

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

**“ ΜΙΑ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΟΝΑΔΩΝ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΣΑ ΣΤΑ
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΗΣΙΑ ”**



Επιβλέπων Καθηγητής: Ψωμόπουλος Κωνσταντίνος

Σπουδαστής: Παπαδιώτης Ανδρέας

ΑΜ: 31461

ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΛΙΟΣ 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες στους γονείς μου για την υπομονή τους, την αγάπη τους και τη στήριξη τους σε όλη τη πορεία της ζωής μου μέχρι σήμερα. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Ψωμόπουλο Κωνσταντίνο για την ανάθεση και επίβλεψη της εργασίας, την σημαντική βοήθεια για την εκπόνηση της, τις ουσιαστικές παρατηρήσεις και την υποστήριξη που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	ii
Περιεχόμενα	iii
Λίστα σχημάτων	v
Λίστα πινάκων	vi
Summary	vii
Πρόλογος	1
1^ο Κεφάλαιο “Τα αστικά στερεά απόβλητα”	2
1.1 Εισαγωγή	2
1.2 Βασικές έννοιες και ορισμοί.....	3
1.2.1 Στερεά Απόβλητα	3
1.2.2 Αστικά στερεά απόβλητα	3
1.2.3 Διαχείριση ΑΣΑ	3
1.2.3.1 Παραγωγή ΑΣΑ	4
1.2.3.2 Επεξεργασία ΑΣΑ, αποθήκευση και διαλογή στη πηγή	4
1.2.3.3 Συλλογή.....	4
1.2.3.4 Διαχωρισμός επεξεργασία και μετατροπή ΑΣΑ.....	4
1.2.3.5 Μεταφορά- Μεταφόρτωση.....	5
1.2.3.6 Τελική διάθεση	5
1.3 Ιεραρχία της Διαχείρισης των ΑΣΑ	5
2^ο Κεφάλαιο “ Διαχείριση των Α.Σ.Α. στην Ε.Ε. ”	6
2.1 Οδηγία – Πλαίσιο για τα Στερεά Απόβλητα	6
2.2 Αρχές Διαχείρισης των Αποβλήτων της Ε.Ε.....	6
2.3 Η Στρατηγική της Ε.Ε. για τα Α.Σ.Α.....	6
2.4 Θέματα εφαρμογής.....	7
2.5 Διαχείριση των Α.Σ.Α. στην Ε.Ε.....	8
2.5.1 Αυστρία	11
2.5.2 Γαλλία.....	12
2.5.3 Γερμανία.....	14
2.5.4 Δανία	15
2.5.5 Ελβετία	16
2.5.6 Ελλάδα.....	17
2.5.7 Ηνωμένο Βασίλειο	18
2.5.8 Πορτογαλία.....	19
2.5.9 Σουηδία.....	20
3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ Παραγωγή και διαχείριση των Α.Σ.Α. στην Ελλάδα ”	21
3.1 Παραγωγή των ΑΣΑ στην Ελλάδα.....	21
3.2 Ποιοτική Σύσταση των ΑΣΑ	21
3.3 Διαχείριση των ΑΣΑ στην Ελλάδα	23
3.3.1 Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμάτων (Χ.Υ.Τ.Α).....	23
3.3.2 Ανάκτηση βιοαερίου και παραγωγή ενέργειας.....	23
3.3.3 Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	25
4^ο Κεφάλαιο “Μέθοδοι τεχνικών διαχείρισης των Α.Σ.Α.”	27
4.1 Εισαγωγή	27
4.2 Μονάδες Μηχανικής και Βιολογικής Επεξεργασίας.....	28
4.3 Μέθοδοι μηχανικής επεξεργασίας.....	29
4.4 Βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας.....	31
4.4.1 Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία (Κομποστοποίηση).....	32

4.4.1.1	Αερόβια Μηχανική –Βιολογική Επεξεργασία.....	33
4.4.1.2	Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης.....	33
4.4.2	Αναερόβια βιολογική επεξεργασία – Αναερόβια ζύμωση.....	34
4.4.2.1	Αναερόβια Μηχανική Επεξεργασία.....	35
4.4.2.2	Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης.....	36
4.4.3	Βιολογική Ξήρανση.....	36
4.5	Θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας.....	36
4.5.1	Αποτέφρωση – Καύση.....	37
4.5.1.1	Καύση με αποτεφρωτή κινούμενων εσχάρων.....	39
4.5.1.2	Καύση με αποτεφρωτή περιστρεφόμενου κλιβάνου.....	40
4.5.1.3	Καύση με αποτεφρωτή ρευστοποιημένης κλίνης.....	42
4.5.2	Πυρόλυση.....	43
4.5.3	Αεριοποίηση.....	45
5 ° Κεφαλαίο “Αξιολόγηση των δυνατοτήτων για την ανάκτηση ενέργειας από απόβλητα στα ελληνικά νησιά”		48
5.1	Εισαγωγή.....	48
5.2	Διασυνδέσεις νησιών.....	49
5.3	Αξιολόγηση των πιθανών τρόπων ανάκτησης ενέργειας στα ελληνικά νήσια.....	52
5.3.1	Σαρωνικός κόλπος.....	53
5.3.2	Βόρειο Αιγαίο.....	53
5.3.3	Νότιο Αιγαίο (Κυκλάδες και Δωδεκάνησα).....	55
5.3.4	Σποράδες.....	56
5.3.5	Ιόνιο (Επτάνησα).....	56
6 ° Κεφαλαίο Συμπεράσματα		60
Βιβλιογραφία.....		62

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 1.1 Οι λειτουργίες της διαχείρισης των ΑΣΑ και η σχέση μεταξύ τους.
- Σχήμα 1.2 Ιεραρχία διαχείρισης των ΑΣΑ
- Σχήμα 2.1 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στην Αυστρία
- Σχήμα 2.2 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στην Αυστρία το 2009
- Σχήμα 2.3 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στη Γαλλία
- Σχήμα 2.4 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στη Γαλλία το 2009
- Σχήμα 2.5 Τρόποι Διαχείρισης τέφρας από τα ΑΣΑ το 2002
- Σχήμα 2.6 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στη Γερμανία
- Σχήμα 2.7 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στη Γερμανία το 2009
- Σχήμα 2.8 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στη Δανία
- Σχήμα 2.9 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στη Δανία το 2009
- Σχήμα 2.10 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στην Ελβετία
- Σχήμα 2.11 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στην Ελβετία το 2009
- Σχήμα 2.12 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στην Ελλάδα το 2009
- Σχήμα 2.13 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στο Ηνωμένο Βασίλειο
- Σχήμα 2.14 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στο Ηνωμένο Βασίλειο το 2009
- Σχήμα 2.15 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στη Πορτογαλία
- Σχήμα 2.16 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στη Πορτογαλία το 2009
- Σχήμα 2.17 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στη Σουηδία
- Σχήμα 2.18 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στη Σουηδία το 2009
- Σχήμα 3.1 Μέση κατά βάρος σύνθεση ΑΣΑ στην Ελλάδα
- Σχήμα 3.2 Η ποιοτική σύσταση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων για τις 13 Περιφέρειες της Ελλάδος.
- Σχήμα 3.3 Κατώτερη θερμογόνο τιμή (MJ/kg) διαφόρων κλασμάτων των ΑΣΑ
- Σχήμα 3.4 . Ιεραρχία αειφόρου διαχείρισης απορριμμάτων.
- Σχήμα 4.1 Κύκλος διαχείρισης ΑΣΑ
- Σχήμα 4.2 Τυπική μονάδα αποτέφρωσης αποβλήτων.
- Σχήμα 4.3 Σύστημα ελέγχου εκπομπών για έλεγχο σωματιδίων, HCl, HF, SO₂, διοξινών και βαρέων μετάλλων.
- Σχήμα 4.4 Εγκατάσταση καύσης ΑΣΑ με κινούμενη εσχάρα.
- Σχήμα 4.5 Αποτεφρωτής κινούμενων εσχάρων.
- Σχήμα 4.6 Καύση με περιστρεφόμενο κλίβανο.
- Σχήμα 4.7 Αποτεφρωτής περιστρεφόμενου κλιβάνου
- Σχήμα 4.8 Αποτεφρωτής ρευστοποιημένης κλίνης.
- Σχήμα 4.9 Διεργασία Πυρόλυσης
- Σχήμα 4.10 Αεριοποίηση ΑΣΑ
- Σχήμα 4.11 Διεργασία Αεριοποίησης
- Σχήμα 5.1. Οι διασυνδέσεις των νησιών στο Σαρωνικό
- Σχήμα 5.2 Οι διασυνδέσεις των νησιών στο Βόρειο Αιγαίο.
- Σχήμα 5.3 Οι διασυνδέσεις των νησιών στις Κυκλάδες
- Σχήμα 5.4. Οι διασυνδέσεις των νησιών Δωδεκάνησα
- Σχήμα 5.5 Οι διασυνδέσεις των νησιών στις Σποράδες
- Σχήμα 5.6 Οι διασυνδέσεις στο Ιόνιο Πέλαγος
- Σχήμα 5.7 Παραγωγή αστικών αποβλήτων (kg / κάτοικο) στην Ελλάδα 1997 με 2007

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 2.1 Παραγωγή ΑΣΑ ανά κάτοικο και διαχείριση στην ΕΕ των 27 το 2009.
- Πίνακας 2.2 Μέση χωρητικότητα μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης χιλιάδες τόνοι ανά έτος.
- Πίνακας 2.3 Ενεργειακή Ανάκτηση σε χώρες της Ευρώπης το 2004
- Πίνακας 2.4 Παραγωγή ενέργειας στην Γαλλία από την καύση των ΑΣΑ το 2002
- Πίνακας 3.1 Δυναμικότητα (τόνοι/έτος) και αριθμός Χ.Υ.Τ.Α. και ΧΑΔΑ ανά Περιφέρεια (τα στοιχεία συλλέχθηκαν από τους Περιφερειακούς Σχεδιασμούς Διαχείρισης Απορριμμάτων και από το Υπουργείο Εσωτερικών , και η επικαιροποίηση τους έγινε από τις Διευθύνσεις Διαχείρισης Απορριμμάτων των Περιφερειών και τους Φο.Δ.Σ.Α.)
- Πίνακας 3.2 Εργοστάσια ανάκτησης βιοαερίου απο ΧΥΤΑ και παραγωγή ενέργειας
- Πίνακας 3.3 . Ωφέλειες από την αντικατάσταση πρώτων υλών με υλικά ανακύκλωσης
- Πίνακας 3.4 Συνοπτικά στοιχεία παραγωγής και διάθεσης Α.Σ.Α. στην Ελλάδα.
- Πίνακας 4.1 Βασικά είδη ΜΒΕ.
- Πίνακας 4.1 Τεχνολογίες προετοιμασίας αποβλήτων.
- Πίνακας 4.2 Τεχνολογίες διαχωρισμού αποβλήτων.
- Πίνακας 5.1 Κατανομή του πληθυσμού της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου ανά νομό
- Πίνακας 5.2 ποιοτική σύσταση των ΑΣΑ της Περιφέρειας Β.Αιγαίου
- Πίνακας 5.3. Μόνιμος και πραγματικός πληθυσμός Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου
- Πίνακας 5.4 Ποιοτική σύσταση Α.Σ.Α. Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου.
- Πίνακας 5.5 Μόνιμος πληθυσμός στις Σποράδες
- Πίνακας 5.6. Κατανομή πληθυσμού ανά νομό στην Περιφέρεια Ιονίων νήσων
- Πίνακας 5.7. Ετήσια παραγωγή απορριμμάτων Περιφέρειας Ιονίων νήσων από τον πραγματικό και εποχιακό πληθυσμό, έτος 2006.
- Πίνακας 5.8 Μέση ποιοτική σύσταση ΑΣΑ Περιφέρειας Ιονίων Νήσων.
- Πίνακας 5.9. Ποσοστό ανακύκλωσης υλικών συσκευασίας Ιονίων νήσων (έτος 2005).
- Πίνακας 5.10. Προτεινόμενες ΜΒΤ και WTE εγκαταστάσεις για ανάκτηση ενέργειας σε νησιά του Αιγαίου και του Ιόνιου Πελάγους.

SUMMARY

The European Union Landfill Directive (1999/31 EC) requires reducing the amount of wastes landfilled by means of recycling, composting and energy recovery. Accordingly, the member states are gradually adopting Waste-to-Energy (WTE) and also mechanical-biological treatment (MBT) methods for the recovery of energy and materials from municipal solid wastes (MSW) and non-hazardous industrial wastes. WTE facilities can combust either as-received MSW (stoker or "mass burn" technology) or pre-processed "refuse-derived" fuels (RDF or SRF). The latter have higher calorific values and can be used both in dedicated WTE plants and as fuel substitutes in cement kilns and coal-fired power plants. Where the waste quantities and the land of the regions are adequate, the design and implementation of such facilities seems to be easier. In the case of island communities the design and implementation of such facilities seems rather difficult. The main problems in the islands are the lack of suitable infrastructure, the seasonal fluctuations of population that contribute in the production of waste, the climatic conditions, the lack of sufficient ground and the costly transport of materials with the continental country.

Greece has 6,000 islands, islets and rocks. Of all these islands only 127 are inhabited and only 79 of them have a population of more than 100 residents. Waste management in the islands is one of the problems facing not only Greece but all countries which have island clusters. Greece is a representative example, because 15% of the country population is living in them permanently. These islands usually use landfills controlled or even uncontrolled as MSW management method. For the produced biogas usually there is only one simple burning system without energy recovery and in many cases the biogas is freely released in the environment through some filters, without been burned. As it can be understood this is not environmental friendly way to treat the MSW, and the impact on the environment is quite significant, considering the small lands, the ecosystems and the produced pollution.

This work focuses in this problem and examines the potential for energy recovery from wastes in island communities of Aegean Sea, through the production of waste derived fuels (RDF/SRF) and if possible through combined mass-burn and RDF power plants. The evaluation results quantify the potential benefits from the implementation of distributed small RDF/SRF plants located at several islands. This way the weight and volume of MSW processed will be reduced resulting increased lifetime for the existing landfills and at the same time a higher calorific value fuel will be produced. Then this fuel can be transported easier to a regional WTE facility located either to the mainland or to a strategically selected island directly connected. The advantage of such a configuration would be that a few WTE facilities strategically located, and a significant number of distributed small RDF/SRF plants, will reduce the waste pressure that exist on the island regions of Greece, in a way that will be more sustainable and may be less costly to implement. Since the evaluation was conducted considering all islands with population over 100 people, for all the islands that are not presented in this work seems that the less costly and more suitable MSW management method will be the recycling by separation at the source, while the organic fraction should be composted. Considering the fact that the lack of land in the islands, the EU legislation that prohibits the landfill of untreated wastes and the need for energy sources in the country - Greece imports diesel and other fuels to cover part of its energy needs, seems reasonable to propose facilities like MBT and WTE that treat wastes in a way that the MSW volume is significantly reduced, the EU legislation is followed and at the same time energy is produced either directly or indirectly in the form of secondary fuels.

Keywords: energy recovery from wastes; island communities; waste to energy; mass burn; RDF/SRF production and utilization; GHG emissions' reduction.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Ελλάδα έχει 6.000 νησιά, νησίδες και βραχονησίδες. Από όλα αυτά τα νησιά μόνο 127 είναι κατοικημένα και μόνο 79 από αυτά έχουν πληθυσμό πάνω από 100 κατοίκους. Η διαχείριση των αποβλήτων στα νησιά είναι ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει όχι μόνο την Ελλάδα αλλά και όλες τις χώρες που έχουν νησιωτικά συμπλέγματα. Η Ελλάδα είναι ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα, επειδή το 15% του πληθυσμού της χώρας ζει σε αυτές μόνιμα. Τα νησιά αυτά συνήθως χρησιμοποιούν τους χώρους υγειονομικής ταφής ελεγχόμενους ή μή ως μέθοδο διαχείρισης των στερεών αστικών αποβλήτων. Όπως μπορεί να γίνει κατανοητό αυτός δεν είναι φιλικός προς το περιβάλλον τρόπος για την αντιμετώπιση των ΑΣΑ, και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι αρκετά σημαντικές, λαμβάνοντας υπόψη τα μικρά εδάφη, τα οικοσυστήματα και την παραγόμενη ρύπανση.

Η οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης περί υγειονομικής ταφής (1999/31 ΕΚ), απαιτεί τη μείωση του ποσού των αποβλήτων στους χώρους υγειονομικής ταφής με ανακύκλωση, λιπασματοποίηση και ανάκτηση ενέργειας. Κατά συνέπεια, τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα σε μια σταδιακή υιοθέτηση μεθόδων για την ανάκτηση ενέργειας και των υλικών από τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ), με κατασκευή μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης, με μηχανικές-βιολογικές μεθόδους επεξεργασίας (ΜΒΕ) για την ανάκτηση της ενέργειας και των υλικών από τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) και τα μη - επικίνδυνα βιομηχανικά απόβλητα. Οι εγκαταστάσεις ενεργειακής αξιοποίησης μπορούν να χρησιμοποιούν σαν καύσιμο, είτε τα λαμβανόμενα ΑΣΑ με ολική καύση, είτε τα προεπεξεργασμένα (παράγωγα απορριμμάτων) καύσιμα (RDF ή SRF). Τα τελευταία έχουν υψηλότερες θερμογόνες τιμές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις ειδικές εγκαταστάσεις ενεργειακής αξιοποίησης αλλά και ως υποκατάστατα καυσίμων στους κλιβάνους τσιμέντου και στις λιγνιτικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας.

Στην εργασία αυτή εξετάζεται η δυνατότητα ανάκτησης ενέργειας από απόβλητα σε νησιωτικές κοινότητες του Αιγαίου και του Ιονίου, με έμφαση στην παραγωγή δευτερογενών καυσίμων (RDF / SRF) που παράγονται από απόβλητα, καθώς και την καύση αυτών σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των παραμέτρων αυτών, μας δίνουν τη δυνατότητα για την υλοποίηση ενός πλάνου όπου θα έχει μικρές κατανεμημένες μονάδες RDF / SRF, όπου θα βρίσκονται σε διάφορα νησιά μειώνοντας το βάρος των ΑΣΑ με επεξεργασία και, παραγωγή καυσίμων με υψηλότερη θερμογόνο αξία. Κατά αυτό το τρόπο στη συνέχεια θα μπορούν να μεταφερθούν ευκολότερα σε μια περιφερειακή μονάδα ενεργειακής αξιοποίησης Waste to Energy (WTE), που βρίσκεται είτε στην ηπειρωτική χώρα ή σε ένα στρατηγικά επιλεγμένο νησί όπου θα συνδέονται άμεσα. Το πλεονέκτημα μιας τέτοιας ρύθμισης θα είναι ότι μερικές ενεργειακής αξιοποίησης σε στρατηγικά σημεία, καθώς και ένας σημαντικός αριθμός μονάδων RDF / SRF, θα μειώσει την πίεση της διαχείρισης των αποβλήτων που υπάρχουν στις νησιωτικές περιφέρειες της Ελλάδας, με έναν τρόπο που θα είναι πιο βιώσιμη και μπορεί να είναι λιγότερο δαπανηρή εφαρμογή από πολλές μικρές μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης WTE.

Λέξεις κλειδιά: ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων, νησιωτικές κοινότητες, , καύση, RDF/ SRF, Α.Σ.Α.(αστικά στερεά απόβλητα), μηχανικές-βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας (ΜΒΕ), μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΤΑ ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ”

1.1 Εισαγωγή

Σήμερα, μία από τις κυριότερες απειλές για το περιβάλλον είναι η αυξανόμενη παραγωγή αποβλήτων. Η αυξημένη παραγωγή αποβλήτων μπορεί να προβληθεί, ως μια αυξανόμενη τάση στις πιο σύγχρονες κοινωνίες που προκλήθηκε εν μέρει από την συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση πόρων.

Κάθε ανθρωπογενής δραστηριότητα, όπως βιομηχανίες, οργανισμοί, νοικοκυριά ή άτομα, συμβάλλουν κατά ένα τρόπο στη παραγωγή αποβλήτων. Τα αποβλήτα λοιπόν αντιπροσωπεύουν ένα ιδιαίτερα περίπλοκο ζήτημα όχι μόνο προκαλώντας πολλούς διαφορετικούς τύπους σοβαρής ρύπανσης, αλλά συνδέονται επίσης με πολλά διαφορετικά συμφέροντα κοινωνικά, οικονομικά καθώς και πολιτικά. Διαφορετικά συμφέροντα που πολύ συχνά συνδέονται με διαφορετικές απόψεις επί του θέματος.

Η διαχείριση των αποβλήτων είναι ένα πολύ πολύπλοκο σημαντικό περιβαλλοντικό, πρόβλημα που απασχολεί όχι μόνο τη χώρα μας αλλά και άλλες ευρωπαϊκές ή μη, χώρες. Ο τρόπος της παραγωγής των στερεών απορριμμάτων και της διαχείρισης αυτών επηρεάζει την κοινωνία και την οικονομία.

Η παραγωγή αποβλήτων στην Ε.Ε. εκτιμάται σε πάνω από 1,4 δισεκατομμύρια τόνους ετησίως. Τα Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ) αντιπροσωπεύουν έναν από τους βασικούς τύπους αποβλήτων λόγω του πεδίου εφαρμογής και της μεταβαλλόμενης σύνθεσης τους, που αυξάνεται με ρυθμό ανάλογο με την οικονομική ανάπτυξη. Για παράδειγμα το ΑΕΠ και τα αστικά αποβλήτα αυξήθηκαν κατά 19% μεταξύ του 1995 και του 2003, που αντιστοιχεί σε αύξηση από 204 εκατομμύρια τόνους, ισοδύναμο με 457 κιλά κατά κεφαλήν, σε 241 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμο με 534 κιλά ανά κάτοικο ανά έτος.

Ο ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) προβλέπει ότι τα ΑΣΑ θα αυξηθούν κατά περίπου 43% μεταξύ του 1995 και το 2020, ενώ ο ΕΟΧ (Ευρωπαϊκός Οικονομικός Χώρος) υπολογίζει περίπου 20% χαμηλότερο εντός της ίδιας προθεσμίας. Παρά την αβεβαιότητα σχετικά με το πιο ακριβές ποσοστό αύξησης, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι ποσότητες των στερεών αστικών αποβλήτων αυξάνονται σημαντικά.

Η χρήση των αποβλήτων, σαν πόρος αντί για ένα τερματικό προϊόν, καθίσταται ολοένα και πιο δημοφιλής, και μεταξύ άλλων προωθείται στο 6ο περιβαλλοντικού σχέδιο δράσης της Επιτροπής της Ε.Ε. Έτσι η κατανόηση των αποβλήτων αποκλειστικά ως ένα δαπανηρό πρόβλημα φαίνεται να είναι σταδιακά μεταβαλλόμενο, παράλληλα με την πρόοδο μέσα από τις τεχνολογίες επεξεργασίας και ανακύκλωσης των αποβλήτων. Από τη μία πλευρά, αυτό σημαίνει μεγαλύτερη επικέντρωση στις δυνατότητες των «απόβλητων» που επανεισέρχονται στον κύκλο παραγωγής, ώστε με αυτόν τον τρόπο να έχουμε εξοικονόμησης ενέργειας ή/και πολύτιμη πρώτη ύλη. [1]

Από την άλλη πλευρά, έχουμε πολύ δρόμο να διανύσουμε, δεδομένου ότι περίπου 20 χρόνια πριν αλλά ακόμα και σήμερα, η ταφή των απορριμμάτων ήταν και είναι, η μοναδική μέθοδος για την τελική διάθεση των αποβλήτων στην Ελλάδα καθώς και άλλων ευρωπαϊκών χωρών. Ωστόσο, λόγω των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων της υγειονομικής ταφής, αλλά και του όγκου των απορριμμάτων, εισήχθησαν πολλές περιβαλλοντικές πρωτοβουλίες προκειμένου να σταματήσει.

Οι πρωτοβουλίες αυτές περιλαμβάνουν την εξέταση των αποβλήτων ως πηγής ενέργειας, με αποτέλεσμα να αναπτυχθούν τεχνικές διαχείρισης στερεών αποβλήτων για την αντιμετώπιση του προβλήματος αλλά με λύσεις, που θα πρέπει να είναι περιβαλλοντικά

ορθές, τεχνικά άρτιες και αξιόπιστες καθώς και οικονομικά βιώσιμες. Το σημαντικό στην διαχείριση των αποβλήτων είναι πώς θα οργανώσουμε ορθά όλους τους παραπάνω παράγοντες ώστε να λάβουμε τα καλύτερα αποτελέσματα σε κάθε τομέα.

Η μελέτη αυτή θα εξετάσει το ζήτημα της εφαρμογής μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης για την διαχείριση στερεών αποβλήτων στα ελληνικά νησιά, όπου η υγειονομική ταφή είναι το κύριο είδος της διαχείρισης των αποβλήτων για τα τελευταία είκοσι χρόνια.

1.2 Βασικές έννοιες και ορισμοί

1.2.1 Στερεά Απόβλητα

Στερεά απόβλητα είναι τα ανεπιθύμητα και άχρηστα τμήματα των δραστηριοτήτων των ζώων και του ανθρώπου που είναι βασικά στερεά. Αυτά μπορεί να προκύψουν από γεωργικές, βιομηχανικές και κοινωνικές δραστηριότητες. Τα στερεά απόβλητα είναι ένα επακόλουθο της ζωής.

Όταν εμφανίστηκε αρχικά ο άνθρωπος στη γη απλά άρχισε να καταναλώνει τους πόρους της. Το μεγαλύτερο πρόβλημα άρχισε να δημιουργείται από τότε που ο άνθρωπος άρχισε να ζει σε κοινωνίες. Με τη πάροδο των χρόνων λόγω της αλλαγής των προτύπων και της εξέλιξης ο άνθρωπος καταναλώνει περισσότερα από όσα χρειάζεται, αυξάνοντας την ποσότητα των στερεών αποβλήτων, καθώς και την τοξικότητά τους. Η συλλογή, αποθήκευση και η διάθεση των στερεών αποβλήτων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ανθρώπινη υγεία.

