θεσσαλονίκη : ΤΕΕ Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας .

Γιδαράκος , Ε., 2005. *Στερεά Απόβλητα: Διαχείριση και Επεξεργασία.* Αθήνα : Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Πολυτεχνείο Κρήτης .

Δήμος Λέσβου , 2016. *Ειδικό Τοπικό Επιχειρησιακό Σχέδιο Δράσης Διαχείρισης των Ειδικών Αποβλήτων που προέρχονται από τις Προσφυγικές Ροές του Δήμου Λέσβου.* Μυτιλήνη : Δήμος Λέσβου .

Δήμος Σάμου , 2016. *Ειδικό Τοπικό Επιχειρησιακό Σχέδιο Δράσης του Τρόπου Διαχείρισης των Ειδικών Αποβλήτων από τις Προσφυγικές Ροές-Δήμος Σάμου.* Σάμος: Δήμος Σάμου.

Δήμος Χαλανδρίου , 2015. *Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Αποβλήτων (Τ.Σ.Δ.) Δήμου Χαλανδρίου.* Αθήνα : Δήμος Χαλανδρίου .

ε.ο.αν. , 2018. *Ελληνικό Οργανισμός Ανακύκλωσης - ε.ο.αν..* [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.eoan.gr/el/content/7/sustimata
[Πρόσβαση 22 Μάιος 2018].

Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΣΔΑ), 2014. *ΕΕΣΔΑ.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://www.eedsa.gr/
[Πρόσβαση 30 Ιανουάριος 2018].

ΕΠΕΜ Α.Ε. , και συν., 2008. *Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ολοκληρωμένης εγκατάστασης επεξεργασίας και διάθεσης απορριμμάτων (ΟΕΕΔΑ) Νοτιανατολικής ενότητας Ν. Θεσσαλονίκης.* Θεσσαλονίκη : ΕΠΕΜ Α.Ε.-ΠΕΡΜΕΛ ΕΠΕ.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2015. *Ευημερία εντός των ορίων του πλανήτη μας-7ο ΠΔΠ - το γενικό Ενωσιακό Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον έως το 2020.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/7eap/el.pdf
[Πρόσβαση 30 Ιανουάριος 2018].

Ευταξίας, Α. και συν., 2017. *Ενεργειακή Αξιοποίηση Στερεών Αποβλήτων από την Εκτροφή Πουλερικών.* Αθήνα: 5ο Διεθνές Συνέδριο ΕΕΔΣΑ-" Η Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων και η Συμβολή της στην Κυκλική Οικονομία", 14-15 Δεκεμβρίου 2017.

Θεοχάρη , Χ. και συν., 2006. *Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα/Η περίπτωση της Αττικής.* Αθήνα: Τεχνικό Επιμελήτηριο Ελλάδος (ΤΕΕ).

Καθρέπτης , Μ., Κοντογιάννη , Α., Πάνου , Ζ. & Σιώμος, Γ., 2013. *Ενεργειακή Αξιοποίηση Απορριμμάτων.* Κοζάνη : Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας-Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών .

Καλογήρου , Ε., 2009. *Το πρόβλημα και η λύση της διαχείρισης των απορριμμάτων της Αττικής - 3ο Διεθνές Συνέδριο ΕΕΔΣΑ 30-31 Οκτωβρίου 2009.* Αθήνα: ΕΕΔΣΑ.

Καραγιαννίδης, Α., Ξηρογιαννοπούλου , Α. & Αδηλενίδου , Π., 2006. *Διαχείριση απορριμμάτων και αστικό περιβάλλον.* Θεσσαλονίκη : Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος .

Κατασανεβάκης , Ι., Μαλαμάκης , Α., Περκολουλίδης , Γ. & Τσατσαρέλης , Θ., 2010. *Αξιοποίηση Αστικών Στερεών Αποβλήτων από την ενεργειακή σκοπιά και οι προοπτικές εφαρμογής στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας".* Θεσσαλονίκη : Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος-Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας .

Κούγκολος , Α., 2007. *Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική.* Αθήνα : Εκδόσεις Τζιόλα .

Κουφοδήμος, Γ. και συν., 2017. *Παραγωγή Αναβαθμισμένου Απορριμματογενούς Καυσίμου (SRF) με τη Χρήση Καινοτόμων Διεργασιών και Διαδικασιών-5ο Διεθνές Συνέδριο ΕΕΔΣΑ-Αθήνα 14-15.12.2017.* Αθήνα: ΕΕΔΣΑ .

Λακωνική Βιοενεργειακή , 2018. [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://www.bioenergeiaki.gr/reading-material/21246-%C7+%F0%F1%FC%F4%E1%F3%E7+%EC%E1%F2
[Πρόσβαση 22 Μάιος 2018].

Λάλας, Δ. και συν., 2007. *Εκτίμηση των γενικευμένων επιπτώσεων και κόστους διαχείρισης στερεών αποβλήτων.* Αθήνα: Ινστιτούτο Τοπικής Αυτοδιοίκησης .

Λέκκας , Θ., Γιαννόπουλος , Γ. & Ραζής , Ι., 1991. *Συγκριτική παρουσίαση μεθόδων διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων.* Μυτιλήνη : Πανεπιστήμιο Αιγαίου .

Λυμπεράτος , Γ. & Τσιλιγιάννης , Χ., 1999. *Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων.* Πάτρα : Πανεπιστήμιο Πατρών .

Λώλος, Γ., Πασχάλη-Μάνου , Κ. & Βλαχαντώνη , Ε., 2017. *Στρατηγικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων Προσφυγικών Ροών σε Νησιά του Αιγαίου - 5ο Διεθνές Συνέδριο ΕΕΔΣΑ - "Η Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων και η Συμβολή της στην Κυκλική Οικονομία", 14-15 Δεκεμβρίου 2017.* Αθήνα: ΕΕΔΣΑ.

Μουσιόπουλος , Ν., 2014. *Επεξεργασία και διαχείριση στερεών αποβλήτων. Παραγωγή στερεών αποβλήτων-Ποσοτική και ποιοτική ανάλυση..* Θεσσαλονίκη : Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης-Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών .

Μουσιόπουλος , Ν. & Καραγιαννίδης , Α., 2002. *Σημειώσεις στο μάθημα "Διαχείριση Απορριμμάτων".* Θεσσαλονίκη : Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης-Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών .

Νόμος 4042/2012, 2012. *Νόμος 4042/2012: Ποινική προστασία του περιβάλλοντος-Εναρμόνιστη 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".* s.l.:s.n.

Νταράκας , Ε., 2014. *Διαχείριση στερεών αποβλήτων..* Θεσσαλονίκη : Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ).

Ξηρόγιαννης , Γ. & Μαναριώτης , Ι. Δ., 2017. *Κομποστοποίηση οργανικού κλάσματος αστικών απορριμμάτων στην Πηγή. Η περίπτωση του Δήμου Καλαμάτας.* Καλαμάτα : Δήμος Καλαμάτας-Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών .

Παναγιωτακόπουλος , Δ. Χ., 2002. *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων.* Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Ζυγός .

Παναγιωτακόπουλος, Δ., 2007. *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων.* Β' Έκδοση επιμ. Αθήνα: Εκδόσεις Ζυγός .

Σκαρκάλας, Ε., 2014. *Διπλωματική Εργασία: Διερεύνηση δυνατοτήτων ανάληψης πρωτοβουλιών ορθολογιής τοπικής διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) στα πλαίσια ολοκληρωμένης περιφερειακής διαχείρισης ΑΣΑ: Εφαρμογή στην περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας και στο Δήμο Φλώρινας.* Πάτρα : Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο-Σχολη΄Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας .

Σκορδίλης , Α., 2006. *Ελεγχόμενη Εναπόθεση Στερεών Μη Επικίνδυνων Αποβλήτων.* Αθήνα : Εκδόσεις Κόσμος .

Σκορδίλης , Α. Δ. & Μπούσιου , Ε., 2002. *Εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών.* Αθήνα : Εκδόσεις Ίων .

Σκορδίλης , Α. & Κομνίτσας , Κ., 2004. *Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, Τόμος Α΄. Οικιακά και άλλη μη Επικίνδυνα Απόβλητα.* Πάτρα : Εκδόσεις ΕΑΠ .

Στάμου , Α., 1995. *Βιολογικός Καθαρισμός Αστικών Αποβλήτων.* Αθήνα: Εκδόσεις Παπασωτηρίου .

ΤΕΕ, 2006. *Διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα. Η περίπτωση της Αττικής.* Αθήνα : ΤΕΕ.

Τσάγκας , Φ., 2017. *Ειδικός ρυθμός παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) σε νοικοκυριά: πρωτογενή δεδομένα 55 μηνών από ένα νοικοκυριό σε πόλη της Βόρειας Ελλάδας.* Αθήνα: 5ο Διεθνές Συνέδριο ΕΕΔΣΑ - "Η Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων και η Συμβολή της στην Κυκλική Οικονομία", 14-15 Δεκεμβρίου 2017.

Τσάλτας , Γ. & Γρηγορίου , Π., 1994. *Κοινοτικές στρατηγικές για το περιβάλλον, Θεμελιώδη κοινοτικά κείμενα για την προστασία και την ορθή διαχείριση του περιβάλλοντος.* Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση .

Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος , 2012. *"Σχέδιο Διαχείρισης για τα Οικιακά και Παρομοίου Τύπου Απόβλητα".* Λευκωσία : Κυπριακή Δημοκρατία-Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας , 2015. *Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων.* Αθήνα : Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας .

Φουντή , Μ., 2004. *Σύγχρονα Συστήματα Καύσης-Τεχνολογίες Θερμικής Αξιοποίησης Αστικών Απορριμμάτων.* Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο .

Χρόνη , Χ., Αμπελιώτης , Κ. & Λαζαρίδη , Κ., 2017. *Ανάπτυξη και επίδειξη ενός εργαλείου για την υποστήριξη της πρόληψης αποβλήτων στην Τοπική Αυτοδιοίκηση - WASP TOOL.* 5ο Διεθνές Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων - " Η Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων και η Συμβολή της στην Κυκλική Οικονομία" επιμ. Αθήνα : s.n.