Επίσης τα οικολογικά προβλήματα από τη παραγωγή των στερεών αποβλήτων, όπως η μόλυνση και η ρύπανση του εδάφους, του νερού και του αέρα είναι εξίσου σημαντικά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι χώροι ταφής όπου τα υπολείμματα από τα στραγγίσματα δε μολύνουν μόνο την επιφάνεια αλλά και τον υδροφόρο ορίζοντα.

1.2.2 Αστικά στερεά απόβλητα

Το τμήμα των στερεών αποβλήτων που παράγονται από ένα δήμο (οικιακά, μη επικίνδυνα βιοτεχνικά, συσκευασίες) ονομάζονται αστικά στερεά απόβλητα. Περιλαμβάνει συσκευασίες, απορρίμματα τροφίμων, φιαλών, γυαλί, κουτιά, χαρτιά και πράσινα απόβλητα (κλαδιά δένδρων, υπολείμματα φυτών, κήπων κλπ.), είναι αυτά που είναι ανεπιθύμητα και άχρηστα για όλους τους κατοίκους κατά τη διάρκεια της ζωής τους.

Σε πολλές τεχνολογικές κοινωνίες, μετά τη βιομηχανική επανάσταση το πρόβλημα των στερεών αποβλήτων εμφανίστηκε λόγω αλλαγής του καταναλωτικού προτύπου της κοινωνίας.

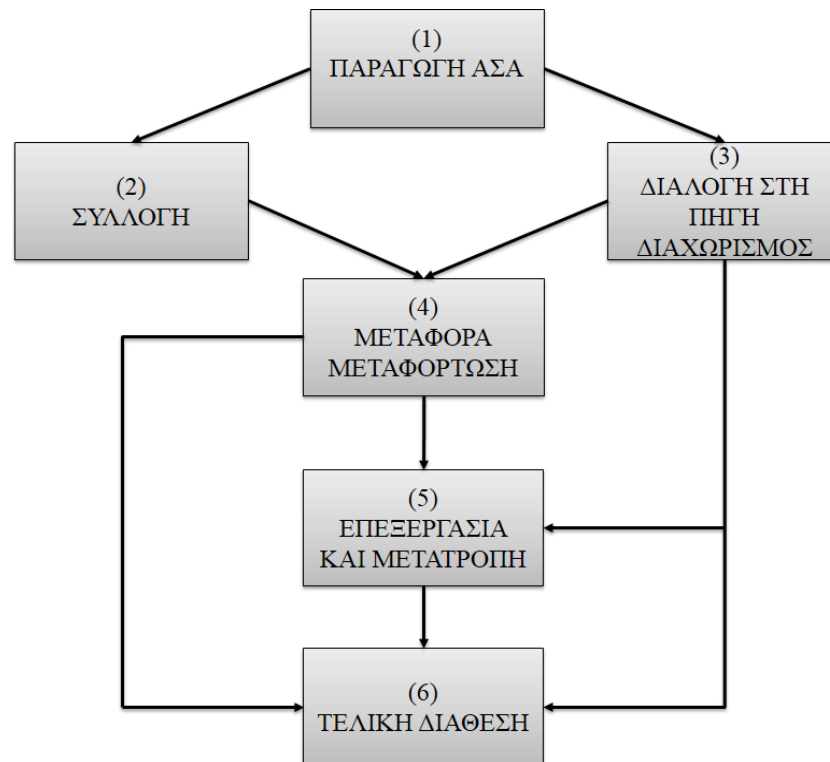
Ο μεγαλύτερος όγκος των ΑΣΑ είναι συσκευασίες που συνήθως χρησιμοποιούνται για πολλά αγαθά στη καθημερινότητά μας. Η χρήση του πλαστικού και του χαρτονιού που θεωρούνται ως τα βασικά υλικά συσκευασίας, αποτελούν τα κύρια αίτια της αυξανόμενης ποσότητας αποβλήτων.

1.2.3 Διαχείριση ΑΣΑ

Η διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων μπορεί να οριστεί από όλες τις προσπάθειες εκείνες που συνδέονται με τα στερεά απόβλητα και είναι η αποθήκευση, συλλογή, μεταφορά, διαχωρισμός, επεξεργασία και τελική διάθεση.[2]

Η διαχείριση στερεών αποβλήτων είναι χωρισμένη σε 6 λειτουργίες όπως φαίνονται στο παρακάτω Σχήμα 1.1.

Σχήμα 1.1 Οι λειτουργίες της διαχείρισης των ΑΣΑ και η σχέση μεταξύ τους.



Οι λειτουργίες της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει (1) παραγωγή ΑΣΑ, (2) συλλογή, (3) διαλογή στη πηγή, διαχωρισμός, (4) μεταφορά, μεταφόρτωση, (5) επεξεργασία και μετατροπή, (6) τελική διάθεση.

1.2.3.1 Παραγωγή ΑΣΑ

Όλες εκείνες οι δραστηριότητες που προκαλούν την απόρριψη άχρηστου και ανεπιθύμητου υλικού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, της κατασκευής, της διανομής και της κατανάλωσης, ορίζονται ως παραγωγή αποβλήτων.

1.2.3.2 Επεξεργασία ΑΣΑ, αποθήκευση και διαλογή στη πηγή

Αυτή είναι η διαδικασία κατά την οποία διαχωρίζονται τα ΑΣΑ με τη διαλογή στην Πηγή» όπου είναι η διαδικασία/τεχνική της ανακύκλωσης με την οποία επιτυγχάνεται ανάκτηση χρήσιμων υλικών πριν αυτά αναμειχθούν με την υπόλοιπη μάζα των απορριμμάτων. Στη συνέχεια αποθηκεύονται σε containers ώστε να μεταφερθούν για περαιτέρω επεξεργασία.

1.2.3.3 Συλλογή

Συλλογή είναι το έργο που περιλαμβάνει τη συλλογή των στερεών αποβλήτων και διαχωρισμένου υλικού, αλλά και μεταφορά τους στα οχήματα. Πάντα το κόστος αυτής της λειτουργίας είναι πολύ υψηλό. Η απόσταση από το σταθμό μεταφόρτωσης, καθώς και η ποσότητα των αποβλήτων είναι οι σημαντικοί παράγοντες σε αυτήν την λειτουργία.

1.2.3.4 Διαχωρισμός επεξεργασία και μετατροπή ΑΣΑ

Διαχωρισμός και επεξεργασία είναι οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την ανάκτηση και την ανακύκλωση των διαχωρισμένων αποβλήτων. Γίνεται χειροκίνητα ή με μηχανήματα

τεμαχισμού, με μαγνήτες για το διαχωρισμό των σιδηρούχων και για τη μείωση του όγκου με συμπίεση ή με τη καύση.

Μετατροπή είναι η μείωση του όγκου και του βάρους των αποβλήτων πριν από την απόρριψη με χημική ή βιολογική επεξεργασία. Η παραγωγή βιοαερίου κατά τη διάρκεια της αναερόβιας χώνευσης είναι ένα σαφές παράδειγμα αυτής της λειτουργίας.

1.2.3.5 Μεταφορά- Μεταφόρτωση

Είναι η μέθοδος εκείνη όπου μεταφέρονται τα ΑΣΑ από τους σταθμούς συλλογής στους σταθμούς επεξεργασίας ή διάθεσης με φορτηγά ή άλλα μέσα.

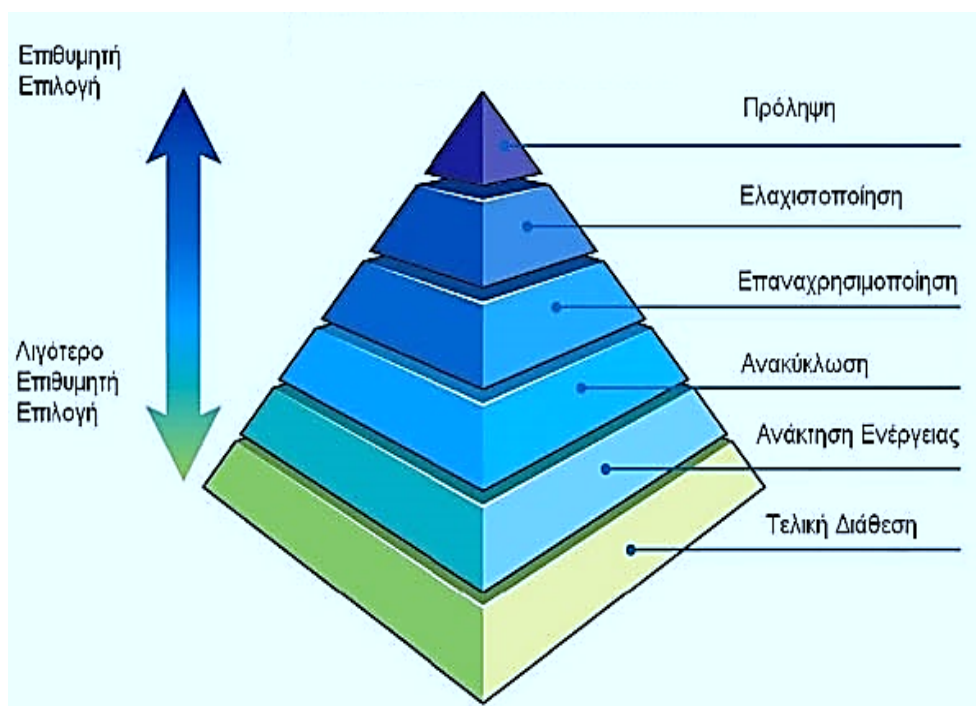
1.2.3.6 Τελική διάθεση

Αυτό είναι το τελικό βήμα της διαχείρισης των ΑΣΑ. Μερικά υλικά μεταφέρονται απευθείας σε ΧΥΤΑ ενώ τα ανακυκλώσιμα και τα δευτερογενή παράγωγα που δημιουργούνται από την επεξεργασία πάνε για επαναχρησιμοποίηση.

1.3 Ιεραρχία της Διαχείρισης των ΑΣΑ

Ο σημαντικός παράγοντας στη διαχείριση αποβλήτων είναι να κατανοήσουμε ποια εφαρμογή είναι πιο σημαντική από την άλλη, έτσι η ιεραρχία στη διαχείριση αποβλήτων είναι αρκετά σημαντική. Η πρόληψη, η ελαχιστοποίηση, η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση, η ανάκτηση ενέργειας και τελική διάθεση είναι τα στοιχεία της.

Σχήμα 1.2 Ιεραρχία διαχείρισης των ΑΣΑ



2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ Α.Σ.Α. ΣΤΗΝ Ε.Ε. ”

2.1 Οδηγία – Πλαίσιο για τα Στερεά Απόβλητα

Την ενθάρρυνση της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης των αποβλήτων, καθώς και την απλοποίηση της υφιστάμενης νομοθεσίας προωθεί ο προτεινόμενος νόμος – πλαίσιο για τα απόβλητα.

Πρόκειται για μια συνολική ρύθμιση η οποία ενσωματώνει τη σχετική κοινοτική οδηγία (2008/98/ΕΚ) και θεσπίζει διαδικασίες για την παραγωγή και διαχείριση των αποβλήτων ώστε να εξασφαλιστεί η ανθρώπινη υγεία και η προστασία του περιβάλλοντος.

Η πρωτοτυπία του σχεδίου νόμου για τα απόβλητα επικεντρώνεται κυρίως σε τρία ζητήματα:

- Πρώτον, αποσαφηνίζονται έννοιες και ορισμοί (τι είναι απόβλητο, ανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση κ. α.).
- Δεύτερον, η ενεργειακή αξιοποίηση των απορριμμάτων λογίζεται ως διαδικασία ανάκτησης και
- Τρίτον εισάγεται μια νέα προσέγγιση στη διαχείριση των αποβλήτων η οποία επικεντρώνεται στην πρόληψη.

Αξίζει να αναφερθεί ότι σε αυτό το πλαίσιο η Ελλάδα υποχρεούται να εκπονήσει πρόγραμμα πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων μέχρι τις 12 Δεκεμβρίου 2013.

Το σχέδιο του νόμου-πλαίσιου περιλαμβάνει ρυθμίσεις προηγούμενων οδηγιών. Καθιερώνει την ευθύνη του μελετητή, του παραγωγού, του κατόχου των αποβλήτων, των εμπόρων και των μεσιτών, ενώ θεσπίζει τις διαρκείς επιθεωρήσεις και τους ελέγχους με πλήρως κατανομημένους ρόλους μεταξύ των υπηρεσιών της κεντρικής διοίκησης, των αποκεντρωμένων διοικήσεων και των περιφερειών.

Παράλληλα καθορίζει διοικητικές, αστικές και ποινικές κυρώσεις σε όλους τους εμπλεκόμενους στη διαχείριση των αποβλήτων που παρανομούν και απλοποιεί τις διαδικασίες αδειοδότησης για τη διαχείριση των αποβλήτων.[3]

2.2 Αρχές Διαχείρισης των Αποβλήτων της Ε.Ε.

Η πολιτική της Ε.Ε. για τα αστικά απορρίμματα στηρίζεται στην έννοια της ιεραρχίας ως προς την διαχείριση των απορριμμάτων, με βάση την οποία οι διάφορες εναλλακτικές επιλογές διαχείρισης χαρακτηρίζονται από «βέλτιστες» ως «χειρίστες» από περιβαλλοντικής σκοπιάς. Οι επιλογές αυτές συνοψίζονται στις εξής :

- Πρόληψη της δημιουργίας απορριμμάτων και αποβλήτων.
- Ελαχιστοποίηση
- Επαναχρησιμοποίηση του προϊόντος.
- Ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών συμπεριλαμβανομένης και της κομποστοποίησης.
- Θερμική επεξεργασία (αποτέφρωση, πυρόλυση, αεριοποίηση)
- Διάθεση των υπολειμμάτων σε χώρο υγειονομικής ταφής.[3]

2.3 Η Στρατηγική της Ε.Ε. για τα Α.Σ.Α.

Στα πλαίσια του 6ου Προγράμματος Δράσης για το περιβάλλον για τα έτη 2002 - 2012 (The 6th Environment Action Programme of the European Community 2002 - 2012), η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε μια νέα στρατηγική για την πρόληψη και την ανακύκλωση

των αποβλήτων. Η μακροπρόθεσμη αυτή στρατηγική καθορίζει τους στόχους και περιγράφει τα μέσα με τα οποία η Ε.Ε. μπορεί να κινηθεί προς την κατεύθυνση της βελτίωσης της διαχείρισης των αποβλήτων.

Οι κύριοι στόχοι της πολιτικής της Ε.Ε. για τα απόβλητα, όπως αυτοί εκφράζονται μέσα από την προαναφερόμενη Θεματική Στρατηγική, είναι η μετάβαση στα υψηλότερα επίπεδα της ιεράρχησης διαχείρισης των αποβλήτων, και πιο συγκεκριμένα η πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων και η προώθηση της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και της ανάκτησης, ο τελικός στόχος είναι η μείωση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, στα πλαίσια της συμβολής στη μείωση των συνολικών αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση των πόρων. Με την επίτευξη του στόχου αυτού επιδιώκεται η μετατροπή της Ε.Ε. σε μια κοινωνία ανακύκλωσης.

Στη στρατηγική αναγνωρίζεται ότι η πρώτη Οδηγία - Πλαίσιο για τα στερεά απόβλητα, με τις ακόλουθες τροποποιήσεις της, παρείχε τις βάσεις για τη διαμόρφωση ενός ιδιαίτερα σημαντικού νομικού πλαισίου, το οποίο συνέβαλλε τα μέγιστα στη βελτίωση της κατάστασης αναφορικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Παρ' όλη όμως την επιτευχθείσα πρόοδο, δύο σημαντικά προβλήματα παρατηρούνται:

1. Η διαρκής αύξηση των παραγόμενων ποσοτήτων στερεών αποβλήτων, με ρυθμούς ανάλογους της οικονομικής ανάπτυξης. Οι τάσεις αυτές αναμένεται να συνεχιστούν και στο μέλλον.

2. Η αύξηση των ποσοτήτων των στερεών αποβλήτων τα οποία καταλήγουν σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ), παρά την αύξηση του ποσοστού της ανακύκλωσης και της αποτέφρωσης, ως συνέπεια των διαρκώς αυξανόμενων παραγόμενων ποσοτήτων.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, οι τάσεις αυτές οφείλονται κυρίως στην μη ικανοποιητική εφαρμογή της νομοθεσίας για τα απόβλητα, αλλά και λόγω της ύπαρξης ορισμένων στοιχείων της πολιτικής και του νομικού πλαισίου τα οποία χρήζουν βελτιώσεων.

Συνεπώς, μια από τις κυριότερες δράσεις στα πλαίσια της νέας στρατηγικής είναι ο εκσυγχρονισμός του υφιστάμενου νομικού πλαισίου, με την έμφαση να δίνεται αφενός στην πλήρη και αποτελεσματικότερη εφαρμογή της υπάρχουσας νομοθεσίας και αφετέρου στην απλοποίηση και στον εκσυγχρονισμό της, κυρίως διαμέσου της καθιέρωσης της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (Life Cycle Analysis) στη διαμόρφωση πολιτικής.[4,3]

2.4 Θέματα εφαρμογής

Ενώ το μεγαλύτερο μέρος της νομοθεσίας της ΕΕ έχει συμπεριληφθεί στις εθνικές νομοθεσίες, έχουν εντοπιστεί μια σειρά από κενά στην εφαρμογή. Εκτός από το γενικό στόχο της αποσύνδεσης της παραγωγής αποβλήτων από την οικονομική ανάπτυξη, η ΕΕ επέλεξε να επικεντρωθεί στην απόρριψη επικίνδυνων αποβλήτων στη θάλασσα και την εφαρμογή της οδηγίας περί υγειονομικής ταφής. Η οδηγία περί υγειονομικής ταφής ειδικότερα, περιλαμβάνει μερικές από τις μεγαλύτερες διαρθρωτικές αλλαγές των διαδικασιών διαχείρισης των αποβλήτων καθώς και της εκτροπής των συγκεκριμένων αποβλήτων από τους χώρους υγειονομικής ταφής, όπως τα οργανικά απόβλητα, τα υλικά συσκευασίας, τα ελαστικά και ηλεκτρονικές συσκευές. Αυτοί οι τομείς εστίασης έχουν επιλεγεί, καθώς εκτιμάται ότι αποτελούν το μεγαλύτερο κίνδυνο για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι ποσότητες των ΑΣΑ αυξάνονται. Παρά το γεγονός ότι το ποσοστό των αστικών αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής έχει μειωθεί σε ορισμένα κράτη μέλη, αυτό αντισταθμίστηκε από τη γενική αύξηση της συνολικής παραγωγής αποβλήτων, με αποτέλεσμα την αργή ή και καθόλου μείωση της διάθεσης των αποβλήτων.

Ένας από τους κύριους στόχους της οδηγίας περί υγειονομικής ταφής, η επεξεργασία του οργανικού κλάσματος, δεν έχει ακόμη εφαρμοστεί σε πολλά από τα κράτη μέλη. Ένα άλλο

σημαντικό μέρος της οδηγίας, αφορά τη σωστή διαχείριση των χώρων υγειονομικής ταφής. Ωστόσο, είναι δύσκολο να εκτιμηθεί ο ακριβής αριθμός των παράνομων χωματερών, λόγω της έλλειψης δεδομένων και διαφορετικούς ορισμούς της έννοιας της παράνομης υγειονομικής ταφής.

Όσον αφορά το ποσοστό ανακύκλωσης αστικών αποβλήτων, είναι σχετικά σε αύξηση. Η ποσότητα των ανακυκλωμένων ΑΣΑ σχεδόν διπλασιάστηκε μεταξύ του 1995 και του 2003 για να φτάσει 82,3 εκατομμύρια τόνους. Ωστόσο, καθώς αυξάνονται τα ΑΣΑ την ίδια στιγμή, αυτό δεν οδηγεί σε πραγματική μείωση των αποβλήτων. Παρά το γεγονός ότι, στο πλαίσιο της πολιτικής έχει συμβάλει στην ώθηση της τεχνολογικής ανάπτυξης της διαχείρισης των αποβλήτων προς τα εμπρός, το 50-60% των αποβλήτων στην ΕΕ εξακολουθεί να απορρίπτονται σε χώρους υγειονομικής ταφής.

2.5 Διαχείριση των Α.Σ.Α. στην Ε.Ε.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27 κρατών μελών παρατηρείται μια συνεχής αύξηση στην ποσότητα των αστικών στερεών αποβλήτων που παράγονται. Κάποιες χώρες κάνουν δυνατές προσπάθειες για τον περιορισμό των αστικών στερεών αποβλήτων τους, όπως η Νορβηγία. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει σταθεροποιήσει την παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων την τελευταία δεκαετία ενώ όλη η Ευρώπη έχει ανοδικές τάσεις, λόγω της παρουσίας αναπτυσσόμενων κρατών.

Η ενεργειακή αξιοποίηση των ΑΣΑ έχει γίνει μια σύγχρονη επιλογή διαχείρισης στην Ευρώπη. Κυρίως συναντάται σε βόρεια και ανεπτυγμένα κράτη. Αυτό το γεγονός έχει απλή εξήγηση. Η ανάγκη για θερμότητα στα βόρεια κράτη, λόγω ψύχους, είναι αυξημένη. Έπειτα η τεχνολογική ανάπτυξη και τα οικονομικά δεδομένα των κρατών αυτών, επιτρέπουν την χρήση μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης για την διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων, εφόσον θεωρείται ακριβή τεχνολογία για να κατασκευαστεί. Στην Κεντρική και Δυτική Ευρώπη είναι συνήθης πρακτική η ενεργειακή αξιοποίηση των ΑΣΑ, σε χώρες μεγάλες και πλούσιες, π.χ. την Γερμανία και την Γαλλία, αλλά και σε μικρότερες εξίσου πλούσιες, την Αυστρία και την Ελβετία. Επίσης υπάρχουν εγκαταστάσεις και σε νότια κράτη της Ευρώπης, στην Ισπανία, στην Πορτογαλία και στην Ιταλία, αλλά με ικανότητα παραγωγής μικρότερη από αυτή των βόρειων κρατών.[4]

Το μέγεθος των μονάδων καύσεως ποικίλει, μέσα στην Ευρώπη. Οι διαφορές αυτές έχουν να κάνουν κυρίως με τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται και με το είδος των αποβλήτων που επεξεργάζονται. Η μεγαλύτερη μονάδα καύσης στην Ευρώπη, έχει ικανότητα επεξεργασίας ενός εκατομμυρίου τόνων αποβλήτων το χρόνο. Παρακάτω παρουσιάζονται στοιχεία για τις μέσες χωρητικότητες των μονάδων καύσεως ανά χώρα, σύμφωνα με στοιχεία του 2003.

Πίνακας 2.1 Παραγωγή ΑΣΑ ανά κάτοικο και διαχείριση στην ΕΕ των 27 το 2009.

Χώρα	Ρυθμός παραγωγής (kg/κάτοικο)	ΧΥΤΑ	Καύση	Ανακύκλωση/ Κομποστοποίηση
Βουλγαρία	467	94%	-	6%
Λετονία	331	94%	1%	5%
Μάλτα	696	93%	-	7%
Λιθουανία	407	90%	-	10%
Κύπρος	770	87%	-	13%
Ελλάδα	453	81%	-	19%
Σλοβακία	332	77%	9%	14%
Ρουμανία	382	75%	-	25%
Ουγγαρία	453	74%	9%	17%
Σλοβενία	459	74%	2%	24%
Τσεχία	306	71%	11%	18%
Πολωνία	320	71%	1%	28%
Πορτογαλία	477	60%	20%	20%
Ιρλανδία	733	60%	3%	37%
Ισπανία	575	57%	9%	34%
Αγγλία	565	49%	11%	40%
Φιλανδία	522	51%	17%	32%
Ιταλία	561	49%	12%	39%
Εστονία	515	48%	1%	51%
Ελβετία	342	0%	49%	51%
Γαλλία	543	32%	33%	35%
Λουξεμβούργο	701	19%	35%	46%
Βέλγιο	493	5%	33%	62%
Δανία	802	4%	48%	48%
Αυστρία	601	1%	29%	70%
Σουηδία	515	1%	49%	50%
Γερμανία	581	8%	40%	52%
Ολλανδία	622	1%	33%	66%

Πίνακας 2.2 Μέση χωρητικότητα μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης χιλιάδες τόνοι ανά έτος.

Χώρα	Ποσότητα
Αυστρία	178
Βέλγιο	141
Δανία	114
Γαλλία	132
Γερμανία	257
Ιταλία	91
Ολλανδία	488
Πορτογαλία	390
Ισπανία	166
Σουηδία	136
Ηνωμένο Βασίλειο	246
Νορβηγία	60
Ελβετία	110
Μέση χωρητικότητα συνολικά	193

Παρακάτω δίνονται και τιμές για της ενεργειακή ανάκτηση από καύση των ΑΣΑ για το 2004. Η ενέργεια μπορεί να ανακτηθεί είτε ως ηλεκτρισμός, θερμότητα ή και ατμός. Αυτό εξαρτάται από ένα πλήθος παραγόντων, όπως την εγγύτητα σε κατοικημένες περιοχές για να διοχετευτεί η θερμότητα ή ο ηλεκτρισμός, αλλιώς την εγγύτητα σε βιομηχανίες για να πουληθεί ο παραγόμενος ατμός.

Πίνακας 2.3 Ενεργειακή Ανάκτηση σε χώρες της Ευρώπης το 2004

Χώρα	Ενέργεια που πουλήθηκε		
	Ατμός (τόνοι / έτος)	Ηλεκτρισμός (Mwh / έτος)	Θερμότητα (Mwh / έτος)
Αυστρία	1.596.587	23.412	844.200
Βέλγιο	566.645	460.390	69.324
Τσεχία	578.015	5.702	694.719
Δανία	-	1.183.653	6.156.051
Φιλανδία	-	-	104.700
Γαλλία	504.809	1.083.653	4.691.580
Γερμανία	1.856.267	3.905.450	8.327.206
Ηνωμένο Βασίλειο	-	439.625	51.459
Ουγγαρία	-	40.291	47.684
Ιταλία	-	1.855.245	509.498
Ολλανδία	2.118.344	2.010.257	659.818
Νορβηγία	207.000	132.593	1.076.679
Πορτογαλία	-	282.726	-

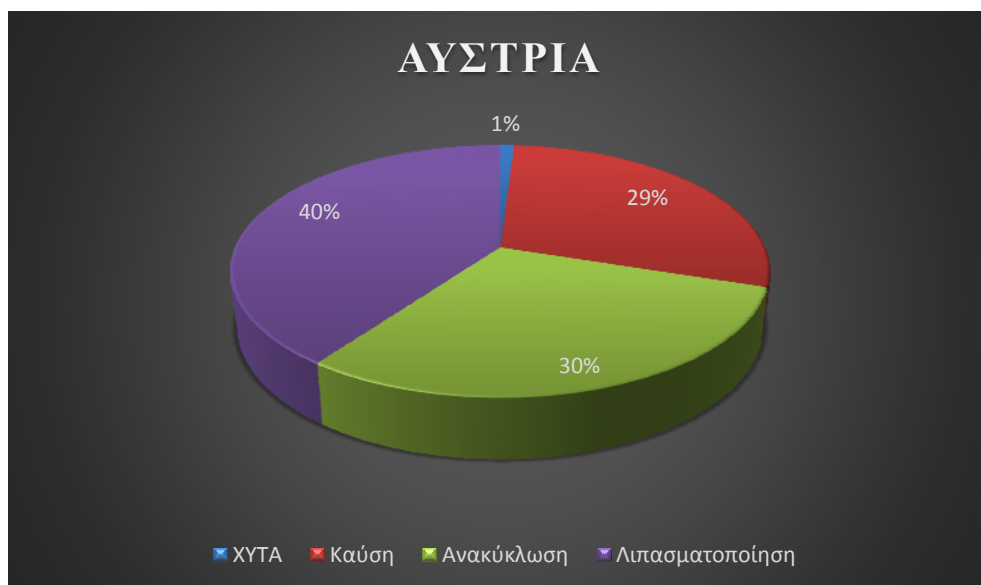
2.5.1 Αυστρία

Στην Αυστρία παρήχθησαν 4.941 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ, το 2009. Από αυτή την ποσότητα, 34 χιλιάδες τόνοι ΑΣΑ κατέληξαν σε ΧΥΤΑ, ποσοστό περίπου 1 %. Ακόμα, ένα μεγάλο ποσοστό 29 % περίπου των ΑΣΑ, 1.455 εκατομμύρια τόνοι, διατέθηκαν στις 9 εγκαταστάσεις ενεργειακής αξιοποίησης της χώρας . Ακόμα 1,49 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ ανακυκλώθηκαν, ποσοστό 30 % περίπου και 1.963 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ λιπασματοποιήθηκαν, ποσοστό 40 % περίπου. [5]

Σχήμα 2.1 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στην Αυστρία.



Σχήμα 2.2 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στην Αυστρία το 2009.



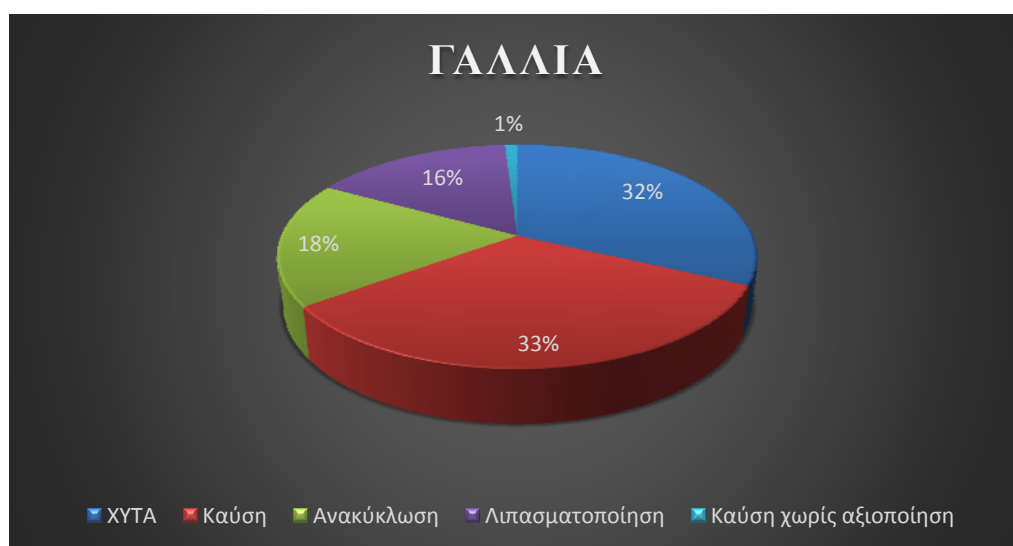
2.5.2 Γαλλία

Στην Γαλλία παρήχθησαν 34,504 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ το 2009. Από αυτή την ποσότητα, 11.115 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ κατέληξαν σε ΧΥΤΑ, ποσοστό περίπου 32%. Ακόμα, ένα μεγάλο ποσοστό 33 % περίπου των ΑΣΑ, 11.209 εκατομμύρια τόνοι, διατέθηκαν στις 129 εγκαταστάσεις καύσης της χώρας. Επίσης 492 χιλιάδες τόνοι κάηκαν χωρίς ενεργειακή ανάκτηση σε ποσοστό περίπου 1 %. Ακόμα 6,272 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ ανακυκλώθηκαν, ποσοστό 18 % περίπου και 5,366 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ λιπασματοποιήθηκαν, ποσοστό 16 % περίπου. [4,5]

Σχήμα 2.3 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στη Γαλλία.



Σχήμα 2.4 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στη Γαλλία το 2009.



Στην Γαλλία η ενεργειακή ανάκτηση γίνεται είτε με εγκαταστάσεις που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, είτε με εγκαταστάσεις που παράγουν θερμότητα, είτε με συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

Η ενέργεια που παρήγαγε η χώρα από τους αποτεφρωτήρες το 2002, ήταν 11. 657.855 MWh από την οποία οι 9.400.501 MWh ανακτήθηκαν αφού οι 2.557.354 MWh διατέθηκαν για τις ανάγκες των εγκαταστάσεων. Παρακάτω δίνονται και οι ποσότητες ενέργειας που παρήχθησαν και ανακτήθηκαν ανά είδος εγκατάστασης και το είδος της ενέργειας, ηλεκτρική ή θερμότητα.

Εκτός από ενέργεια οι εγκαταστάσεις καύσης των ΑΣΑ, παράγουν και τέφρα. Στην Γαλλία το 2002 παρήχθησαν 3,2 εκατομμύρια τόνοι τέφρας. Από την τέφρα αφαιρέθηκαν 95.400 τόνοι σιδήρου. Άλλοι 206.000 τόνοι σιδήρου είχαν αφαιρεθεί από τα ΑΣΑ ακριβώς πριν την καύση, δηλαδή 301.400 τόνοι σιδήρου μπόρεσαν να ανακυκλωθούν μόνο από την διαδικασία της καύσης.

Πίνακας 2.4 Παραγωγή ενέργειας στην Γαλλία από την καύση των ΑΣΑ το 2002

	Κατανάλωση Εγκατάστασης (MWh)	Ανάκτηση Πωλήσεις	Συνολική Παραγωγή
Καυστήρες Ηλεκτρισμού	182.629	1.034.437	1.217.066
Καυστήρες Θερμότητας	381.150	1.830.864	2.210.902
Καυστήρες Ηλεκτρισμού/ Θερμότητας			
ι) Ηλεκτρισμός	532.334	1.151.280	1.683.614
ίι) Θερμότητα	1.462.353	5.383.920	6.846.273
ίιι) Συνολική ενέργεια	1.994.687	6.535.200	8.529.887
Συνολικά			
ι) Ηλεκτρισμός	714.963	2.185.717	2.900.680
ίι) Θερμότητα	1.842.391	7.214.784	9.057.175
Συνολική ενέργεια	2.557.354	9.400.501	11957855

Οι νέες εγκαταστάσεις επεξεργασίας της τέφρας δέχονται το 65 % της συνολικής τέφρας των εγκαταστάσεων αποτέφρωσης, όπου η τέφρα μένει μέχρι να αδρανοποιηθεί πλήρως. Επίσης, το 20 % της τέφρας διατίθεται στις κατασκευές δρόμων ενώ μόνο το 15 % πηγαίνει σε ΧΥΤΑ.

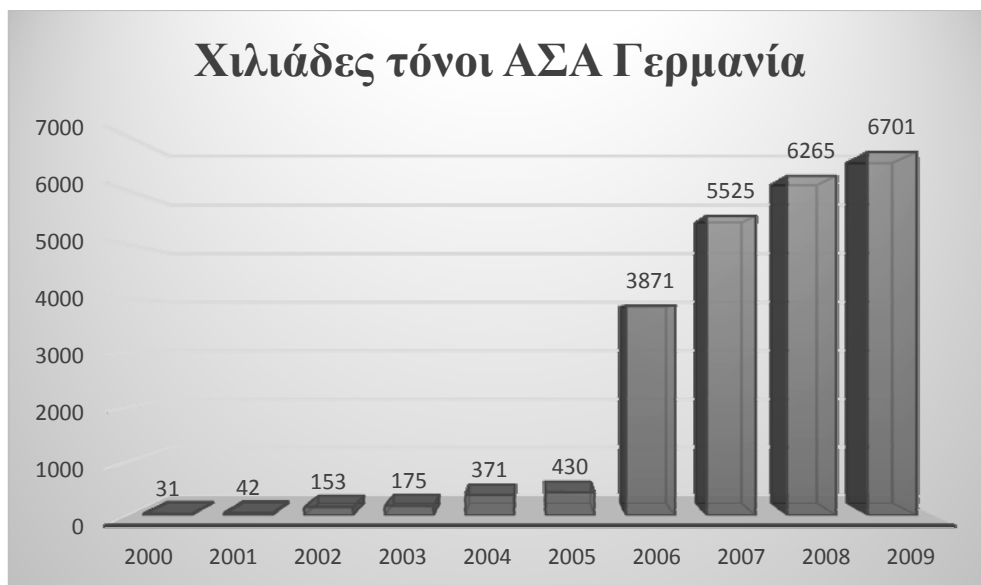
Σχήμα 2.5 Τρόποι Διαχείρισης τέφρας από τα ΑΣΑ το 2002.



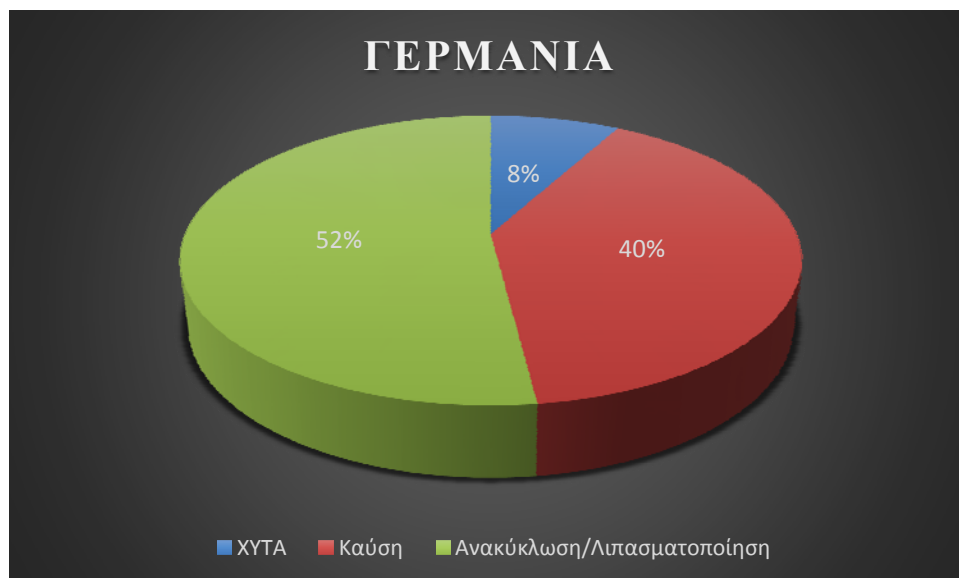
2.5.3 Γερμανία

Στην Γερμανία παρήχθησαν 48,101 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ, το 2009. Από αυτή την ποσότητα, 177 χιλιάδες τόνοι ΑΣΑ κατέληξαν σε ΧΥΤΑ, ποσοστό σχεδόν μηδενικό. Ακόμα, 15,535 εκατομμύρια τόνοι, ποσοστό 40 % περίπου των ΑΣΑ, διατέθηκαν στις 67 εγκαταστάσεις με ενεργειακή αξιοποίηση της χώρας. Ακόμα 22,421 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ ανακυκλώθηκαν, και 8,148 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ λιπασματοποιήθηκαν, ποσοστό συνολικά 52 % περίπου. [4,5]

Σχήμα 2.6 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στη Γερμανία.



Σχήμα 2.7 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στη Γερμανία το 2009 .



Στην Γερμανία ο όγκος των ΑΣΑ που κάηκε το 2006 ήταν 16 εκατομμύρια τόνοι σε σύνολο περίπου 46 εκατομμυρίων τόνων ΑΣΑ που παράχθηκαν. Από αυτή την ποσότητα

παράχθηκαν 6,3 τεραβατώρες (TWh) ηλεκτρισμού και 17,2 TWh θερμότητας. Αυτή η ενεργειακή ανάκτηση εξυπηρετεί 820.000 κατοίκους περίπου.

Η παραγωγή αυτής της ενέργειας από τα ΑΣΑ, αποτρέπει την παραγωγή τόνων CO₂ από άλλες μορφές καυσίμων. Υπολογίζεται ότι το περιβάλλον ωφελείται περίπου 4 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα ανά έτος.

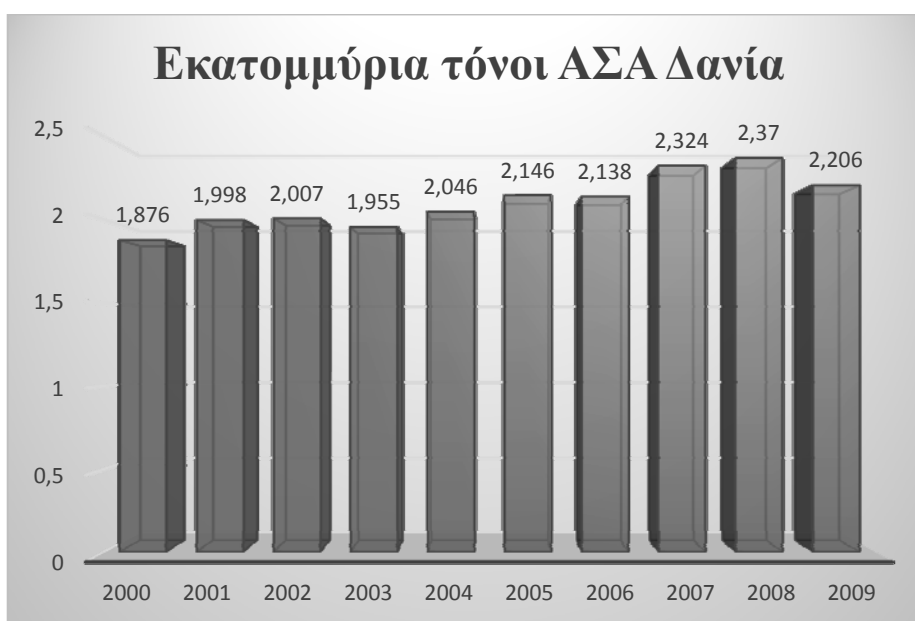
Τέλος, η τέφρα που παράγεται από την αξιοποίηση των ΑΣΑ χρησιμοποιείται στην γερμανική βιομηχανία και στην οικοδομή. Το ποσοστό των υπολειμμάτων που πηγαίνει στους ΧΥΤΑ είναι μικρό, αλλά υπάρχει και ένα αδιευκρίνιστο ποσοστό που δεν έχει καταγραφεί που πηγαίνει. Το μεγαλύτερο μέρος των υπολειμμάτων αξιοποιείται στην κατασκευή δρόμων.

2.5.4 Δανία

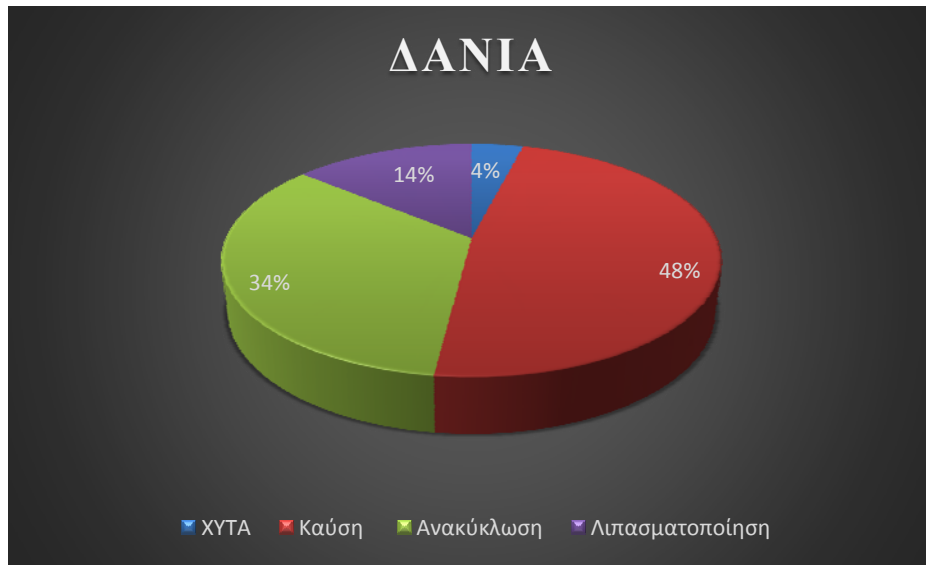
Στην Δανία παρήχθησαν 4,59 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ, το 2009. Από αυτή την ποσότητα, 177 χιλιάδες τόνοι ΑΣΑ κατέληξαν σε ΧΥΤΑ, ποσοστό περίπου 4%. Ακόμα, ένα μεγάλο ποσοστό 48% περίπου των ΑΣΑ, 2,206 εκατομμύρια τόνοι, διατέθηκαν στις 29 μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης της χώρας. Ακόμα 1.574 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ ανακυκλώθηκαν, ποσοστό 34% περίπου και 633 χιλιάδες τόνοι ΑΣΑ λιπασματοποιήθηκαν, ποσοστό 14% περίπου.

Τα ΑΣΑ αποτελούν μια σπουδαία πηγή ανανεώσιμης ενέργειας στην χώρα. Το 2007 η ενέργεια που παράχθηκε από τα ΑΣΑ έφτασε το 20 % της συνολικής απαίτησης σε θέρμανση, στο πιο διευρυμένο και εθνικό σύστημα θέρμανσης πανευρωπαϊκά που καλύπτει τα 2/3 του πληθυσμού της χώρας. Η ανάγκη για θερμότητα είναι αυξημένη στην χώρα λόγω του βόρειου, ψυχρού κλίματος. Επίσης τα ΑΣΑ παρήγαγαν το 4% της αντίστοιχης απαίτησης σε ηλεκτρισμό κυρίως από μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας. Τέλος υπολογίζεται όφελος στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, σε σχέση με συμβατική καύση με άνθρακα. Αυτό το όφελος είναι 480 τόνοι λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα ανά τόνο ΑΣΑ.[4,5]

Σχήμα 2.8 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στη Δανία.



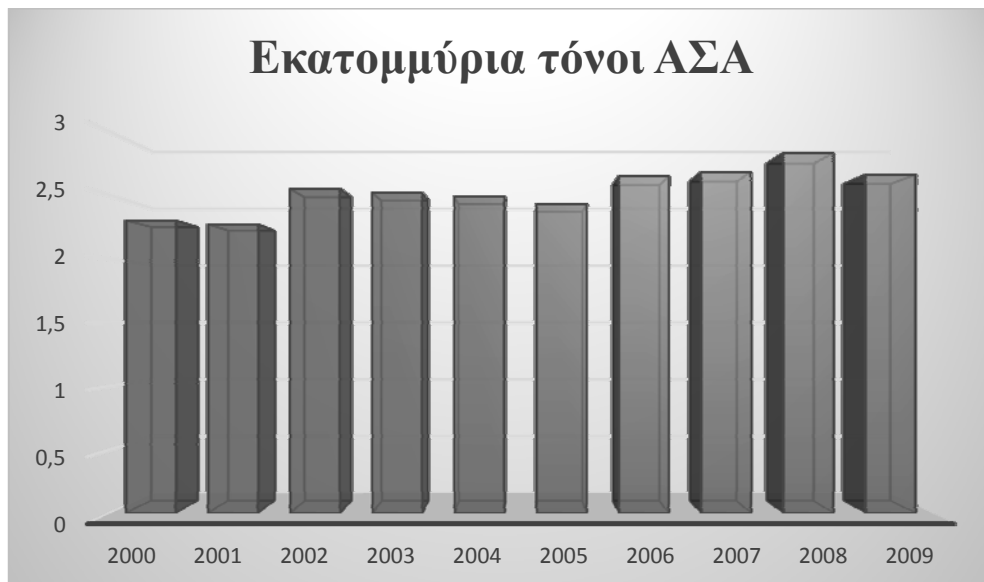
Σχήμα 2.9 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στη Δανία το 2009.



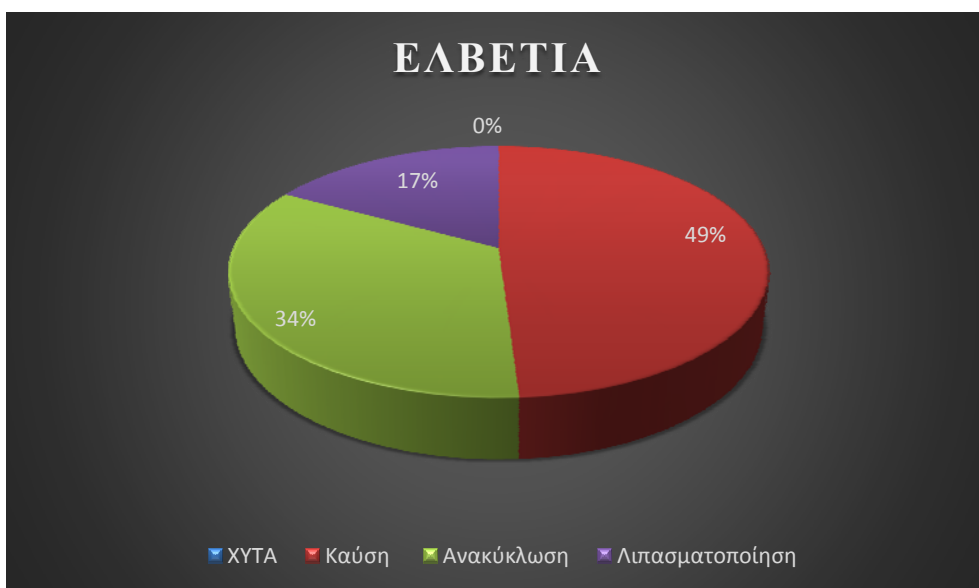
2.5.5 Ελβετία

Στην Ελβετία παρήχθησαν 5,4 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ, το 2009. Από αυτή την ποσότητα, δεν διατέθηκαν ΑΣΑ σε ΧΥΤΑ λόγω απαγόρευσης στην ταφή των ΑΣΑ που τέθηκε σε ισχύ από το 2000. Ένα μεγάλο ποσοστό 49 % περίπου των ΑΣΑ, 2,66 εκατομμύρια τόνοι διατέθηκαν στις 29 μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης της χώρας. Ακόμα 1,87 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ ανακυκλώθηκαν, ποσοστό 34% περίπου και 930 χιλιάδες τόνοι ΑΣΑ λιπασματοποιήθηκαν, ποσοστό 17%. [4,5]

Σχήμα 2.10 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στην Ελβετία.



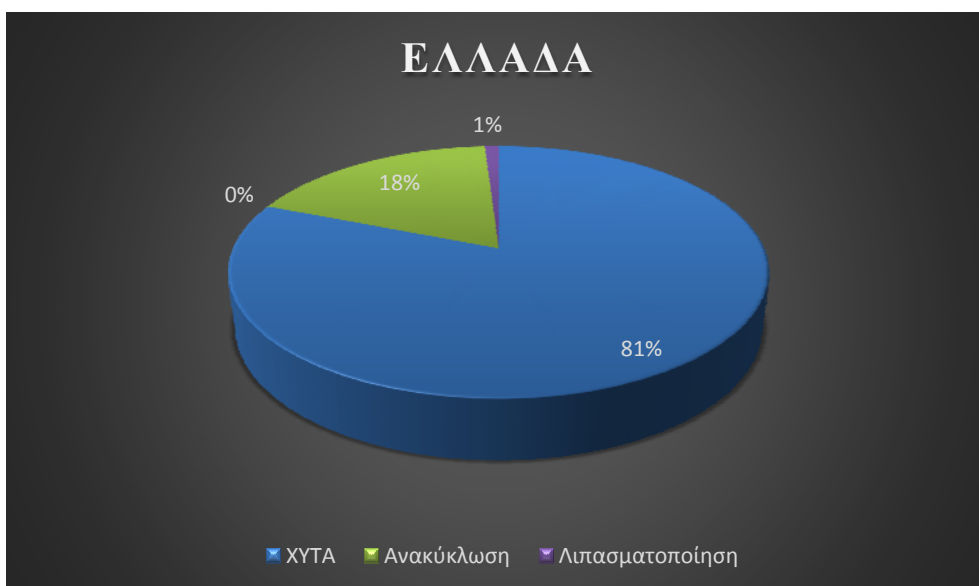
Σχήμα 2.11 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στην Ελβετία το 2009.



2.5.6 Ελλάδα

Στην Ελλάδα παρήχθησαν 5,154 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ, το 2009. Από αυτή την ποσότητα, 4,181 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ κατέληξαν στους 71 ΧΥΤΑ που διαχειρίζονται ΑΣΑ, ποσοστό περίπου 81 %. Ακόμα 936 χιλιάδες τόνοι ΑΣΑ ανακυκλώθηκαν στα 27 ΚΔΑΥ, ποσοστό 18 % περίπου και 37 χιλιάδες τόνοι ΑΣΑ λιπασματοποιήθηκαν, ποσοστό 1% περίπου. Τέλος δεν υπάρχουν καθόλου μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης και δεν υπάρχει σχέδιο για κατασκευή τέτοιας μονάδας στην χώρα. [4,5,8]

Σχήμα 2.12 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στην Ελλάδα το 2009.



2.5.7 Ηνωμένο Βασίλειο

Στο Ηνωμένο Βασίλειο παρήχθησαν 32,507 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ, το 2009. Από αυτή την ποσότητα, 16,02 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ κατέληξαν σε ΧΥΤΑ, ποσοστό περίπου 49 %. Ένα ποσοστό 11 % περίπου των ΑΣΑ, 3,74 εκατομμύρια τόνοι διατέθηκαν στις 22 μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης της χώρας. Ακόμα 7,89 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ ανακυκλώθηκαν, ποσοστό 24 % περίπου και 45,66 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ λιπασματοποιήθηκαν, ποσοστό 16%.

Οι 19 σταθμοί ενεργειακής αξιοποίησης των ΑΣΑ παρήγαγαν περίπου 255 MW ηλεκτρικής ισχύος το 2006. Το 2008 άλλες τρεις μονάδες κατασκευάστηκαν προσφέροντας συμπληρωματικά 140 MW ηλεκτρικής ισχύος. [4,5]

Σχήμα 2.13 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στο Ηνωμένο Βασίλειο.



Σχήμα 2.14 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στο Ηνωμένο Βασίλειο το 2009.



2.5.8 Πορτογαλία

Στην Πορτογαλία παρήχθησαν 5,496 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ, το 2009. Από αυτή την ποσότητα, 3.342 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ κατέληξαν σε ΧΥΤΑ, ποσοστό περίπου 60 %. Ακόμα, ένα ποσοστό 20 % περίπου των ΑΣΑ, 1.083 εκατομμύρια τόνοι, διατέθηκαν στις 3 μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης της χώρας. Ακόμα 648 χιλιάδες τόνοι ΑΣΑ ανακυκλώθηκαν, ποσοστό 12 % περίπου και 424 χιλιάδες τόνοι ΑΣΑ λιπασματοποιήθηκαν, ποσοστό 8 % περίπου.

Η συνολική ηλεκτρική ενέργεια που παρήγαγαν οι τρεις σταθμοί ενεργειακής αξιοποίησης ήταν 572 GWh για το 2002, δηλαδή μια συνολική ηλεκτρική ισχύ 63 MW περίπου. Επίσης οι εγκαταστάσεις αυτές παρήγαγαν 182.317 τόνους τέφρα, από τους οποίους οι 168.788 κατέληξαν σε ΧΥΤΥ, ενώ οι 13.528 ανακυκλώθηκαν. Τέλος προέκυψαν και 12.528 τόνοι μετάλλου από την καύση των ΑΣΑ, οι οποίοι ανακυκλώθηκαν. [4,5]

Σχήμα 2.15 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στη Πορτογαλία.



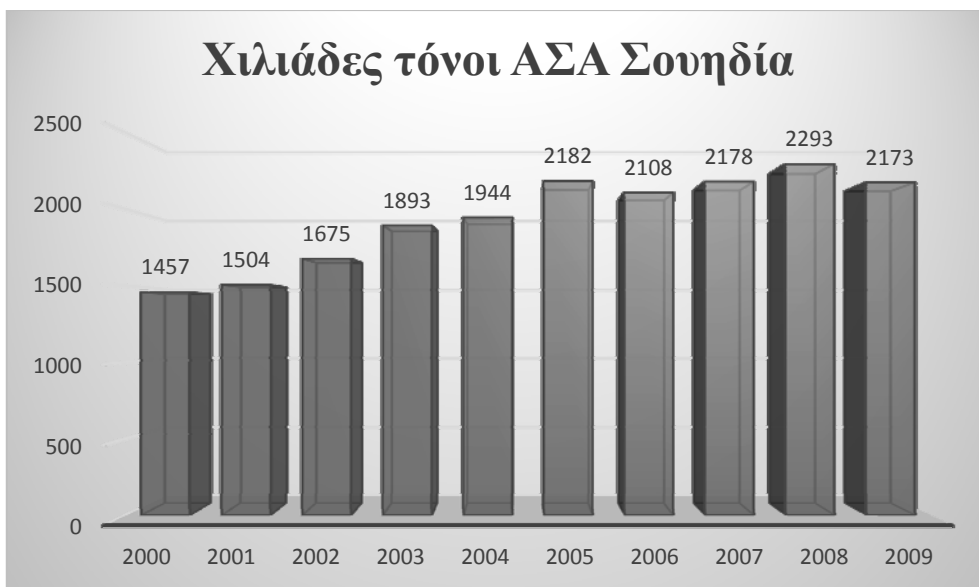
Σχήμα 2.16 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στη Πορτογαλία το 2009.



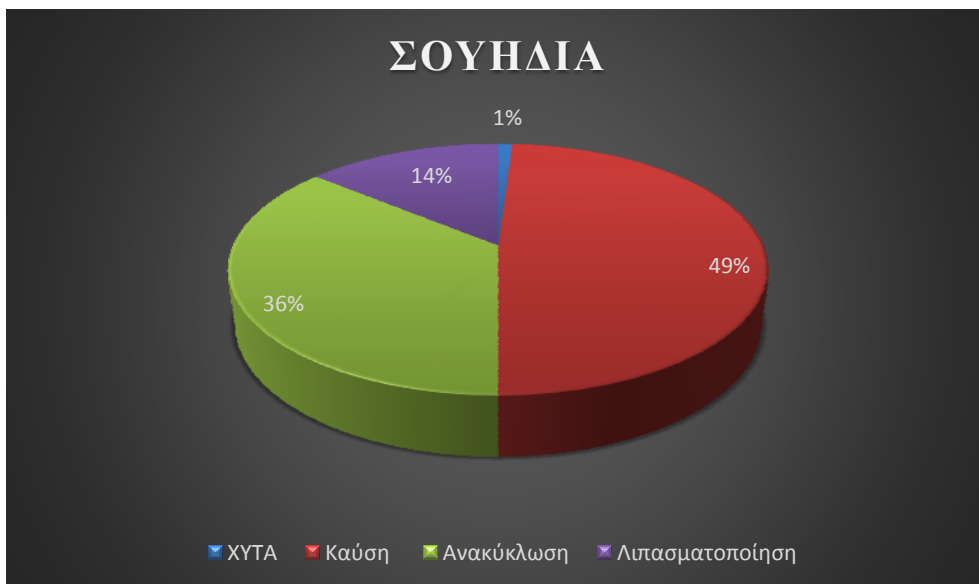
2.5.9 Σουηδία

Στην Σουηδία παρήχθησαν 4,486 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ, το 2009. Από αυτή την ποσότητα, 63 χιλιάδες τόνοι ΑΣΑ κατέληξαν σε ΧΥΤΑ, ποσοστό περίπου 1 %. Ακόμα, ένα μεγάλο ποσοστό 49% περίπου των ΑΣΑ, 2,173 εκατομμύρια τόνοι διατέθηκαν στις 29 μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης της χώρας. Ακόμα 1,587 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ ανακυκλώθηκαν, ποσοστό 36 % περίπου και 618 χιλιάδες τόνοι ΑΣΑ λιπασματοποιήθηκαν, ποσοστό 14 % περίπου. [4,5]

Σχήμα 2.17 Εξέλιξη της ενεργειακής αξιοποίησης στη Σουηδία.



Σχήμα 2.18 Τρόποι Διαχείρισης ΑΣΑ στη Σουηδία το 2009.



3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ ΠΑΡΑΓΩΓΗ Κ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ”

3.1 Παραγωγή των ΑΣΑ στην Ελλάδα

Η Ελλάδα έχει πληθυσμό περίπου 11 εκατ. άτομα, από τα οποία περίπου 1,3 εκατ. ζουν στα νησιά, που καλύπτει ένα πέμπτο της ελληνικής επικράτειας. Η ετήσια παραγωγή των αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα υπολογίζεται ότι είναι 4,7 εκατ. τόνους απορριμμάτων ετησίως ύψους 450 kg ανά κάτοικο ετησίως.

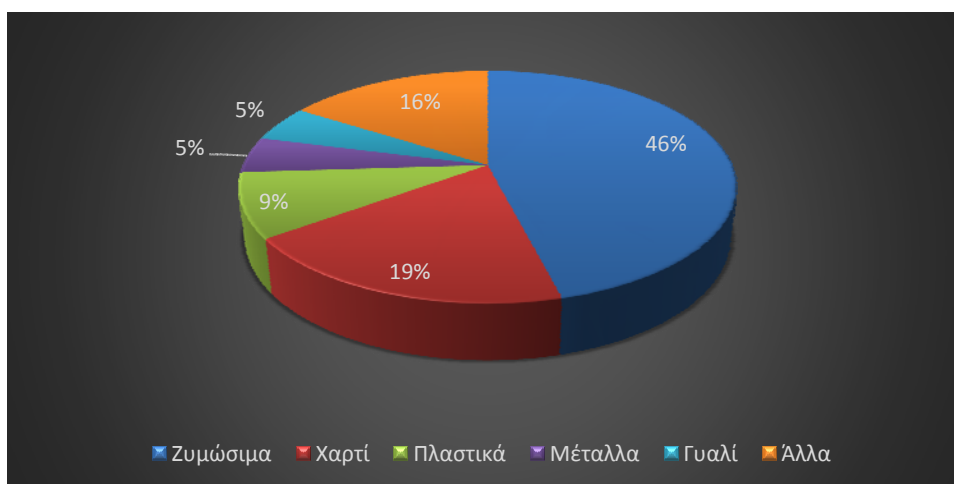
Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, όπως στις περισσότερες χώρες της ΕΕ η παραγωγή αποβλήτων αυξήθηκε. Από το 1980-2007 η παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα αυξήθηκε από 2500 τόνους σε 4710 τόνους λόγω της αύξησης της κατανάλωσης μετά την οικονομική ανάπτυξη. Στην Ελλάδα, αυτή η τάση έχει υποστηριχθεί από τη βαριά αύξηση στην αστικοποίηση, ακολουθούμενη από την αύξηση της κατανάλωσης και τη μεταβολή στις τάσεις κατανάλωσης. [3,7,8]

3.2 Ποιοτική Σύσταση των ΑΣΑ

Η γνώση της σύστασης των παραγόμενων ΑΣΑ έχει ιδιαίτερη σημασία για την εκπόνηση σχεδίων διαχείρισης απορριμμάτων και τη χάραξη της στρατηγικής σε τοπικό, περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο.

Σε ό,τι αφορά τη σύσταση των ΑΣΑ σε εθνικό επίπεδο τα υπάρχοντα στοιχεία προέρχονται από τον Εθνικό Σχεδιασμό «Ολοκληρωμένης και εναλλακτικής διαχείρισης απορριμμάτων και αποβλήτων» όπου αναφέρεται η μέση ποιοτική σύσταση των οικιακών αποβλήτων στην Ελλάδα (1997). Η ίδια σύσταση αναφέρεται και στην κείμενη νομοθεσία 50910 (ΦΕΚ 1909/22-12-2003): «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης». Η σύσταση αυτή θεωρείται αντιπροσωπευτική και της σημερινής κατάστασης. Τα δεδομένα αυτά, παρουσιάζονται στο Σχήμα. 3.1 και 3.2 που ακολουθούν.

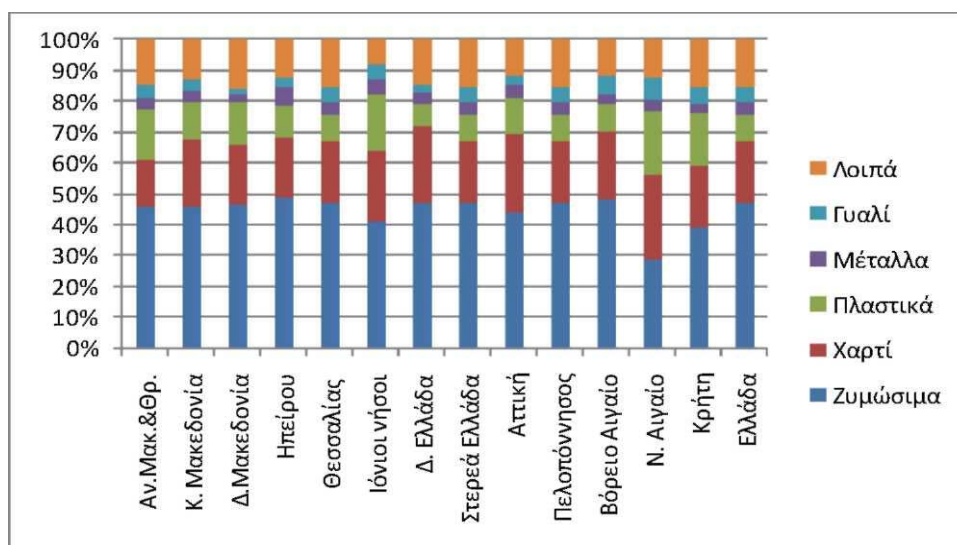
Σχήμα 3.1 Μέση κατά βάρος σύνθεση ΑΣΑ στην Ελλάδα. [7]



Η Περιφέρεια Αττικής παράγει τα περισσότερα απορρίμματα, καθώς διαθέτει τον μεγαλύτερο πληθυσμό: 3,76 εκατ. κατοίκους έναντι 1,87 εκατ. κατοίκους της δεύτερης πληθυσμιακής Περιφέρειας της Κεντρικής Μακεδονίας και 0,75 εκατ. κατοίκων της τρίτης πληθυσμιακής Περιφέρειας της Θεσσαλίας. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η πυκνότητα πληθυσμού στην Αττική είναι 988 κάτοικοι/km², έναντι 100 της Κεντρικής Μακεδονίας. Ο μέσος συντελεστής παραγωγής απορριμμάτων κυμαίνεται από 340 kg/κάτοικο (Β. Αιγαίο και Ήπειρος) έως 585 kg/κάτοικο (Αττική). Ο μέσος συντελεστής παραγωγής Α.Σ.Α. για την Ελλάδα κατά το 2001 ήταν 417 kg/κάτοικο, ενώ σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία της Eurostat κατά το 2009 ήταν 458 kg/κάτοικο.

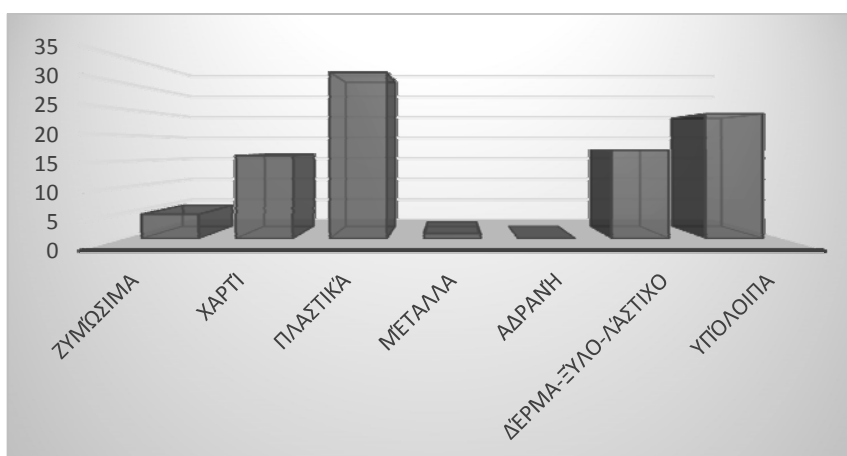
Αναμένεται ότι η διαχρονική παραγωγή απορριμμάτων στις Περιφέρειες θα αυξηθεί, λόγω της αναμενόμενης αύξησης του πληθυσμού και της οικονομικής ανάπτυξης. Ο μέσος συντελεστής παραγωγής Α.Σ.Α. για τις δεκατρείς Περιφέρειες της Ελλάδας παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.2. [11]

Σχήμα 3.2 Η ποιοτική σύσταση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων για τις 13 Περιφέρειες της Ελλάδος.



Η θερμογόνος ικανότητα του οργανικού κλάσματος των Αστικών Στερεών Αποβλήτων είναι η θερμική ενέργεια που εκλύεται όταν αυτά καίγονται πλήρως. Στο παρακάτω Σχήμα 3.3 παρουσιάζεται η κατώτερη θερμογόνος τιμή διαφόρων κλασμάτων των ΑΣΑ. [11]

Σχήμα 3.3 Κατώτερη θερμογόνος τιμή (MJ/kg) διαφόρων κλασμάτων των ΑΣΑ.



3.3 Διαχείριση των ΑΣΑ στην Ελλάδα

Η διαχείριση ΑΣΑ στην Ελλάδα γίνεται κυρίως μέσα από Χώρους Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (ΧΥΤΑ). Σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ) χαρακτηρίζονται ως παράνομοι και πρέπει να κλείσουν, ενώ ήδη εκκρεμούν πρόστιμα για τις περίπου 200 παράνομες χωματερές που βρίσκονται σε λειτουργία.

Η μόνη εξαίρεση στην κατάσταση είναι οι πέντε Μονάδες Μηχανικής και Βιολογικής Επεξεργασίας Αποβλήτων που λειτουργούν στα Άνω Λιόσια (Αθήνα) , στα Χανιά και το Ηράκλειο (Κρήτη), στη Κεφαλλονιά και την Καλαμάτα. Εδώ είναι σημαντικό να τονιστεί πως τα παράγωγα αυτών των μονάδων, όπως το απορριμματογενές καύσιμο (RDF) και κομπόστ, δεν έχουν εμπορική αξία και ως αποτέλεσμα αυτού τις περισσότερες φορές διατίθενται σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής.

Παράλληλα, η ανακύκλωση στην Ελλάδα βασίζεται στα σημεία συλλογής των μπλε κάδων για γυαλί, χαρτί, χαρτόνι και πλαστικό, τα οποία υπάρχουν σε συγκεκριμένα σημεία σε μεγάλες πόλεις, κωμοπόλεις και αγροτικές περιοχές. Τα συλλεγμένα υλικά συσκευασιών διαχωρίζονται μέσα στα κέντρα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ) και οδηγούνται στην ανακύκλωση. Η ανάπτυξη του δικτύου ανακύκλωσης θα πρέπει να προωθηθεί από τους αρμόδιους φορείς και να δοθούν περισσότερα κίνητρα για την ενθάρρυνση του ευρύτερου πληθυσμού, ώστε να η ανακύκλωση στη πηγή να αποτελέσει αναπόσπαστο κομμάτι της διαχείρισης των απορριμμάτων.

Η κατάσταση, όπως περιεγράφηκε έως τώρα, έχει οδηγήσει την Ελλάδα στο κάτω μέρος της αειφόρου διαχείρισης των αποβλήτων σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μητροπολιτικές πόλεις της Ευρώπης. Αυτό επαληθεύεται από την Eurostat, η οποία στις στατιστικές για το έτος 2011 για την Ελλάδα αντιστοιχούν ποσοστά διαχείρισης ΑΣΑ 81% σε ΧΥΤΑ, 19% σε ανακύκλωση και κομποστοποίηση. [6,11]

3.3.1 Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α)

Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του Υπουργείου Εσωτερικών και των Περιφερειακών Σχεδιασμών Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΠΕ.Σ.Δ.Α., 2010), λειτουργούν 77 Χ.Υ.Τ.Α., προς εξυπηρέτηση 7.861.586 κατοίκων και ετήσια δυναμικότητα 3,0 εκατ. τόνους.

Επιπρόσθετα, στην Ελλάδα υπάρχουν 3036 Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων (ΧΑΔΑ), από τους οποίους οι 316 είναι ενεργοί, οι 429 σε διαδικασία άμεσης αποκατάστασης και οι 2291 έχουν ήδη αποκατασταθεί. Ο Πίνακας 3.1 παρουσιάζει συνοπτικά τα στοιχεία των Χώρων Διάθεσης Απορριμμάτων για τις 13 Περιφέρειες της Ελλάδας. Η μοναδική Περιφέρεια που έχει απαλλαγθεί πλήρως από ΧΑΔΑ είναι η Δυτική Μακεδονία, χάρη στο σημαντικό έργο της Διαχείρισης Απορριμμάτων Δυτικής Μακεδονίας (ΔΙΑΔΥΜΑ).[11]

3.3.2 Ανάκτηση βιοαερίου και παραγωγή ενέργειας

Στην Ελλάδα υπάρχουν πέντε εργοστάσια ανάκτησης βιοαερίου και παραγωγή ενέργειας: Στο ΧΥΤΑ Άνω Λιουσίων της Αττικής (φορέας λειτουργίας ΒΕΑΛ Α.Ε., σύμπραξη ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε. με Energy Development Ltd), στο ΧΥΤΑ Βόλου της Θεσσαλίας (Βιοενέργεια ΕΠΕ), στο ΧΥΤΑ Ταγαράδων Θεσσαλονίκης της Κεντρικής Μακεδονίας (ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε. και ΣΟΤΑΜΘ), στο ΧΥΤΑ Χανίων της Κρήτης (ΔΕ.ΔΙ.Σ.Α.) και στο ΧΥΤΑ Καλαμάτας της Πελοποννήσου.

Στο πίνακα 3.2 παρουσιάζονται τα στοιχεία των πέντε εργοστασίων ανάκτησης ενέργειας, η δυναμικότητα τους και η εγκατεστημένη ισχύς τους. [11]

Πίνακας 3.1 Δυναμικότητα (τόνοι/έτος) και αριθμός Χ.Υ.Τ.Α. και ΧΑΔΑ ανά Περιφέρεια (τα στοιχεία συλλέχθηκαν από τους Περιφερειακούς Σχεδιασμούς Διαχείρισης Απορριμμάτων και από το Υπουργείο Εσωτερικών, και η επικαιροποίηση τους έγινε από τις Διευθύνσεις Διαχείρισης Απορριμμάτων των Περιφερειών και τους Φο.Δ.Σ.Α.)

Περιφέρεια	Δυναμικότητα (tn/yr)	Πλήθος Χ.Υ.Τ.Α.	Πλήθος Χ.Α.Δ.Α.	Αποκατεστημένοι	Ενεργοί	Διαδικασία άμεσης αποκατάστασης
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	70.427	3	333	301	28	4
Κεντρική Μακεδονία	117.594	11	542	389	42	111
Δυτική Μακεδονία	116.989	1	207	207	0	0
Ήπειρος	59.826	2	266	197	27	42
Θεσσαλία	281.319	7	482	424	0	58
Ιόνια νησιά	183.037	5	43	18	11	14
Δυτική Ελλάδα	140.651	5	165	121	36	8
Στερεά Ελλάδα	147.875	7	317	243	28	46
Αττική	1.642.500	1	33	6	8	19
Πελοπόννησος	10.900	2	319	169	79	71
Βόρειο Αιγαίο	22.418	4	116	80	21	15
Νότιο Αιγαίο	161.691	19	88	23	31	34
Κρήτη	76.344	10	125	113	5	7
ΣΥΝΟΛΟ	3.031.571	77	3036	2291	316	429

Πίνακας 3.2 Εργοστάσια ανάκτησης βιοαερίου από ΧΥΤΑ και παραγωγή ενέργειας

Τοποθεσία Ε.Μ.Α.Κ.	Δυναμικότητα ΑΣΑ Τόνοι/Έτος	Εγκατεστημένη Ισχύς
Αττικής -Λιόσια	300.000	23,5 MW
Θεσσαλίας -Βόλος	110.000	1,7 MW
Μακεδονεία-Τσαγαράδες	637.000	5 MW
Κρήτη -Χανιά	70.000	2,3 MW
Πελοπόννησος-Καλαμάτα	20.000-40.000	-
Σύνολο	1.117.000	32,5 MW

3.3.3 Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση

Η Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης και Ανακύκλωσης (Ε.Ε.Α.Α.) είναι αρμόδια για την αξιοποίηση και ανακύκλωση ΑΣΑ. Η ΕΕΑΑ, σε συνεργασία με τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.), είναι υπεύθυνη για τη συλλογή, μεταφορά και διάθεση των ΑΣΑ, σε (ΚΔΑΥ) ειδικά Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών.

Χαρακτηριστικό είναι ότι στις Περιφέρειες Ανατολικής Μακεδονίας/Θράκης και Βορείου Αιγαίου δεν υπάρχουν Κ.Δ.Α.Υ. Στις συγκεκριμένες Περιφέρειες δεν υπάρχει κανένας τρόπος αξιοποίησης απορριμμάτων και όλα τα Α.Σ.Α. διατίθενται σε ΧΥΤΑ και ΧΑΔΑ.

Είναι απολύτως αναγκαία η προώθηση της ανακύκλωσης και της αξιοποίησης των χρήσιμων υλικών που απορρίπτονται και επίσης του ζυμώσιμου κλάσματος των ΑΣΑ, διά μέσου της ανάκτησης του ενεργειακού τους περιεχόμενου της. Αυτά τα μέτρα είναι αναγκαία διότι εκτός των πολλαπλών θετικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που έχουν, θα μειωθούν σημαντικά τα απόβλητα που προορίζονταν για ταφή, που οδηγεί σε αναζήτηση νέων χώρων, κατάχρηση πόρων και κοινωνικές αντιδράσεις.

Η χρήση ανακυκλωμένων (δευτερογενών) υλικών σε αντικατάσταση πρωτογενών, έχει σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας, αλλά και μείωση της ρύπανσης κατά την παραγωγική διαδικασία των νέων προϊόντων.

Ο Πίνακας 3.3 δείχνει τις ωφέλειες που προκύπτουν αν αντικατασταθούν οι πρώτες ύλες με δευτερογενή υλικά που προέρχονται από ανακύκλωση διαφόρων υλών.

Πίνακας 3.3 . Ωφέλειες από την αντικατάσταση πρώτων υλών με υλικά ανακύκλωσης

	Χάρτι	Γυαλί	Χαλκός	Αλουμίνιο
Ενέργεια (%)	23-72	4-32	47-74	90-97
Αέρια ρύπανση (%)	73-74	6-22	85-86	95
Ρύπανση νερών (%)	35	-	76	97
Χρήση νερού (%)	58-60	50	40	-

Αναφορικά με την αντίληψη του κόσμου σχετικά με τη διαχείριση απορριμμάτων, πρέπει να γίνει κινητοποίηση, προβάλλοντας τα θετικά από την ορθή διαχείριση απορριμμάτων, σύμφωνα με την ιεραρχία της αειφόρου διαχείρισης απορριμμάτων Σχήμα 3.4.

Πρώτος στόχος κάθε πολιτικής για τα απόβλητα θα πρέπει να είναι η μείωση των αρνητικών συνεπειών της παραγωγής και της διαχείρισης των αποβλήτων για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

Η πολιτική για τα απόβλητα θα πρέπει επίσης να αποσκοπεί στη μείωση της χρήσης φυσικών πόρων και να προωθεί την πρακτική εφαρμογή της ιεράρχησης των αποβλήτων.

Στη νομοθεσία και την πολιτική για την πρόληψη και τη διαχείριση των αποβλήτων ισχύει ως τάξη προτεραιότητας η ακόλουθη ιεράρχηση:

- Πρόληψη
- Ελαχιστοποίηση
- Επαναχρησιμοποίηση
- Ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών συμπεριλαμβανομένης και της κομποστοποίησης
- Θερμική επεξεργασία (αποτέφρωση – πυρόλυση – αεριοποίηση) με ανάκτηση ενέργειας
- Διάθεση των υπολειμμάτων με υγειονομική ταφή.

Σχήμα 3.4 . Ιεραρχία αειφόρου διαχείρισης απορριμμάτων.



Συνολικά, στην Ελλάδα υφίστανται 316 ενεργοί ΧΑΔΑ και εκεί διατίθενται περίπου 1.500.000 τόνοι ΑΣΑ, δηλαδή 25% των ολικών ΑΣΑ. Η συνολική ποσότητα Α.Σ.Α. που αξιοποιούνται στα πέντε υπάρχοντα ΕΜΑΚ της Ελλάδας, το 2010, εκτιμάται σε 602.000 τόνους. Από αυτό το ποσό, ένα εκτιμώμενο 20% μετατρέπεται σε εδαφοβελτιωτικό (κακής ποιότητας διότι προέρχεται από σύμμεικτα απορρίμματα), και το υπόλοιπο για επιχώσεις στους ΧΥΤΑ ή σε έργα οδοποιίας. Το συνολικό κομποστοποιημένο Α.Σ.Α. εκτιμάται σε 20% των οργανικών υπολειμμάτων ή 2% των συνολικά παραγόμενων Α.Σ.Α.

Το Ε.Μ.Α.Κ. Λιοσίων έχει πολύ μεγαλύτερη δυναμικότητα από το Ε.Μ.Α.Κ. Χανίων, 300.000 τόνοι το έτος έναντι 70.000 τόνους το έτος αντίστοιχα, και επιπρόσθετα στο Ε.Μ.Α.Κ. Χανίων παράγονται ανακυκλώσιμα υλικά προς πώληση. Για τους παραπάνω λόγους το Ε.Μ.Α.Κ. Λιοσίων παράγει μεγαλύτερη ποσότητα δευτερογενών καυσίμων από το Ε.Μ.Α.Κ. Χανίων.

Το συνολικό ποσό Α.Σ.Α. που ανακυκλώνεται στην Ελλάδα, είτε από την Ε.Ε.Α.Α., είτε από τα πέντε ΕΜΑΚ, είτε με άλλους τρόπους, εκτιμάται σε 1.375.000 τόνους ετησίως, δηλ. 23 % των συνολικά παραγόμενων Α.Σ.Α. [6,7,11]

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά τα παραπάνω στοιχεία.

Πίνακας 3.4 Συνοπτικά στοιχεία παραγωγής και διάθεσης Α.Σ.Α. στην Ελλάδα.

Ροή υλικών	Τόνοι τον χρόνο	% Συνολικών Α.Σ.Α.
Συνολικά παραγόμενα	5.981.290	100%
Ανακύκλωση από Ε.Μ.Α.Κ.	867.287	14,50%
Ανακύκλωση από Ε.Ε.Α.Α.	511.159	8,50%
Συνολική ανακύκλωση	1.378.446	23%
Λιπασματοποίηση (Ε.Μ.Α.Κ.. κ.τ.λ.)	119.625	2%
Ταφή σε ΧΥΤΑ	3.031.571	50,60%
Ταφή σε ΧΑΔΑ	1.459.434	24,40%
Συνολική ταφή	4.490.000	75.0%
Συνολική διάθεση	5.981.290	100%

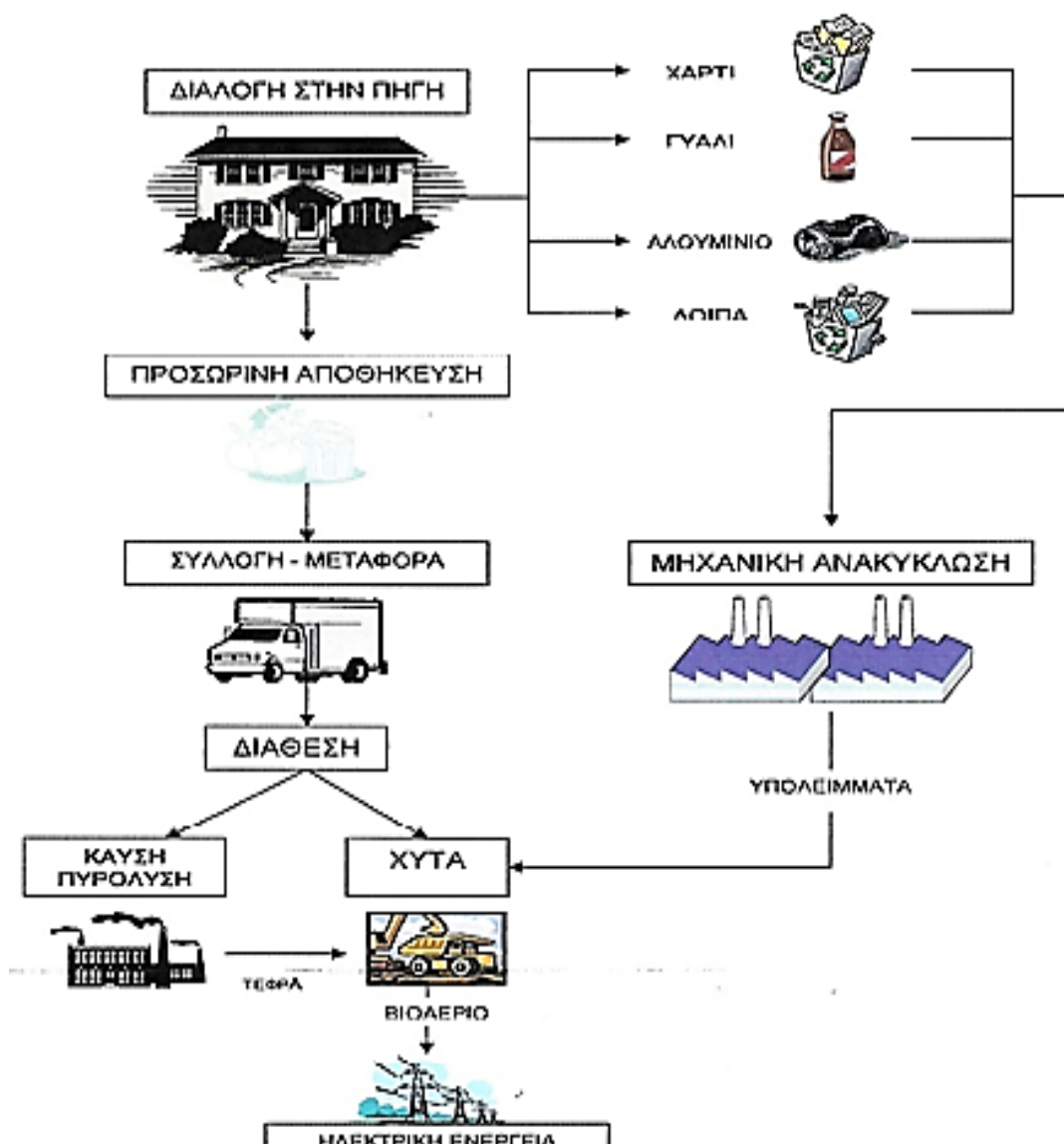
4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΑ”

4.1 Εισαγωγή

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης αστικών αποβλήτων, περιλαμβάνει την εφαρμογή προγραμμάτων για τη βελτιστοποίηση του συστήματος συλλογής, τον περιορισμό της παραγωγής αποβλήτων, την διαλογή στην πηγή, την ανακύκλωση των διαχωρισθέντων υλικών, την εφαρμογή συστημάτων μεταφόρτωσης, τη χρήση μεθόδων επεξεργασίας με στόχο την ενεργειακή αξιοποίηση ή την επαναχρησιμοποίηση των υλικών και τη διάθεση του τελικού υπολείμματος σε σύγχρονους χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ).

Σχήμα 4.1 Κύκλος διαχείρισης ΑΣΑ



Σύμφωνα και με όσα ορίζει η ΚΥΑ 29407/3508 για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων, δεν επιτρέπεται η διάθεση σε ΧΥΤΑ αποβλήτων που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία. Σύμφωνα με την ίδια ΚΥΑ, ως επεξεργασία ορίζονται οι φυσικές, θερμικές, χημικές ή βιολογικές διεργασίες, συμπεριλαμβανομένης της διαλογής, που μεταβάλλουν τα

χαρακτηριστικά των αποβλήτων, προκειμένου να περιοριστούν ο όγκος ή οι επικίνδυνες ιδιότητές τους, να διευκολυνθεί η διακίνησή τους ή να βελτιωθεί η ανάκτηση χρήσιμων υλών.

Κατά συνέπεια, ως επεξεργασία εννοείται η διαλογή στην πηγή (συσκευασιών, οργανικών, πράσινων, επικίνδυνων οικιακών κ.α.), η μηχανική διαλογή, η μεταφόρτωση και η δεματοποίηση, καθώς και όλες οι τεχνολογίες θερμικής, φυσικής, χημικής και βιολογικής επεξεργασίας.

Κρίσιμη παραμέτρος σχεδιασμού είναι η ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αποβλήτων αλλά και ο βαθμός ανάπτυξης της αγοράς για την αξιοποίηση των προϊόντων (RDF, κομπόστ, ανακυκλώσιμα). Οι παράμετροι αυτοί επηρεάζουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας που θα επιλεγεί, τόσο από οικονομική (βιωσιμότητα της μονάδας) όσο και από τεχνική και περιβαλλοντική άποψη (βαθμός αξιοποίησης δευτερογενών προϊόντων, τελική εκτροπή από ΧΥΤΥ κ.α.).

Στην περίπτωση που για παράδειγμα δεν είναι δυνατή η απορρόφηση των παραγόμενων RDF/SRF, κομπόστ στην αγορά, τότε αυτά θα καταλήξουν σε χώρους διάθεσης μειώνοντας σημαντικά την εκτροπή σε σχέση με τον αρχικό όγκο των αποβλήτων.

Είναι προφανές ότι η επιλογή της βέλτιστης τεχνολογίας, θα πρέπει να τεκμηριώνεται μέσω της εκπόνησης εξειδικευμένων τεχνικών μελετών. Ακολούθως στις επόμενες παραγράφους αναλύονται οι σημαντικότερες μέθοδοι επεξεργασίας των αστικών αποβλήτων.[7]

4.2 Μονάδες Μηχανικής και Βιολογικής Επεξεργασίας.

Οι συνδυασμένες μονάδες Μηχανικής και Βιολογικής επεξεργασίας (MBE) έχουν τη δυνατότητα επεξεργασίας τόσο σύμμεικτων αστικών στερεών αποβλήτων, όσο και επιλεγμένων ρευμάτων για παραγωγή ανακυκλώσιμων υλικών και ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης να δώσουν ως τελικό προϊόν RDF, SRF, compost. Τα τρία στάδια των MBE είναι:

- Διαχωρισμός υλικών - Μηχανικός διαχωρισμός υλικών Βιολογική επεξεργασία.
- Σταθεροποίηση, μείωση του όγκου των αποβλήτων.
- Παραγωγή προϊόντων - Υλικά επικάλυψης ΧΥΤΑ, SRF/RDF, ανακυκλώσιμα.

Η βιολογική επεξεργασία, δύναται να είναι αερόβια και ανάεροβια. [7,10]

Τα βασικά είδη εγκαταστάσεων μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας και κατά συνέπεια τα παραγόμενα προϊόντα από την επεξεργασία των αποβλήτων συνοψίζονται στον Πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 4.1 Βασικά είδη MBE.

Τεχνολογία	Προϊόντα
Μηχανική επεξεργασία + αερόβια κομποστοποίηση	Ανακυκλώσιμα ή/και RDF
	Βιοσταθεροποιημένο υλικό για κομπόστ, κάλυψη Χ.Υ.Τ.Α. ή αποκατάσταση εδαφών
Μηχανική επεξεργασία + αναερόβια χώνευση	Ανακυκλώσιμα ή/και RDF
	Βιοαέριο για παραγωγή ενέργειας
	Βιοσταθεροποιημένο απόρριμμα
Μηχανική επεξεργασία + αναερόβια χώνευση + αερόβια κομποστοποίηση	Ανακυκλώσιμα ή/και RDF
	Βιοαέριο για παραγωγή ενέργειας
	Υλικό για αποκατάσταση εδαφών
Μηχανική επεξεργασία + βιολογική ξήρανση	Ανακυκλώσιμα (μέταλλα)
	SRF

4.3 Μέθοδοι μηχανικής επεξεργασίας.

Στις εγκαταστάσεις μηχανικής επεξεργασίας πραγματοποιείται διαχείριση κυρίως των μικτών οικιακών στερεών αποβλήτων και επιτυγχάνεται μηχανικός διαχωρισμός, ανάκτηση καθώς και περαιτέρω επεξεργασία υλικών που περιέχονται σε αυτά. Τα υλικά που ανακτώνται είναι κυρίως:

- Βιοαποδομήσιμα οργανικά.
- Χαρτί – Πλαστικό.
- Μίγμα χαρτιού και πλαστικού.
- Σιδηρούχα μέταλλα – Αλουμίνιο.

Τα παραπάνω υλικά εφόσον υποστούν περαιτέρω επεξεργασία ανακυκλώνονται, με εξαίρεση το μίγμα χαρτιού και πλαστικού το οποίο χρησιμοποιείται ως καύσιμο υλικό. Οι μέθοδοι μηχανικής επεξεργασίας οι οποίοι μπορούν να συνδυαστούν με όλες τις μεθόδους βιολογικής επεξεργασίας, ταξινομούνται στις εξής βασικές κατηγορίες:

- Τεχνολογίες προετοιμασίας των αποβλήτων.
- Τεχνολογίες διαχωρισμού των αποβλήτων.

Οι τεχνολογίες προετοιμασίας των αποβλήτων αφορούν στη διάνοιξη των σάκων, την ελάττωση του μεγέθους και την αποκατάσταση της ομοιομορφίας των αποβλήτων.[7,10]

Οι κυριότερες τεχνολογίες προετοιμασίας και διαχωρισμού αποβλήτων παρουσιάζονται συνοπτικά στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 4.1 Τεχνολογίες προετοιμασίας αποβλήτων.

Τεχνολογία	Αρχή λειτουργίας	Προβλήματα-Περιορισμοί
Σφυρόμυλοι (Hammer mill)	Με τη βοήθεια σφυριών που ταλαντώνονται τα απόβλητα υφίστανται σημαντική μείωση του όγκου τους.	Καταπόνηση - φθορά των σφυρών, κονιορτοποίηση γυαλιού / αδρανών, ακατάλληλοι για δοχεία υπό πίεση.
Περιτροφικοί κόπτες (shredder)	Περιστρεφόμενα μαχαίρια ή δίσκοι περιστρέφονται με χαμηλή ταχύτητα και υψηλή ροπή. Η διατμητική τους δράση σχίζει ή τέμνει τα περισσότερα υλικά.	Τα μεγάλα σκληρά αντικείμενα μπορούν να καταστρέψουν τους κόπτες, ακατάλληλοι για δοχεία υπό πίεση.
Περιστρεφόμενα τύμπανα ή θραυστήρες κυλίνδρου (Rotating Drum)	Το υλικό ανυψώνεται καθώς προσκολλάται στα τοιχώματα του τύμπανου και κατόπιν πέφτει στο κέντρο, λόγω της βαρύτητας, επιτυγχάνοντας ανάδευση και ομογενοποίηση των αποβλήτων. Τα κοφτερά αντικείμενα που ενυπάρχουν στα απόβλητα (γυαλί, μέταλλα) συνεισφέρουν στη μείωση του μεγέθους των πιο μαλακών υλικών, όπως το χαρτί και τα βιοαποδομήσιμα, χωρίς να κονιορτοποιούνται τα ίδια.	Ήπια δράση - τεμαχισμός. Μπορεί να υπάρξει πρόβλημα για απόβλητα υψηλής υγρασίας.
Σφαιρόμυλο (Ball mill)	Περιστρεφόμενα τύμπανα φέρουν βαριές σφαίρες για να τεμαχίσουν ή να κονιορτοποιήσουν τα απόβλητα.	Καταπόνηση - φθορά των σφαιρών, κονιορτοποίηση γυαλιού / αδρανών.
Περιστρεφόμενα τύμπανα υγρής φάσης με κόπτες (Wet rotating drums with knives)	Κόπτες οι οποίοι θρυμματίζουν μεγάλα συσσωματώματα των αποβλήτων κατά τη περιστροφή του τυμπάνου μετά από την προσθήκη νερού.	Σχετικά μικρή μείωση μεγέθους. Πιθανότητα καταστροφής του κόπτη από μεγάλα σκληρά αντικείμενα.
Θραυστήρες πλαστικών σάκων (Bag splitter)	Μπορεί να είναι τύπου περιστροφικού κόπτη (με αυξημένες ανοχές μεταξύ των περιστρεφόμενων μαχαιριών κοπής, ώστε να σχίζεται μόνο ο σάκος και να μην τεμαχίζεται το περιεχόμενο), παλινδρομικής χτένας ή οδοντοφόρων αλυσίδων.	Πιθανότητα καταστροφής από μεγάλα σκληρά αντικείμενα.

Πίνακας 4.2 Τεχνολογίες διαχωρισμού αποβλήτων. Εδώ περιλαμβάνονται τεχνολογίες που επιτυγχάνουν το διαχωρισμό της εισερχόμενης μάζας των αποβλήτων σε δύο ρεύματα, από τα οποία το ένα περιέχει το προς ανάκτηση υλικό σε υψηλή συγκέντρωση ενώ το άλλο είναι σε μεγάλο βαθμό απαλλαγμένο από την παρουσία του.

Τεχνολογία	Ιδιότητα διαχωρισμού	Στοχευόμενα υλικά	Προβλήματα-Περιορισμοί
Κόσκινα (Trommels and screens)	Μέγεθος και πυκνότητα	Υπερμεγέθη: χαρτί, πλαστικό Μικρά: οργανικά, γυαλί, λεπτόκοκκα υλικά (fines)	Καθαρισμός
Χειρωνακτικός διαχωρισμός	Οπτική εξέταση	Πλαστικά, προσμίξεις, υπερμεγέθη, ξένα σώματα	Υγιεινή και ασφάλεια εργασίας, ηθικά θέματα
Μαγνητικοί διαχωριστές	Μαγνητικές ιδιότητες	Σιδηρούχα μέταλλα	
Διαχωριστές με επαγωγικά ρεύματα	Ηλεκτρική αγωγιμότητα	Μη σιδηρούχα μέταλλα	
Διαχωριστές επίπλευσης αφρού	Διαφορές πυκνότητας	Επιπλέοντα πλαστικά, οργανικά Βυθιζόμενα: πέτρες, γυαλί	Δημιουργεί υγρά ρεύματα αποβλήτων
Αεροδιαχωριστές	Βάρος	Ελαφρά: πλαστικά, χαρτί Βαρέα: πέτρες, γυαλί	Απαιτείται καθαρισμός του αέρα
Βαλλιστικοί διαχωριστές	Πυκνότητα και ελαστικότητα	Ελαφρά: πλαστικά, χαρτί Βαρέα: πέτρες, γυαλί	
Οπτικοί διαχωριστές	Οπτικές ιδιότητες	Καθορισμένα πλαστικά πολυμερή	Απόδοση

4.4 Βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας.

Οι μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας, όπως υποδηλώνει και η ονομασία τους, μπορούν να εφαρμοστούν μόνο σε απόβλητα που επιδέχονται τέτοια επεξεργασία, δηλαδή σε βιοαποδομήσιμα ή οργανικά απόβλητα. Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνεται μια μεγάλη ποικιλία αγροτικών αποβλήτων και υπολειμμάτων (κοπριές, φυτικά υπολείμματα καλλιεργειών, απόβλητα εκκοκκιστηρίων βάμβακος, ελαιοπυρήνα κλπ), πολλά στερεά απόβλητα και ιλύες από βιομηχανίες τροφίμων, η ιλύς βιολογικών καθαρισμών αστικών λυμάτων καθώς και το βιοαποδομήσιμο κλάσμα των αστικών αποβλήτων (BAA).

Το τελευταίο, υπόκειται περιορισμούς της Οδηγίας για την Υγειονομική Ταφή (99/31/ΕΕ) που επιβάλλουν τη σταδιακή εκτροπή του από τη διάθεση σε Χ.Υ.Τ.Α., από το 2010 έως το 2020 για την Ελλάδα.

Όσον αφορά τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα, οι μονάδες βιολογικής επεξεργασίας μπορούν να δεχθούν:

- Το βιοαποδομήσιμο κλάσμα μετά από διαλογή στην πηγή, το οποίο μετά από μια αερόβια φάση βιοσταθεροποίησης μπορεί να χαρακτηριστεί ως «κομπόστ» και χαρακτηρίζεται από υψηλή ποιότητα, χαμηλές συγκεντρώσεις ρύπων και πολλές διεξόδους αξιοποίησης (π.χ. ως εδαφοβελτιωτικό)
- Ένα εμπλουτισμένο σε βιοαποδομήσιμα υλικά κλάσμα, που προέρχεται από εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής. Δεδομένου ότι η μηχανική διαλογή (δηλαδή οι μηχανικοί διαχωρισμοί με χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού όπως κόσκινα, μαγνήτες, κ.λ.π.), εφαρμόζεται σε σύμμεικτα απορρίμματα όπως αυτά έρχονται με τα απορριματοφόρα, η ποιότητα εμπλουτισμένου αυτού κλάσματος και κατ' επέκταση του προϊόντος μετά τη βιολογική επεξεργασία, εξαρτάται από τις επιμέρους διεργασίες της μηχανικής διαλογής.

Σε κάθε περίπτωση όμως η ποιότητα του τελικού προϊόντος είναι πολύ χαμηλότερη από αυτή του κομπόστ που περιγράφηκε παραπάνω, γι' αυτό και συνήθως αναφέρεται ως υλικό «τύπου κομπόστ».

Η κομποστοποίηση οδηγεί στην παραγωγή ενός σταθεροποιημένου υλικού (κομπόστ υψηλής ποιότητας ή υλικό τύπου κομπόστ), η βιολογική ξήρανση στην παραγωγή δευτερογενούς καυσίμου εμπλουτισμένου σε βιοαποδομήσιμα υλικά και υψηλής θερμογόνου δύναμης, ενώ η αναερόβια χώνευση στην παραγωγή ενέργειας (βιοαέριο) και ενός σχετικά σταθεροποιημένου, υδαρούς υπολείμματος. Το υπόλειμμα της αναερόβιας χώνευσης (digestate) μοιάζει με λάσπη και απαιτείται η αφαίρεση υγρασίας και περαιτέρω αερόβια σταθεροποίηση ώστε να μετατραπεί επίσης σε υλικό «τύπου κομπόστ» και να έχει ανάλογες χρήσεις. [6,7]

4.4.1 Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία (Κομποστοποίηση)

Η κομποστοποίηση βασίζεται στη δράση μικροοργανισμών, οι οποίοι διασπών τις οργανικές ενώσεις που περιέχονται στο υλικό εισόδου. Το τελικό προϊόν είναι ένα σταθεροποιημένο στερεό υλικό το κομπόστ, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εδαφοβελτιωτικό στη γεωργία ή για άλλες χρήσεις. Παράλληλα παράγεται διοξείδιο του άνθρακα νερό και θερμότητα. Οι βιολογικές διεργασίες μπορούν να χωριστούν σε δύο στάδια.

Στο πρώτο στάδιο της βιοαποδόμησης λαμβάνουν χώρα οι μικροβιολογικές δραστηριότητες που έχουν σαν αποτέλεσμα την αποδόμηση και την σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών και διαρκεί 2-8 εβδομάδες ανάλογα με τα τεχνικά μέσα που χρησιμοποιούνται προς υποστήριξη των βιολογικών διεργασιών.

Στο στάδιο της ωρίμανσης το υλικό που παράγεται στο πρώτο στάδιο αφήνεται να ωριμάσει για μεγάλο χρονικό διάστημα που ανέρχεται σε 4-12 εβδομάδες με τελικό προϊόν το ώριμο κομπόστ. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης παρατηρείται περαιτέρω σταθεροποίηση του αρχικού κομπόστ. [6,7]

Οι κυριότερες παράμετροι που επηρεάζουν την εφαρμογή και αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι:

- σύσταση υποστρώματος
- μέγεθος των συστατικών του υποστρώματος
- καθαρότητα του υποστρώματος (ύπαρξη προσμίξεων)
- υγρασία του υποστρώματος
- pH του υποστρώματος
- θερμοκρασία του υποστρώματος
- αερισμός του υποστρώματος

4.4.1.1 Αερόβια Μηχανική –Βιολογική Επεξεργασία.

Οι εγκαταστάσεις αερόβιας Μηχανικής - Βιολογικής Επεξεργασίας είναι κατάλληλες για την επεξεργασία προ-διαλεγμένου στην πηγή οργανικού κλάσματος, όπως γίνεται στις περισσότερες εγκαταστάσεις στη Γερμανία, αλλά και σύμμεικτων αστικών απορριμμάτων, όπως γίνεται με το σύνολο των εγκαταστάσεων σε Ιταλία και Ισπανία. Η πρώτη περίπτωση πάντως είναι προτιμότερη, τόσο για λόγους απλοποίησης των διεργασιών και μείωσης του κόστους, όσο και για λόγους καλύτερης ποιότητας του παραγόμενου κομπόστ.

Ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων μηχανικής επεξεργασίας και κομπόστ ποικίλει ευρύτατα, ανάλογα με τον τύπο και τη σύνθεση των υλικών τροφοδοσίας, τα επιθυμούμενα προϊόντα ανάκτησης και την τεχνογνωσία του κατασκευαστή. Η αναλυτική περιγραφή κάθε τεχνολογίας είναι έξω από το αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Μια εγκατάσταση αυτού του τύπου απαρτίζεται από τις ακόλουθες μονάδες:

Μονάδα ελέγχου και ζύγισης οχημάτων, που περιλαμβάνει το φυλάκιο ελέγχου και τις γεφυροπλάστιγγες. Σε αυτήν ελέγχεται, ζυγίζεται και καταγράφεται κάθε εισερχόμενο και εξερχόμενο όχημα μεταφοράς απορριμμάτων και υλικών.

Μονάδα υποδοχής και τροφοδοσίας, που περιλαμβάνει τάφρους εκφόρτωσης των απορριμματοφόρων, γερανογέφυρες και αρπάγες για μεταφορά των απορριμμάτων, χοάνες τροφοδοσίας με πλακοταινίες για έλεγχο της τροφοδοσίας και συστήματα διάνοιξης σάκων.

Μονάδα μηχανικού διαχωρισμού, που περιλαμβάνει σύστημα διαχωρισμού ογκωδών και ανεπιθύμητων αντικειμένων, σύστημα εσχάρωσης με περιστροφικά συνήθως κόσκινα για απομάκρυνση αντικειμένων μικρού μεγέθους (1,5 - 2 cm), συστήματα διαλογής υλικών (χαρτιού, χαρτονιού, πλαστικού, γυαλιού, σιδηρούχων μετάλλων και αλουμινίου) και δεματοποίησης αυτών, σύστημα ομογενοποίησης με μηχανικό λειοτεμαχισμό, σύστημα μαγνητικού διαχωρισμού σιδηρούχων και αλουμινίου, καθώς και σύστημα αεροδιαχωρισμού για λήψη του ελαφρού κλάσματος που οδηγείται για κομποστοποίηση (πίνακες 4.1, 4.2). Στις σύγχρονες μονάδες η ομογενοποίηση και ο διαχωρισμός επιτυγχάνονται με περιστροφικά κόσκινα για αυξημένη λειτουργική αξιοπιστία.

Μονάδα βιοαποδόμησης, η οποία περιλαμβάνει σύστημα προσθήκης κλαδιών, χόρτων ή/και λάσπης βιολογικού σε συγκεκριμένες αναλογίες, καθώς και σύστημα κομποστοποίησης όπου, στη συνηθέστερη περίπτωση, τα οργανικά οδηγούνται σε κλειστό χώρο και τοποθετούνται σε σειράδια. Σε αυτά παραμένουν 4 έως 6 εβδομάδες υπό ελεγχόμενες συνθήκες υγρασίας και αερισμού με μηχανική ανάδευση.

Μονάδα ωρίμανσης, συνήθως σε στεγασμένο χώρο, όπου το compost τοποθετείται σε σειράδια για περίπου τριάντα μέρες για ωρίμανση με βιολογική σταθεροποίηση.

Μονάδα ραφινάρισματος, όπου το compost, αφού κοσκινιστεί διέρχεται μέσω συστήματος αεροδιαχωρισμού και βαλλιστικού διαχωρισμού για την απομάκρυνση προσμίξεων όπως γυαλί, σκληρά πλαστικά κ.α.

Αντί για χειρωνακτική ανάκτηση του χαρτιού και των πλαστικών προς επαναχρησιμοποίηση, είναι δυνατός ο μηχανικός διαχωρισμός των υλικών αυτών για παραγωγή RDF, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μονάδες στοιχειομετρικής καύσης απορριμμάτων. Το RDF παράγεται είτε σε μορφή cRDF (coarse RDF), είτε σε μορφή dRDF (dry RDF). Για την παραγωγή του dRDF απαιτείται πρόσθετη δαπανηρή και ενεργοβόρα επεξεργασία, που περιλαμβάνει ξήρανση και πελετοποίηση. Η παραγωγή του cRDF είναι απλή, το προϊόν όμως είναι κατάλληλο μόνο για άμεση καύση.[10]

4.4.1.2 Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης.

Από τις εγκαταστάσεις μηχανικής επεξεργασίας και κομποστοποίησης είναι δυνατόν να παραχθούν, ανάλογα και με το σχεδιασμό, τα ακόλουθα προϊόντα:

Ανακυκλώσιμα Υλικά

Τα υλικά, που μπορεί να ανακτηθούν, είναι χαρτί, χαρτόνι, πλαστικό, γυαλί, σιδηρούχα μέταλλα και αλουμίνιο. Αυτά, με εξαίρεση το γυαλί, συμπίεζονται και δεματοποιούνται. Η ποιότητα του ανακτώμενου χαρτιού και πλαστικών από σύμμεικτα απορρίμματα εξαρτάται από τον σχεδιασμό της εγκατάστασης. Μεγάλες ποσότητες εμπεριεχομένων οργανικών δυσχεραίνει τη διάθεση.

Εδαφοβελτιωτικό Υλικό (Κομπόστ)

Σε επεξεργασμένη μορφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό σε καλλιέργειες και σε μορφή αδρομερούς για αποκατάσταση διαταραγμένων εδαφών (περιοχές λιγνιτωρυχείων, μεταλλείων, νταμαριών κτλ.), αλλά και ως υλικό κάλυψης ΧΥΤΑ.

Το επεξεργασμένο κομπόστ, που παράγεται από σύμμεικτα απορρίμματα, σε αντίθεση με αυτό που παράγεται από το προδιαλεγμένο ρεύμα οργανικών στην πηγή, δεν έχει συνήθως την ποιότητα που απαιτείται για χρήση σε καλλιέργειες.

RDF

Θερμική αξιοποίηση του σε εργοστάσια συμβατικής (στοιχειομετρικής) καύσης ΑΣΑ.

Το RDF αποτελεί παραπροϊόν της μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας των ΑΣΑ, έχει αυξημένο θερμικό περιεχόμενο και, στο βαθμό που είναι διαθέσιμο, είναι κατάλληλο για χρήση σε μονάδες στοιχειομετρικής καύσης ΑΣΑ.

Θερμική αξιοποίησή του σε ατμολέβητες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αντικατάσταση μέρους των συμβατικών καυσίμων με RDF ή SRF παρουσιάζει σημαντικά τεχνικά προβλήματα τα οποία προκύπτουν από την ύπαρξη ικανών ποσοτήτων πλαστικών, αλλά και τοξικών. Τα προβλήματα αυτά εκτείνονται από τις αυξημένες δυσλειτουργίες, διάβρωση και βλάβες του εξοπλισμού και τις δυσκολίες διάθεσης της τέφρας λόγω του εμπλουτισμού της σε τοξικά, έως την ανάγκη για χρήση νέων δαπανηρών συστημάτων ελέγχου των εκπομπών. Σε κάθε περίπτωση, για λειτουργικούς λόγους (διάβρωση, αύξηση του όγκου και της υγρασίας των απαερίων στο λέβητα κτλ.) το RDF και το SRF δεν μπορούν να υπερβαίνουν το 5 έως 10 % του συμβατικού καυσίμου και τούτο μειώνει το οικονομικό κίνητρο για την αντιμετώπιση των προβλημάτων. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η πολύ μικρή χρήση RDF και SRF σε λέβητες σήμερα και η πρόβλεψη ότι η κατάσταση αυτή δεν πρόκειται να μεταβληθεί στο μέλλον.

Θερμική αξιοποίηση σε κλιβάνους τσιμέντου

Η χρήση του RDF σε κλιβάνους τσιμέντου δημιουργεί λιγότερα τεχνικά προβλήματα και μικρότερες εκπομπές. Επίσης, η παραγόμενη τέφρα ενσωματώνεται στο κλίνκερ. Για λόγους όμως λειτουργικούς και για αποφυγή υπερβολικής υποβάθμισης της ποιότητας του προϊόντος, το ποσοστό των συμβατικών καυσίμων που μπορεί να υποκατασταθούν από βιοκαύσιμα είναι περιορισμένο. Επιπλέον, από τα βιοκαύσιμα προτιμώνται αυτά με λιγότερα τοξικά και διαβρωτικά συστατικά και μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη από το RDF ή/και το SRF, συμπεριλαμβανομένων των παλαιών ελαστικών. Για τον λόγο αυτό οι πραγματικές δυνατότητες χρήσης των RDF και SRF στη βιομηχανία τσιμέντου είναι περιορισμένες. Όπως έδειξαν τα αποτελέσματα εκτενούς έρευνας στην Αγγλία, η τσιμεντοβιομηχανία της χώρας, με ετήσια παραγωγή τσιμέντου 13.500.000 τόνων, δεν μπορεί να απορροφήσει περισσότερους από 125.000 έως το πολύ 500.000 τ/έτος RDF ή/και SRF.

Θερμική αξιοποίηση σε εγκαταστάσεις αεριοποίησης

Το RDF δεν έχει τόσο σταθερή σύσταση όσο το SRF (βλέπε ενότητα 4.5.1) και για το λόγο αυτό η αεριοποίησή του παρουσιάζει μεγαλύτερες δυσκολίες. Σε κάθε περίπτωση, η τεχνολογία για αεριοποίηση RDF ή/και SRF δεν έχει αναπτυχθεί.[10]

4.4.2 Αναερόβια βιολογική επεξεργασία – Αναερόβια ζύμωση

Κατά την αναερόβια βιολογική επεξεργασία (αναερόβια ζύμωση), πραγματοποιείται αποδόμηση των οργανικών ουσιών με τη βοήθεια μικροοργανισμών απουσία οξυγόνου. Το

αποτέλεσμα της διεργασίας είναι η παραγωγή σταθεροποιημένου οργανικού υλικού και αερίου υψηλής περιεκτικότητας σε μεθάνιο (CH₄), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας π.χ. σε συστήματα θερμικής επεξεργασίας στερεών αποβλήτων. Η αναερόβια επεξεργασία γίνεται σε κλειστούς αντιδραστήρες κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες, με στόχο την ανάκτηση ενέργειας, τη μείωση του όγκου των ΑΣΑ και τη βιολογική σταθεροποίησή τους.

Η επεξεργασία σε μονάδες αναερόβιας ζύμωσης περιλαμβάνει τέσσερα κύρια στάδια, τα οποία είναι :

- η προεπεξεργασία του ρεύματος των αποβλήτων,
- η αναερόβια χώνευση στον αντιδραστήρα,
- η ανάκτηση του βιοαερίου,
- η επεξεργασία των υπολειμμάτων της ζύμωσης,

Η τεχνολογία της αναερόβιας ζύμωσης αναπτύχθηκε αρχικά για την επεξεργασία ρευστών κτηνοτροφικών και αγροτικών αποβλήτων και της ιλύος των βιολογικών καθαρισμών. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση των εγκαταστάσεων που επεξεργάζονται το οργανικό κλάσμα των βιοαποδομήσιμων αστικών απορριμμάτων.[7]

4.4.2.1 Αναερόβια Μηχανική Επεξεργασία

Η αναερόβια επεξεργασία του Οργανικού Κλάσματος των ΑΣΑ (ΟΚΑΣΑ) γίνεται σε κλειστούς βιοαντιδραστήρες κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες με στόχο την ανάκτηση ενέργειας σε μορφή μεθανίου, τη μείωση του όγκου των ΑΣΑ και τη βιολογική σταθεροποίησή τους.

Μια τυπική εγκατάσταση αναερόβιας επεξεργασίας περιλαμβάνει τα ακόλουθα λειτουργικά στάδια:

Μονάδα ελέγχου και ζύγισης, υποδοχής και τροφοδοσίας και μηχανικού διαχωρισμού. Σκοπός της μονάδας αυτής είναι η ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών ή/και η παραγωγή RDF από τα εισερχόμενα απορρίμματα, καθώς και ο διαχωρισμός του οργανικού κλάσματος. Περιλαμβάνει το φυλάκιο ελέγχου και τις γεφυροπλάστιγγες. Σε αυτήν ελέγχεται, ζυγίζεται και καταγράφεται κάθε εισερχόμενο και εξερχόμενο όχημα μεταφοράς απορριμμάτων και υλικών.

Μονάδα αναερόβιας χώνευσης των οργανικών, η οποία περιλαμβάνει και σύστημα προσθήκης βιολογικής ιλύος ή/και γεωργικών και βιομηχανικών αποβλήτων σε ορισμένες αναλογίες για συνεπεξεργασία.

Η αναερόβια χώνευση γίνεται με τις ακόλουθες μεθόδους:

Υγρή αναερόβια χώνευση. Το υγρό τροφοδοσίας περιλαμβάνει ολικά στερεά 3 έως 8 %. Για να επιτευχθεί τόσο μεγάλη αραίωση απαιτείται προσθήκη και θέρμανση μεγάλων ποσοτήτων νερού, οι οποίες πρέπει να αφαιρεθούν μετά τη χώνευση.

Ξηρή αναερόβια χώνευση. Στη μέθοδο αυτή η χώνευση γίνεται σε αντιδραστήρες συνεχούς ή περιοδικής λειτουργίας, στους οποίους το υλικό τροφοδοσίας περιέχει τουλάχιστον 25 % στερεά.

Μονάδα ωρίμανσης και ραφινάρισματος του προϊόντος της χώνευσης, η οποία είναι μακροχρόνια και στοχεύει στην απελευθέρωση του εγκλωβισμένου μεθανίου και στην εξάλειψη των φυτοτοξικών ουσιών. Για την αρχική μείωση της υγρασίας του προϊόντος χρησιμοποιούνται παχυντές βαρύτητας και συστήματα φυγοκέντρισης. Το υγρό κλάσμα που προκύπτει ανακυκλοφορεί μερικώς για τη ρύθμιση της υγρασίας στα εισερχόμενα απόβλητα, ενώ το πλεόνασμα απαιτεί προχωρημένες τεχνολογίες επεξεργασίας λόγω των αυξημένων συγκεντρώσεων ρύπων. Σε κάθε περίπτωση το προϊόν της ωρίμανσης περιέχει αυξημένη υγρασία, που δεν επιτρέπει την ενσάκινση ή έστω την παρατεταμένη αποθήκευσή του. Για τη

μείωση της υγρασίας στο επίπεδο του 35 έως 45 % απαιτείται η χρήση φιλτροπρεσών. Ακόμα μεγαλύτερη ξήρανση επιτυγχάνεται με χρήση θερμών απαερίων.

Η επεξεργασία του βιοαερίου περιλαμβάνει απομάκρυνση του υδρόθειου και της περιεχόμενης υγρασίας. Συχνά αφαιρείται και η αμμωνία. Επιπλέον διαχωρισμός και αφαίρεση του CO₂, βελτιώνει τα χαρακτηριστικά του βιοαερίου σε επίπεδα φυσικού αερίου δικτύου. Το βιοαέριο αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται σε μηχανές συμπαραγωγής θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Μέρος της παραγόμενης ενέργειας χρησιμοποιείται για τη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στον αντιδραστήρα και για τις υπόλοιπες ενεργειακές ανάγκες της εγκατάστασης. Η περίσσεια θερμική και ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να διατεθεί σε δραστηριότητες εκτός εγκατάστασης.[10]

4.4.2.2 Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης

Για τα ανακυκλώσιμα υλικά (χαρτί, χαρτόνι, πλαστικά, γυαλί, σιδηρούχα και αλουμίνιο), αλλά και για το βιοσταθεροποιημένο υλικό που παράγεται μετά από ωρίμανση και ραφινάρισμα, οι δυνατότητες διάθεσης είναι παρόμοιες με αυτές που αναφέρονται στην ενότητα 4.4.1.2 παραπάνω.

4.4.3 Βιολογική Ξήρανση

Αποτελεί τεχνική προεπεξεργασίας των ΑΣΑ με στόχο την ενεργειακή αξιοποίησή τους. Ειδικότερα στοχεύει στη μείωση της υγρασίας των ΑΣΑ (12 έως 15% κατά βάρος) και κατά επέκταση του όγκου τους, στη διευκόλυνση του μηχανικού διαχωρισμού των άχρηστων υλικών και στην παραγωγή SRF. Με τη μέθοδο αυτή το νερό που βρίσκεται στα απόβλητα απομακρύνεται σε μικρό χρονικό διάστημα με την ανάπτυξη βιοθερμικής ενέργειας.

Η πιο σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την εφαρμογή της μεθόδου είναι ο βαθμός ομογενοποίησης των αποβλήτων που εισέρχονται στους ξηραντήρες. Οι ξηραντήρες είναι συνήθως είτε κλειστές δεξαμενές εντός βιομηχανικών κτιρίων είτε κουτιά ορθογώνιου σχήματος (bio-boxes) τα οποία είναι αεροστεγώς κλειστά ώστε να αποφεύγονται οι εκπομπές οσμών και άλλων αερίων.

Η ξήρανση επιτυγχάνεται μέσω αερόβιας αποδόμησης περιορισμένου ποσοστού οργανικών των ΑΣΑ και με παροχή εξωτερικής ενέργειας για εξάτμιση μέρους της υγρασίας των ΑΣΑ. Για κάθε 100 kg αποβλήτων παράγονται περί τα 55 kg SRF.

Από τις εγκαταστάσεις βιολογικής ξήρανσης παράγονται σιδηρούχα υλικά και αλουμίνιο, τα οποία δύναται να διατεθούν στην αγορά και SRF για θερμική αξιοποίηση σε μονάδες καύσης ΑΣΑ, ατμολέβητες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σε κλιβάνους τσιμέντου και σε εγκαταστάσεις αεριοποίησης.[7,10]

4.5 Θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας.

Η θερμική επεξεργασία των στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες μετατροπής του περιεχομένου τους σε αέρια, υγρά και στερεά προϊόντα, με ταυτόχρονη ή συνεπακόλουθη αποδέσμευση θερμικής ενέργειας. Οι τεχνικές θερμικής επεξεργασίας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- αποτέφρωση – καύση (incineration - combustion)
- πυρόλυση (pyrolysis)
- αεριοποίηση (gasification)

4.5.1 Αποτέφρωση – Καύση.

Η αποτέφρωση ή πιο κοινά η καύση των στερεών απορριμμάτων ουσιαστικά εκπροσωπεί μια αρκετά παλαιά και διαδεδομένη διεργασία, η οποία περιλαμβάνει την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών, με παρουσία φλόγας, για την οξείδωση των επιμέρους στοιχείων αυτών, δηλαδή την ένωσή τους με το οξυγόνο. Στόχος της εν λόγω διεργασίας είναι η εξάτμιση, η αποσύνθεση και/ή η καταστροφή των οργανικών στοιχείων των απορριμμάτων, παρουσία οξυγόνου (είτε σε στοιχειομετρική αναλογία, είτε σε περίσσεια), καθώς και η ταυτόχρονη μείωση του προς τελική διάθεση όγκου τους.

Αυτό πραγματοποιείται με χρήση είτε της απαιτούμενης στοιχειομετρικά ποσότητας αέρα (stoichiometric combustion) είτε με περίσσεια αέρα (excess - air combustion).

Οι προϋποθέσεις για την επίτευξη πλήρους καύσης των αποβλήτων είναι:

- επαρκής ποσότητα καύσιμου υλικού και οξειδωτικού μέσου (O₂) στην εστία καύσης επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας ανάφλεξης
- σωστή αναλογία μίγματος (καύσιμης ύλης - οξυγόνου)
- συνεχής απομάκρυνση των αερίων τα οποία παράγονται κατά την καύση
- συνεχής απομάκρυνση των υπολειμμάτων της καύσης

Οι πιο κοινές τεχνολογίες, είναι:

- Η μαζική καύση των ΑΣΑ με εσχάρες.
- Η καύση σε ρευστοποιημένη κλίνη.
- Η καύση σε περιστρεφόμενο κλίβανο.
- Η πυρόλυση
- Η αεριοποίηση.

Κατά την καύση εκτός των τυπικών προϊόντων καύσης (διοξείδιο του άνθρακα, ατμός, μονοξείδιο του άνθρακα) παράγεται ανάλογα με την ποιότητα των αποβλήτων και μια σειρά άλλων ουσιών όπως διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου, υδροχλώριο, υδροφθόριο, πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες κλπ. Επίσης, κατά την καύση των στερεών αποβλήτων παραμένουν στερεά υπολείμματα, τα οποία αντιστοιχούν στο 25-40% του βάρους των εισερχομένων αποβλήτων. Η ποσότητα των υπολειμμάτων εξαρτάται από τη σύνθεση των αποβλήτων και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Διακρίνονται σε τέφρα που παράγεται στο χώρο της καύσης (απομακρύνονται μετά την εσχάρα), τέφρα από τους λέβητες (υπολείμματα τα οποία δημιουργούνται στις θερμαντικές επιφάνειες των λεβήτων και συγκεντρώνονται στις χοάνες κάτω από το λέβητα), ιπτάμενη τέφρα και σκόνη που κατακρατείται στα φίλτρα (συγκεντρώνεται στις χοάνες κάτω από τα ηλεκτρόφιλτρα ή σακκόφιλτρα) και υπολείμματα τα οποία παράγονται από τα συστήματα καθαρισμού των αερίων.

Οι μονάδες αποτέφρωσης σχεδιάζονται ώστε να επεξεργάζονται είτε σύμμεικτα απόβλητα (mass-burned incineration) είτε εναλλακτικά καύσιμα που προέρχονται από την επεξεργασία των αποβλήτων (SRF-RDF). Διαφοροποιούνται τόσο σε σχέση με τον τύπο του συστήματος καύσης (κινούμενων εσχάρων Σχήμα 4.5, περιστρεφόμενου κλιβάνου Σχήμα 4.7, ρευστοποιημένης κλίνης Σχήμα 4.8) όσο και σε σχέση με το σύστημα ελέγχου της ρύπανσης. (υγρή /ξηρή επεξεργασία αερίων, σακκόφιλτρα, ηλεκτροστατικά φίλτρα, πλυντρίδες κ.α.).

Για την επεξεργασία των σύμμεικτων αποβλήτων χρησιμοποιείται το σύστημα κινούμενων εσχάρων ενώ οι άλλοι τύποι συστημάτων καύσης χρησιμοποιούνται συνήθως για την αποτέφρωση επεξεργασμένων ρευμάτων αποβλήτων.

Η θερμική επεξεργασία (στοιχειομετρική καύση), αποτελεί ώριμη μέθοδο επεξεργασίας στερεών αποβλήτων με πλήθος εργοστασίων να λειτουργούν στα κράτη μέλη της Ε.Ε. και λόγω των παραγόμενων αερίων εκπομπών, διέπεται από πολύ αυστηρό πλαίσιο ελέγχου, το οποίο στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον.

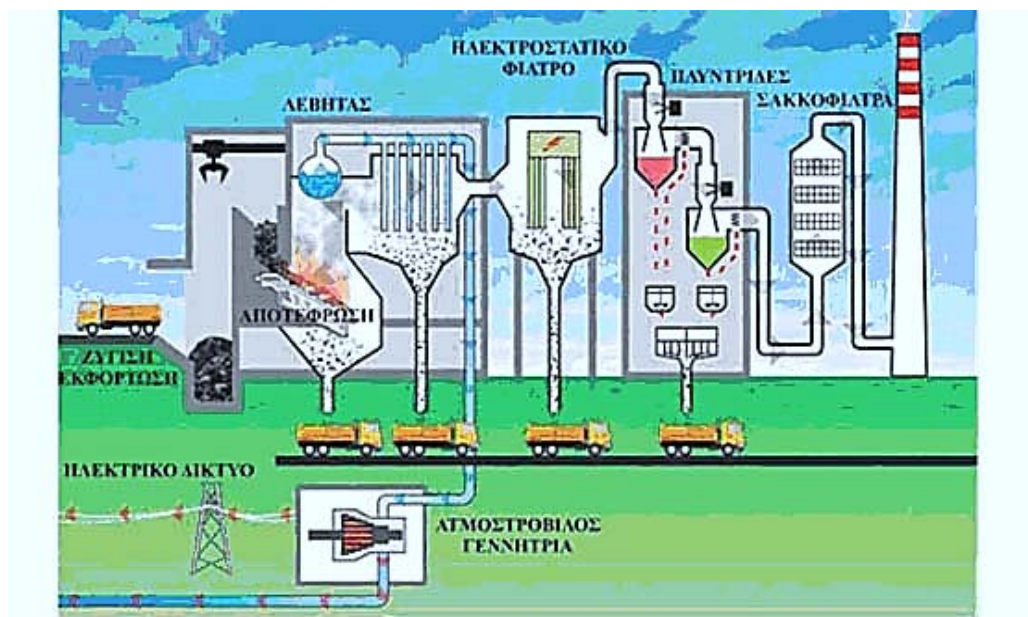
Ειδικά τα συστήματα αντιρρύπανσης, χρησιμοποιούν τεχνολογία αιχμής και έχουν καταφέρει να περιορίσουν σημαντικά τις παραγόμενες αέριες εκπομπές τα τελευταία χρόνια.

Θα πρέπει να σημειωθεί πως λειτουργούν περίπου 800 εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων παγκοσμίως και περρισσότερες από 400 από αυτές βρίσκονται στην Ε.Ε.

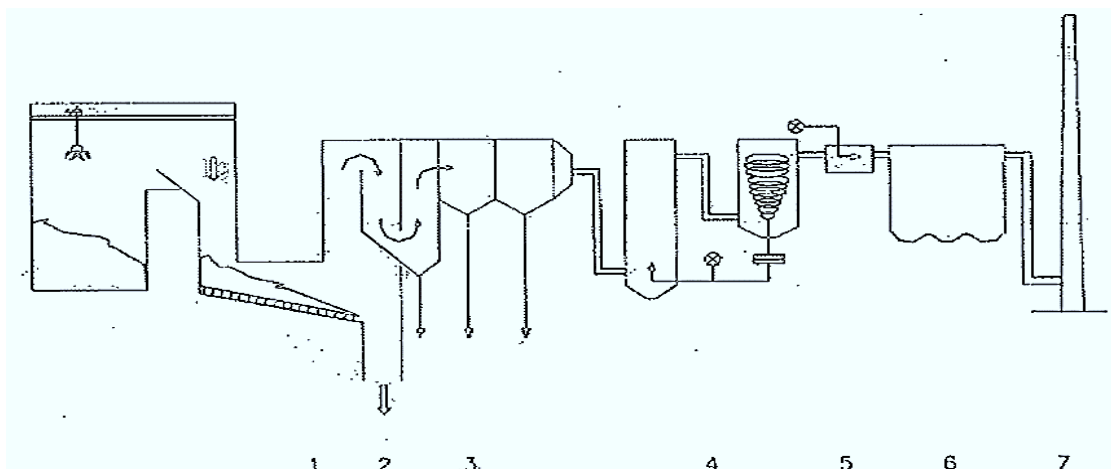
Όλες οι κατηγορίες υπολείμματος από τη θερμική επεξεργασία απαιτούν προσεκτική διαχείριση. Η διάθεση σε χώρο ταφής πρέπει να λαμβάνει υπόψη την εκπλυσιμότητα των διαφόρων συστατικών που περιέχουν τα υπολείμματα αυτά. Η ιπτάμενη τέφρα περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων, διαλυτών αλάτων, οργανικών και την υψηλότερη περιεκτικότητα από όλα τα κατάλοιπα σε χλωριωμένες οργανικές ενώσεις.

Θεωρείται επικίνδυνο απόβλητο και αν δεν εφαρμοστεί κάποια μέθοδος αδρανοποίησής της θα πρέπει να διατεθεί σε χώρο διάθεσης επικίνδυνων αποβλήτων. Η τέφρα βάσης μπορεί να διατεθεί μετά την ψύξη της σε ΧΥΤΑ αλλά συνήθως αξιοποιείται στην οδοποιία, καθώς στα κράτη μέλη της Ε.Ε. έχουν αναπτυχθεί εθνικές προδιαγραφές για την αξιοποίησή της, σε αντίθεση με την ελληνική πραγματικότητα.[4,7]

Σχήμα 4.2 Τυπική μονάδα αποτέφρωσης αποβλήτων.



Σχήμα 4.3 Σύστημα ελέγχου εκπομπών για έλεγχο σωματιδίων, HCl, HF, SO₂, διοξινών και βαρέων μετάλλων.



1)Κλίβανος, 2) Σύστημα απομάκρυνσης υπολοίπων, 3) Λέβητας, 4) Αντιδραστήρας ψεκασμού Ca(OH)₂ για έλεγχο HC, HF, SO₂, 5) Προσθήκη ενεργού άνθρακα, 6) Σακόφιλτρο, 7) Καμινάδα.

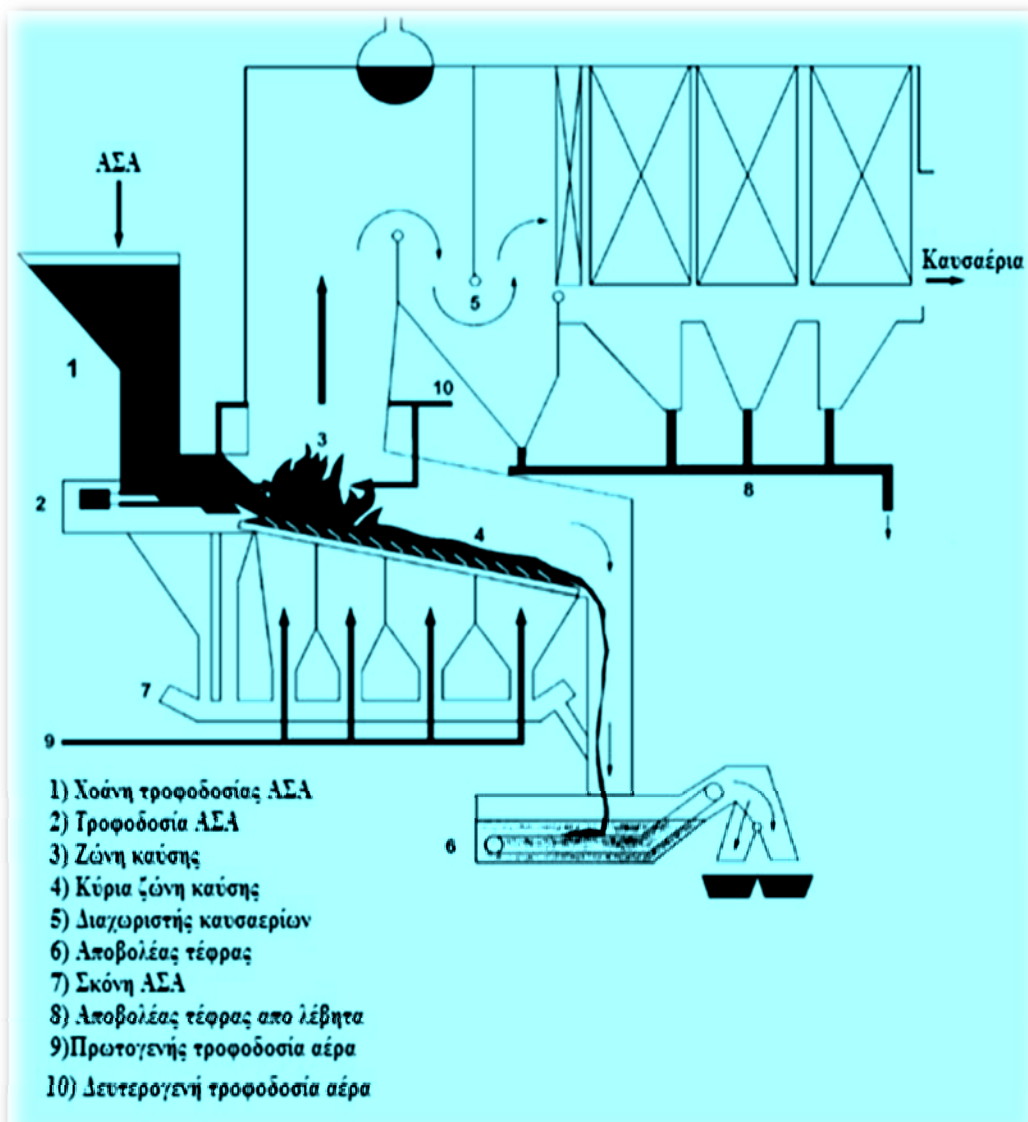
4.5.1.1 Καύση με αποτεφρωτή κινούμενων εσχάρων.

Οι συγκεκριμένες μονάδες χρησιμοποιούνται ευρέως για την καύση των ανεπεξέργαστων ΑΣΑ. Στην Ευρώπη περίπου το 90% της καύσης των ΑΣΑ γίνεται σε καυστήρες μαζικής καύσης με εσχάρες.

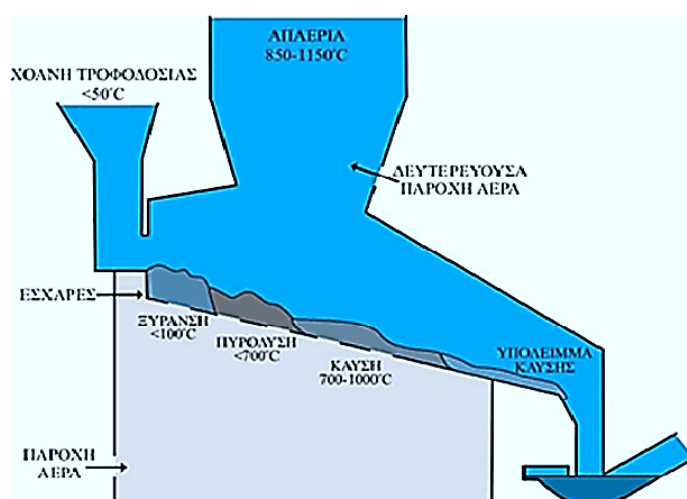
Οι εγκαταστάσεις μαζικής καύσης με εσχάρες συνήθως περιλαμβάνουν τα ακόλουθα κατασκευαστικά στοιχεία:

- Τη χοάνη τροφοδοσίας των ΑΣΑ..
- Τις εσχάρες.
- Τον μηχανισμό απομάκρυνσης της τέφρας του πυθμένα.
- Τον έλεγχο και τον καθαρισμό των καυσαερίων.
- Τον θάλαμο καύσης, εστία καύσης.
- Τον λέβητα για παραγωγή ατμού.
- Τον ατμοστρόβιλο για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Εφεδρικούς καυστήρες, για να επιτυγχάνεται σταθερό εύρος θερμοκρασιών στην εστία.

Σχήμα 4.4 Εγκατάσταση καύσης ΑΣΑ με κινούμενη εσχάρα.



Σχήμα 4.5 Αποτεφρωτής κινούμενων εσχάρων.



Τα φαινόμενα που συμβαίνουν επάνω στην εσχάρα διακρίνονται σε έξι επιμέρους ζώνες:

1. Ζώνη ξήρανσης (εκτείνεται στο αρχικό 20% του μήκους της εσχάρας): Τα εισερχόμενα απορρίμματα παραλαμβάνουν θερμότητα με ακτινοβολία από τη φλόγα (ακτινοβολία αερίων και σωματιδίων) και με συναγωγή από τον προθερμασμένο πρωτεύοντα αέρα καύσης, με αποτέλεσμα να εξατμίζεται η περιεχόμενη σε αυτά υγρασία και τα πτητικά συστατικά.
2. Ζώνη πυρόλυσης: Αυξάνοντας τη θερμοκρασία εξατμίζονται διαρκώς περισσότερα πτητικά συστατικά.
3. Ζώνη έναυσης: Η απαραίτητη θερμότητα για την έναυση του στερεού υλικού προσδίδεται σε αυτό από επάνω με ακτινοβολία (από τη φλόγα και τα εσωτερικά τοιχώματα του φλογοθαλάμου).
4. Ζώνη εξαερίωσης: Η μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας εξαιτίας της πλήρους έναυσης των ΑΣΑ προκαλεί εξαερίωση μιας ποικιλίας υλικών που περιέχονται σε αυτά.
5. Ζώνη καύσης: Ο εναπομένον άνθρακας οξειδώνεται πλήρως, ενώ στο φλογοθάλαμο καίγονται τα αέρια που παράχθηκαν από τις φάσεις της πυρόλυσης και της εξαερίωσης. Μεγάλη σημασία έχει η επαρκής ψύξη της εσχάρας από το πρωτεύοντα αέρα που τη διαρρέει.
6. Ζώνη ολοκλήρωσης της καύσης: Η ολοκλήρωση της καύσης αποδίδει αρκετά αδρανοποιημένο (ανόργανο) στερεό υπόλειμμα στο τέλος της εσχάρας.[4,7]

4.5.1.2 Καύση με αποτεφρωτή περιστρεφόμενου κλιβάνου.

Το σύστημα περιστρεφόμενου κλιβάνου αποτελείται από:

- Το σύστημα υποδοχής.
- Το δοσομετρικό σύστημα.
- Τον περιστρεφόμενο κύλινδρο.
- Το σύστημα παροχής αέρα.
- Τον επιπλέον καυστήρα.
- Το θάλαμο μετάκαυσης (τοποθετείται ώστε να διευκολυνθεί η πλήρης καύση των ΑΣΑ, λόγω του ότι ο χρόνος παραμονής τους είναι μικρός).
- Το σύστημα απομάκρυνσης της σκόνης και της σκωρίας.

Στους συμβατικούς περιστρεφόμενους κλιβάνους, ο κύλινδρος είναι οριζόντιος και περιστρέφεται περί του άξονα του. Το υλικό (πρέπει να υπάρχει σταθερή και συνεχής

παροχή) αναδεύεται, καίγεται και οδηγείται στο άλλο άκρο με την κατάλληλη κλίση (2-4%). Η καταστροφή των οργανικών επιτυγχάνεται με συνδυασμό υψηλών θερμοκρασιών και κατάλληλου χρόνου παραμονής. Γενικά, όσο μεγαλύτερη η θερμοκρασία, τόσο μικρότερος ο χρόνος παραμονής που απαιτείται για την καύση.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι τα εξής:

- Έχει τη δυνατότητα να κάψει μεγάλη ποικιλία αποβλήτων.
- Τα ΑΣΑ δε χρειάζονται προεπεξεργασία.
- Ελέγχεται εύκολα ο χρόνος παραμονής των ΑΣΑ στον κλίβανο.
- Επιτυγχάνεται αποτελεσματική επαφή με τον αέρα.

Τα μειονεκτήματα είναι τα παρακάτω:

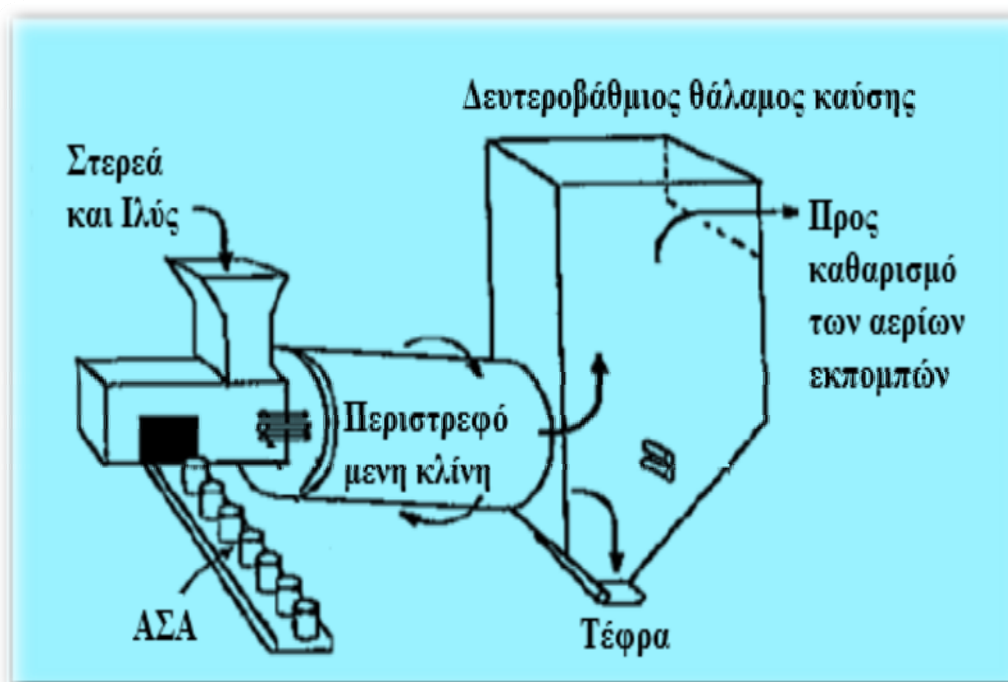
- Παραγωγή μεγάλης ποσότητας αιωρούμενων σωματιδίων λόγω υψηλής περιστροφής και τριβής που δημιουργείται στον κλίβανο.
- Απαιτείται μεγάλη ποσότητα περίσσειας αέρα (100-150%).
- Ένα μεγάλο μέρος της θερμότητας χάνεται με την τέφρα.
- Είναι αναγκαίος συχνά ένας θάλαμος μετάκαυσης.

Όπως φαίνεται και από το παρακάτω Σχήμα 4.6 ο περιστρεφόμενος κλίβανος αποτελείται από ένα κυλινδρικό βαρέλι το οποίο έχει μικρή οριζόντια κλίση, για να μεταφέρονται τα ΑΣΑ με την βαρύτητα. Το βαρέλι έχει έδρανα ολίσθησης που του επιτρέπουν την περιστροφή του για καλύτερη ανάμειξη των ΑΣΑ.

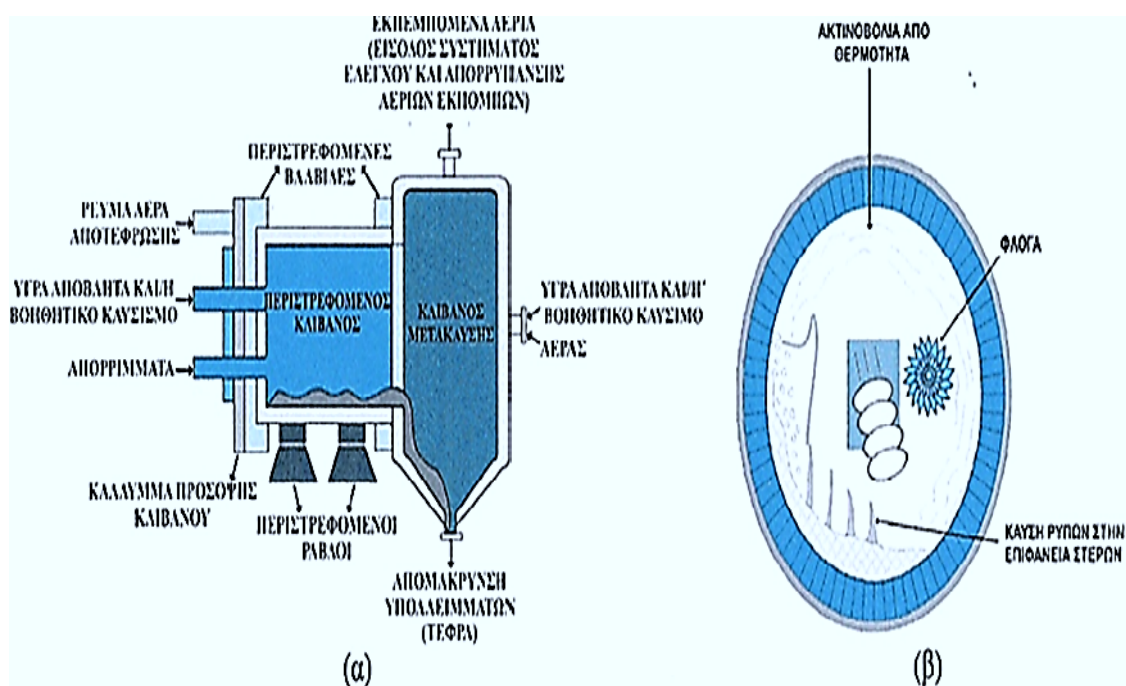
Η περίοδος παραμονής των ΑΣΑ μέσα στον κλίβανο εξαρτάται από την οριζόντια κλίση του και από την ταχύτητα περιστροφής του. Συνήθως η ελάχιστη παραμονή μια ποσότητας ΑΣΑ είναι 30 λεπτά ενώ η μέγιστη 90 λεπτά.

Τέλος, όπως φαίνεται και στο εν λόγω σχήμα, τον περιστρεφόμενο κύλινδρο ακολουθεί ένας δεύτερος θάλαμος καύσης. Αυτό γίνεται για να καταστραφούν τα τοξικά συστατικά που σχηματίζονται στον κύλινδρο. Στον δεύτερο θάλαμο συνήθως γίνεται χρήση υγρών καυσίμων (π.χ. πετρέλαιο), γιατί η αποσύνθεση των τοξικών γίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες.[4,7]

Σχήμα 4.6 Καύση με περιστρεφόμενο κλίβανο.



Σχήμα 4.7 Αποτεφρωτής περιστρεφόμενου κλιβάνου



4.5.1.3 Καύση με αποτεφρωτή ρευστοποιημένης κλίνης.

Η ρευστοποιημένη κλίνη χαρακτηρίζεται από μια γρήγορη, συνεχή και εναλλασσόμενη κίνηση των σωματιδίων στο χώρο. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται τα τελευταία 25 χρόνια.

Ένας από τους σπουδαιότερους λόγους προτίμησής της είναι ο έλεγχος του καυστήρα και συγκεκριμένα ο έλεγχος της καύσης και της αέριας ρύπανσης.

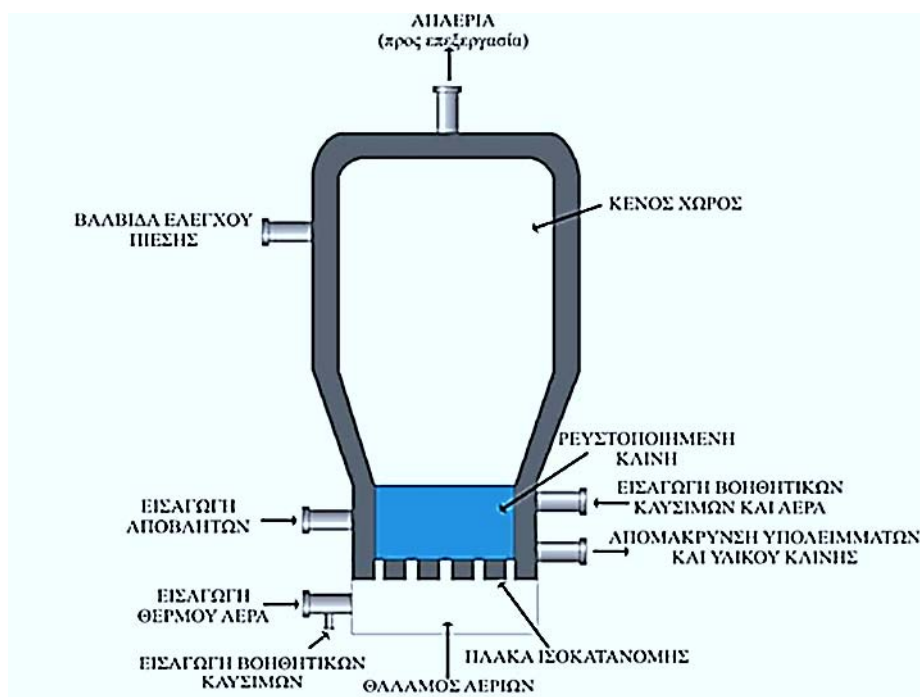
Στην καύση με εστία ρευστοποιημένης κλίνης, η καύσιμη ύλη καίγεται σε μια κλίνη από αδρανές υλικό. Η θερμότητα που ελευθερώνεται, δεσμεύεται στο μεγαλύτερο μέρος της από τις θερμαντικές επιφάνειες. Πριν τροφοδοτηθούν τα ΑΣΑ, γίνεται εκκίνηση του λέβητα με τη βοήθεια ενός καυστήρα πετρελαίου ή αερίου, ώστε να επιτευχθεί η θερμοκρασία ανάφλεξης. Οι εγκαταστάσεις ρευστοποιημένης κλίνης διακρίνονται σε τρία είδη:

- Σταθερή.
- Περιστροφική.
- Ταχεία.

Οι ρευστοποιημένες κλίνες βρίσκουν εφαρμογή για καύση καλώς επεξεργασμένων-λειτουργημάτων ΑΣΑ, RDF και ιλύος από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων.

Το σχετικά υψηλό κόστος προεπεξεργασίας των ΑΣΑ έχει περιορίσει την χρήση αυτών των μονάδων. Αυτό έχει ξεπεραστεί, σε ορισμένες περιπτώσεις από την επιλεκτική συλλογή αποβλήτων, καθώς και την ανάπτυξη ποιοτικών προτύπων για τα ΑΣΑ που δέχονται οι εγκαταστάσεις. Ο συνδυασμός ελεγχόμενων ποιοτικώς ΑΣΑ ή και προεπεξεργασμένων (αντί για μικτά ανεπεξέργαστα ΑΣΑ) και ρευστοποιημένης κλίνης μπορεί να επιτρέψει βελτιώσεις στον έλεγχο της διαδικασίας της καύσης. Έτσι η καύση απλοποιείται και γίνεται οικονομικότερη. [4,7]

Σχήμα 4.8 Αποτεφρωτής ρευστοποιημένης κλίνης.



4.5.2 Πυρόλυση

Η πυρόλυση αποτελεί μια σχετικά νέα θερμική διεργασία, η οποία αν και αναπτύχθηκε στα τέλη του 19ου αιώνα, μόλις τα τελευταία 20 – 30 χρόνια άρχισε να εφαρμόζεται στην επεξεργασία ΑΣΑ. Γενικά, δεν αποτελεί μια ιδιαίτερα διαδεδομένη μέθοδο θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ, τουλάχιστον στην Ευρώπη, λόγω της μειωμένης ενεργειακής απόδοσης και οικονομικής βιωσιμότητάς της.

Η πυρόλυση είναι η αεριοποίηση των ΑΣΑ με απουσία οξυγόνου, κατά την οποία σχηματίζεται το αέριο της πυρόλυσης και ένα στερεό ανθρακικό υπόλειμμα.

Κατά την πυρόλυση των στερεών αποβλήτων, τα προϊόντα που παράγονται είναι:

Αέρια: Αποτελούνται κυρίως από υδρογόνο, μεθάνιο, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα και διάφορα άλλα αέρια, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων

Υγρό: Το υγρό κλάσμα, είναι ελαιώδες με υψηλή πυκνότητα και ιξώδες και περιέχει απλά καρβοξυλικά οξέα (π.χ. οξικό οξύ), κετόνες (π.χ. ακετόνη), αλκοόλες (π.χ. μεθανόλη) καθώς και σύνθετους οξυγονωμένους υδρογονάνθρακες. Με περαιτέρω επεξεργασία το κλάσμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συνθετικό καύσιμο.

Στερεά: Το στερεό υπόλειμμα περιέχει σχεδόν καθαρό άνθρακα και τυχόν αδρανή υλικά που υπάρχουν στα στερεά απόβλητα.

Το τελικό προϊόν είναι ένα μείγμα στερεών (char), υγρών και αέριων (Syngas).

Τα πυρολυτικά έλαια και το αέριο μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας ως καύσιμο σε λέβητα ή να αποθηκευτούν για επεξεργασία σε χημικά προϊόντα, κόλλες, και άλλα προϊόντα. Το στερεό υπόλειμμα είναι ένας συνδυασμός από μη εύφλεκτα ανόργανα υλικά και άνθρακα.

Η ενεργειακή αξία του αερίου της πυρόλυσης είναι συνήθως μεταξύ 5 και 15 MJ/m³ αν το καύσιμο είναι τα ΑΣΑ και μεταξύ 15 και 30 MJ/m³ αν το καύσιμο είναι RDF.

Υπό μια ευρύτερη έννοια, "πυρόλυση" είναι ένας γενικός όρος που περιλαμβάνει πολλούς διαφορετικούς συνδυασμούς τεχνολογιών που αποτελούνται κυρίως από τις παρακάτω διαδικασίες:

- Διαδικασία της θέρμανσης των ΑΣΑ: Σχηματισμός αερίου από πτητικά κλάσματα των ΑΣΑ σε θερμοκρασίες μεταξύ 400 και 600°C.
- Πυρόλυση: Η θερμική αποσύνθεση των οργανικών μορίων των ΑΣΑ μεταξύ 500 και 800°C με αποτέλεσμα να δημιουργείται αέριο και στερεό κλάσμα.
- Αεριοποίηση: Μετατροπή του εναπομείναντα άνθρακα από την πυρόλυση σε μια θερμοκρασία 800 έως 1000°C με τη βοήθεια μιας αερίου στοιχείου (π.χ. αέρας ή ατμός) σε ένα αέριο με ενεργειακή αξία (CO, H₂).
- Καύση: Ανάλογα με το συνδυασμό της τεχνολογίας, του ανθρακικού στερεού υπολείμματος και του αερίου της πυρόλυσης τα οποία καίγονται σε θάλαμο συμβατικής καύσης.

Η πυρόλυση απαιτεί θερμική ενέργεια που παρέχεται συνήθως έμμεσα από τη θερμική αγωγιμότητα μέσω των τοίχων ενός αντιδραστήρα με την απουσία αέρα ή οξυγόνου.

Τα υγρά προϊόντα (πυρολυτικά έλαια), παράγονται με χαμηλότερες θερμοκρασίες πυρόλυσης ενώ τα αέρια προϊόντα (Syngas) παράγονται από υψηλότερες θερμοκρασίες πυρόλυσης. Το Syngas που παράγεται μπορεί να καεί σε ξεχωριστό θάλαμο αντίδρασης για την παραγωγή θερμικής ενέργειας η οποία μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ατμού και τελικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Στην Γερμανία, στο Furth, μια εγκατάσταση πυρόλυσης των ΑΣΑ, πλήρους κλίμακας 100.000 τόνων ανά έτος, άρχισε να λειτουργεί το 1997. Τροποποιήσεις χρειάστηκαν στην εγκατάσταση και έγιναν μεταξύ 1997 και 1998. Τον Αύγουστο του 1998 το εργοστάσιο έκλεισε μετά από έκρηξη που προέκυψε από αστοχία στην τροφοδοσία ΑΣΑ που προκάλεσε υπερβολική πίεση στον θάλαμο αντίδρασης. Προς το παρόν δεν υπάρχουν μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεις πυρόλυσης σε λειτουργία στην Ευρώπη. Πάντως, μια μικρότερη εγκατάσταση πυρόλυσης έχει τεθεί σε λειτουργία στο Burgau της Γερμανίας.

Ως το τέλος του 2010, υπήρχαν συνολικά 6 μονάδες πυρόλυσης σε λειτουργία στην Ιαπωνία. Μια νέα εγκατάσταση χιζόταν στο Hamamatsu (2007/2008), όπου χρησιμοποιείται αυτή η τεχνολογία. Η εγκατάσταση σχεδιάζόταν για την επεξεργασία περίπου 450 τόνων ανά ημέρα.

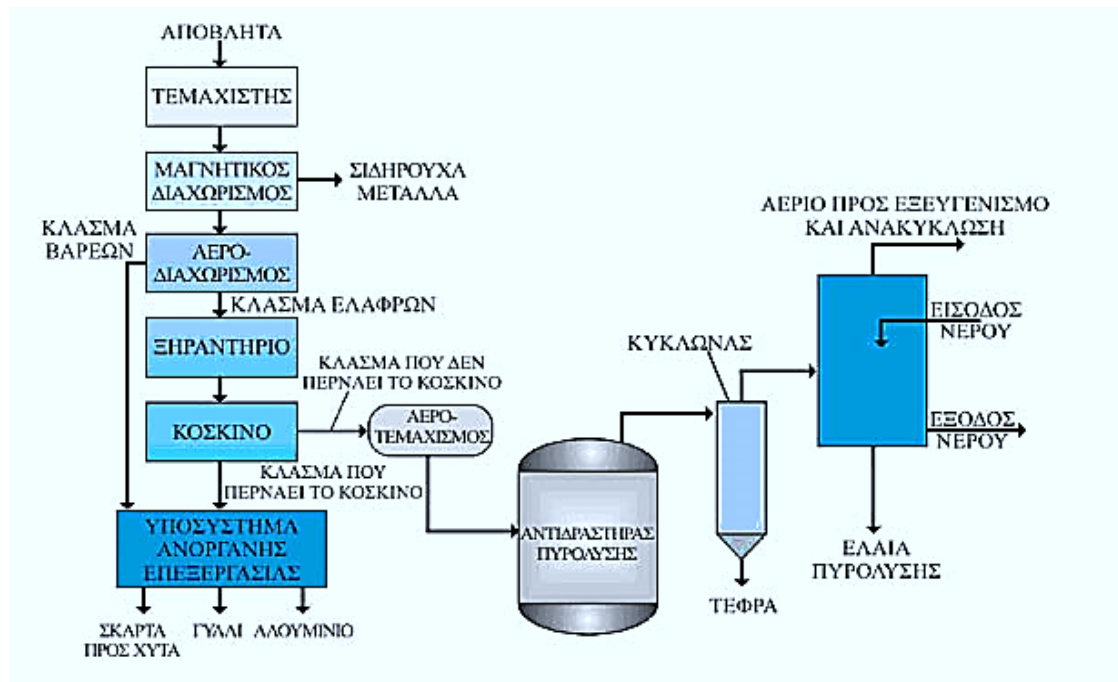
Η πυρόλυση πραγματοποιείται συνήθως σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από ότι η αεριοποίηση και οδηγείται σε καυσαέρια με μικρότερη πτητικότητα σε άνθρακα και σε ορισμένους άλλους ρύπους, όπως βαρέα μέταλλα και διοξίνες. Η σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες επιτρέπουν την καλύτερη ανάκτηση μετάλλων πριν τα υπολειπόμενα προϊόντα της πυρόλυσης εισέλθουν στον θάλαμο υψηλής θερμοκρασίας και υαλοποιηθούν.

Τα προβλήματα που εντοπίστηκαν σε σχέση με τη διαδικασία της πυρόλυσης των ΑΣΑ περιλαμβάνουν:

- Την χαμηλή παραγωγή ενέργειας.
- Την απαίτηση για ένα καλά σφραγισμένο θάλαμο αντίδρασης για ασφαλή λειτουργία. Η διαδικασία της πυρόλυσης είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην παρουσία του αέρα.
- Την απαίτηση για προεπεξεργασία των ΑΣΑ.

Σε γενικές γραμμές, η πυρόλυση ενδείκνυται για την επεξεργασία επεξεργασμένων ΑΣΑ (δευτερογενή καύσιμα) και λιγότερο για σύμμεικτα ΑΣΑ, καθώς η εφαρμογή της στην επεξεργασία ετερογενών μειγμάτων δεν έχει ακόμα ωριμάσει στην Ε.Ε. αν και υπάρχει σημαντικός αριθμός ερευνητικών και πιλοτικών προγραμμάτων σε παγκόσμιο επίπεδο.[4,7]

Σχήμα 4.9 Διεργασία Πυρόλυσης



4.5.3 Αεριοποίηση

Η αεριοποίηση αποτελεί επίσης μια σχετικά νέα και μη ευρέως διαδεδομένη, στην Ευρώπη, μέθοδο θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ. Ουσιαστικά περιλαμβάνει την μετατροπή του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων σε ένα μίγμα καύσιμων αερίων, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη στην χημική βιομηχανία, είτε ως καύσιμο.

Η αεριοποίηση έχει ομοιότητες με την πυρόλυση, όπως τη μετατροπή των απορριμμάτων σε αέρια, στερεά και υγρά καύσιμα, αλλά παρουσιάζει μια βασική διαφορά κατά την εφαρμογή της, αφού η μεν πυρόλυση χρησιμοποιεί εξωτερική πηγή θερμότητας για να ενεργοποιηθούν οι ενδόθερμες αντιδράσεις θερμικής διάσπασης των απορριμμάτων, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου. Η δε αεριοποίηση είναι αυτοσυντηρούμενη (χωρίς εξωτερική πηγή ενέργειας μετά το στάδιο της ανάφλεξης) και χρησιμοποιεί πρόσθετο καύσιμο αέριο, όπως για παράδειγμα ατμό, διοξείδιο του άνθρακα, αέρα ή οξυγόνο, για την επιπλέον μετατροπή των οργανικών υπολειμμάτων σε αέρια προϊόντα. Η ενέργεια που απαιτείται για την αντίδραση αεριοποίησης παράγεται με καύση μέρους του οργανικού υλικού στον αντιδραστήρα αεριοποίησης.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της διαδικασίας της αεριοποίησης είναι:

- Μικρότερος όγκος των καυσαερίων σε σύγκριση με τον όγκο καυσαερίων στην μαζική καύση (έως και 10 φορές με τη χρήση καθαρού οξυγόνου)
- Παραγωγή CO αντί του CO₂
- Υψηλές πιέσεις λειτουργίας (σε ορισμένες διεργασίες)
- Στερεά κατάλοιπα σκωρίας (σε τεχνολογίες αεριοποίησης υψηλής θερμοκρασίας)
- Μικρό σε μέγεθος και συμπαγές το παραγόμενο αδρανές υλικό (ειδικά σε αεριοποίηση υψηλής πίεσης)
- Υλική και ενεργειακή αξιοποίηση του παραγόμενου αερίου.
- Μικρή παραγωγή υγρών αποβλήτων από τον καθαρισμό του παραγόμενου αερίου. [EC, 2006]

Η αεριοποίηση είναι η θέρμανση των ΑΣΑ για την παραγωγή ενός καιγόμενου αερίου (Syngas), το οποίο αποτελείται από ένα μίγμα κυρίως H_2 και CO μαζί με μικρότερες ποσότητες CH_4 , N_2 , H_2O και CO_2 . Το Syngas που παράγεται μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί επιτόπου σε ένα δεύτερο στάδιο θερμικής καύσης για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Αλλιώς το syngas αποθηκεύεται και καίγεται σε βιομηχανίες που έχουν αυξημένες ανάγκες θερμότητας.

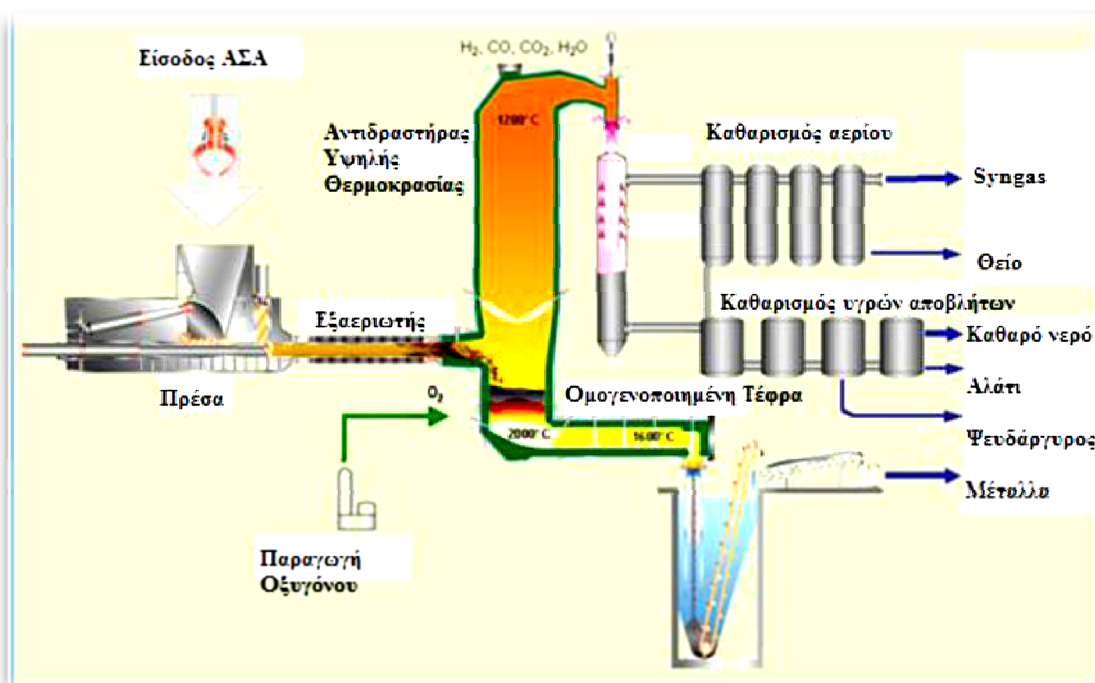
Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι της τεχνολογίας αεριοποίησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση των ΑΣΑ.

Αυτοί είναι:

- η σταθερή κλίνη,
- η ρευστοποιημένη κλίνη
- και η τεχνολογία υψηλής θερμοκρασίας αεριοποίησης.

Από τους τρεις τύπους αεριοποίησης, η τεχνολογία της υψηλής θερμοκρασίας είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη σε εμπορική κλίμακα. Τα ΑΣΑ περνούν από έναν αγωγό όπου γίνεται εξαέρωση και εξατμηση με θέρμανση και στη συνέχεια τροφοδοτούνται σε ένα θάλαμο αεριοποίησης, τον αντιδραστήρα όπου θερμαίνεται υπό τις κατάλληλες συνθήκες. Έτσι γίνεται η μετατροπή των ΑΣΑ σε Syngas. Οξυγόνο εγχέεται στον αντιδραστήρα έτσι ώστε η θερμοκρασία να πάει πάνω από 2.000 C° . Η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται είναι τόση ώστε να διατηρηθεί η θερμοκρασία σε υψηλά επίπεδα για να προχωρήσει η διαδικασία. Η υψηλή θερμοκρασία προκαλεί την μετατροπή του οργανικού υλικού των ΑΣΑ σε Syngas. Από το Syngas έπειτα αφαιρούνται οι υδατμοί και άλλα ίχνη ρύπων, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανσης. Η τεχνολογία αυτή δίνεται σχηματικά παρακάτω. [4,7,12]

Σχήμα 4.10 Αεριοποίηση ΑΣΑ



Εκτός της Ιαπωνίας, η αεριοποίηση χρησιμοποιείται μόνο σε λίγες εγκαταστάσεις για τη διαχείριση των ΑΣΑ. Αυτό οφείλεται κυρίως στις τεχνικές δυσκολίες που προκύπτουν λόγω της ανομοιογένειας των ΑΣΑ καθώς η διαδικασία αεριοποίησης γενικά απαιτεί ομοιογενή πρώτη ύλη. Επιπλέον, η αεριοποίηση τείνει να έχει πολύ μεγαλύτερο εύρος λειτουργικών και

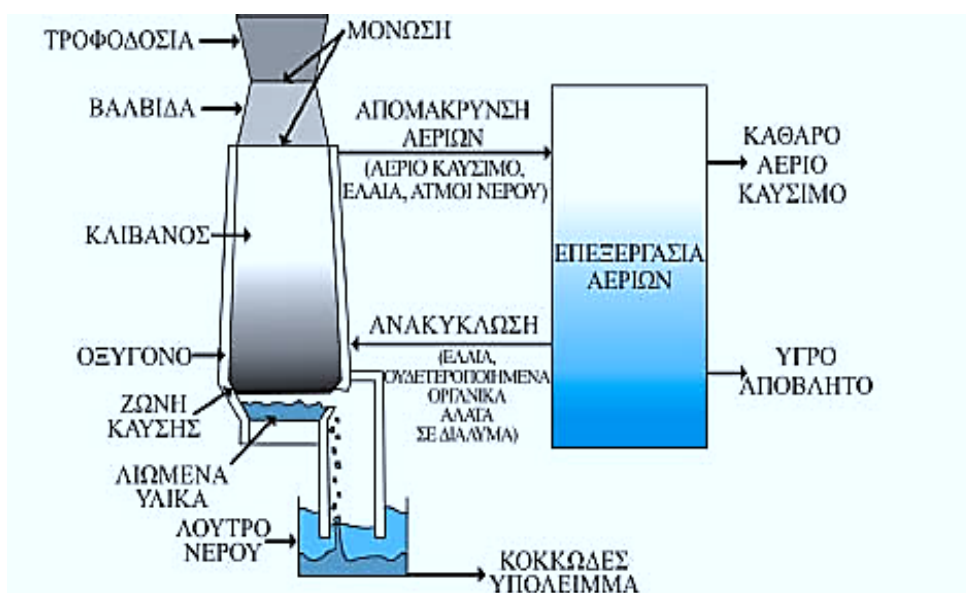
κεφαλαιακών δαπανών σε σύγκριση με τις συμβατικές εγκαταστάσεις καύσης. Οι κύριες επιπρόσθετες δαπάνες είναι για την προεπεξεργασία των ΑΣΑ και την πολυπλοκότητα της τεχνολογίας. Η αεριοποίηση τείνει να έχει υψηλότερο ενεργειακό κόστος και κατά κανόνα λιγότερη ενέργεια (και άρα λιγότερα έσοδα) ανακτάται από τα ΑΣΑ.

Στην Ευρώπη, δεν υπάρχουν σήμερα εγκαταστάσεις αεριοποίησης που διαχειρίζονται ΑΣΑ. Η τεχνολογία θεωρείται πολύ ακριβή και αναξιόπιστη. Η μόνη μεγάλης κλίμακας εμπορική εγκατάσταση αεριοποίησης για την διαχείριση των ΑΣΑ ήταν αυτή της Καρλσρούης, στην Γερμανία. Λειτουργήσε για μερικά χρόνια, αλλά έκλεισε το 2004 λόγω τεχνικών και οικονομικών δυσκολιών.

Υπάρχουν 7 νέες εγκαταστάσεις αεριοποίησης που λειτουργούν σε εμπορική κλίμακα στην Ιαπωνία οι οποίες έχουν κατασκευαστεί κατά τα τελευταία 10 χρόνια. Η χρήση της αεριοποίησης στην Ιαπωνία στηρίζεται στην περιβαλλοντική νομοθεσία που ευνοεί την επεξεργασία σε υψηλή θερμοκρασία των ΑΣΑ και της τέφρας λόγω της παρουσίας χαμηλών επιπέδων των διοξειδίων.

Τέλος, οι εγκαταστάσεις αεριοποίησης που καίνε το Syngas χρειάζονται συστήματα ελέγχου των καυσαερίων. Οι εκπομπές των καυσαερίων θεωρούνται ότι είναι χαμηλότερες από αυτές της συμβατικής μαζικής καύσης των ΑΣΑ. Αυτή η θεώρηση πάντως δεν είναι ευρύτερα αποδεκτή καθώς ο αριθμός των εγκαταστάσεων αεριοποίησης των ΑΣΑ που υπάρχουν είναι αρκετά μικρός, ειδικά σε σχέση με τον αριθμό των εγκαταστάσεων μαζικής καύσης. [12]

Σχήμα 4.11 Διεργασία Αεριοποίησης



Τα τελικά προϊόντα της αεριοποίησης είναι:

- Αέριο πλούσιο σε μονοξειδίο και διοξειδίο του άνθρακα, υδρογόνο και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως μεθάνιο) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.
- Στερεό υπόλειμμα που αποτελείται από άνθρακα και αδρανή.
- Συμπυκνωμένο υγρό υπόλειμμα που παρουσιάζει σύσταση παρόμοια με αυτή του υγρού κλάσματος που παράγεται κατά την πυρόλυση.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΗΣΙΑ”

5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται η δυνατότητα ανάκτησης ενέργειας από απόβλητα σε νησιωτικές κοινότητες του Αιγαίου και του Ιονίου, με έμφαση στην παραγωγή δευτερογενών καυσίμων που παράγονται από απόβλητα (RDF / SRF), καθώς και την καύση αυτών σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας Waste to Energy (WTE). Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των παραμέτρων αυτών, μας δίνουν τη δυνατότητα για την υλοποίηση ενός πλάνου όπου θα έχει μικρές καταναμημένες μονάδες RDF / SRF, όπου θα βρίσκονται σε διάφορα νησιά μειώνοντας τον όγκο των ΑΣΑ με επεξεργασία και, θα παράγουν καύσιμα με υψηλότερη θερμογόνο αξία. Κατά αυτό το τρόπο στη συνέχεια θα μπορούν να μεταφερθούν ευκολότερα σε μια περιφερειακή μονάδα WTE που βρίσκεται είτε στην ηπειρωτική χώρα ή σε ένα στρατηγικά επιλεγμένο γεωγραφικά νησί.

Το πλεονέκτημα μιας τέτοιας ρύθμισης θα είναι ότι μερικές μονάδες WTE σε στρατηγικά επιλεγμένα σημεία, καθώς και ένας σημαντικός αριθμός μονάδων RDF / SRF, θα μειώσουν την πίεση της διαχείρισης των αποβλήτων που υπάρχει στις νησιωτικές περιφέρειες της Ελλάδας, με έναν τρόπο που θα είναι βιώσιμος και λιγότερο δαπανηρός από την κατασκευή πολλών μικρών WTE μονάδων.

Η οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης περί υγειονομικής ταφής (1999/31 ΕΚ), απαιτεί τη μείωση του ποσού των αποβλήτων στους χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ), με ανακύκλωση, λιπασματοποίηση και ανάκτηση ενέργειας. Κατά συνέπεια, τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα σε μια σταδιακή υιοθέτηση μεθόδων ανάκτησης ενέργειας και υλικών από τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) και τα μη - επικίνδυνα βιομηχανικά απόβλητα με κατασκευή μονάδων WTE και Μηχανικής-Βιολογικής Επεξεργασίας (MBE).

Οι μονάδες WTE μπορούν να χρησιμοποιούν σαν καύσιμο, είτε τα εισερχόμενα ΑΣΑ, είτε τα προ-επεξεργασμένα (παράγωγα απορριμμάτων) καύσιμα (RDF ή SRF). Τα τελευταία έχουν υψηλότερες θερμογόνες τιμές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάκτηση ενέργειας αλλά και ως υποκατάστατα καυσίμων στους κλιβάνους τσιμέντου και σε λιγνιτικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας.

Όπου οι ποσότητες αποβλήτων και το έδαφος των περιοχών είναι επαρκείς, το σχέδιο και η εφαρμογή τέτοιων εγκαταστάσεων φαίνονται να είναι εφικτές. Στην περίπτωση των νησιών ο σχεδιασμός και η εφαρμογή τέτοιων εγκαταστάσεων εμφανίζουν κάποιες δυσκολίες. Τα κύρια προβλήματα στα νησιά είναι η έλλειψη κατάλληλης υποδομής, οι εποχιακές διακυμάνσεις του πληθυσμού που συμβάλλουν στην παραγωγή των αποβλήτων, οι κλιματολογικές συνθήκες, η έλλειψη επαρκούς εδάφους και οι δαπανηρές μεταφορές των υλικών στην ηπειρωτική χώρα. [13-18]

Η Ελλάδα έχει 6.000 νησιά, νησίδες και βραχονησίδες. Από όλα αυτά τα νησιά μόνο 127 είναι κατοικημένα και μόνο 79 από αυτά έχουν πληθυσμό πάνω από 100 κατοίκους. Η διαχείριση των αποβλήτων στα νησιά είναι ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει όχι μόνο την Ελλάδα αλλά και όλες τις χώρες που έχουν νησιωτικά συμπλέγματα. Η Ελλάδα είναι ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα, επειδή το 15% του πληθυσμού της χώρας ζει σε αυτές μόνιμα.

Τα νησιά αυτά συνήθως χρησιμοποιούν τους χώρους υγειονομικής ταφής ελεγχόμενους ή μή ως μέθοδο διαχείρισης των στερεών αστικών αποβλήτων. Όπως μπορεί να γίνει κατανοητό αυτός δεν είναι φιλικός προς το περιβάλλον τρόπος για την αντιμετώπιση των ΑΣΑ, και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι αρκετά σημαντικές, λαμβάνοντας υπόψη τα μικρά εδάφη, τα οικοσυστήματα και την παραγόμενη ρύπανση. [13, 19-22]

Δεδομένου ότι η αξιολόγηση διενεργήθηκε λαμβάνοντας υπόψη όλα τα νησιά με πληθυσμό άνω των 100 ατόμων, για όλα τα νησιά που δεν παρουσιάζονται στη παρούσα εργασία φαίνεται ότι η λιγότερο δαπανηρή και πιο κατάλληλη μέθοδος διαχείρισης των ΑΣΑ θα είναι η ανακύκλωση με διαλογή στην πηγή, ενώ τα οργανικά υλικά θα πρέπει να κομποστοποιηθούν.

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός έλλειψης γης στα νησιά, τη νομοθεσία της ΕΕ που απαγορεύει την υγειονομική ταφή των ανεπεξέργαστων αποβλήτων και την ανάγκη καυσίμων για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών φαίνεται λογικό να προτείνονται μονάδες ΜΒΕ και WTE που αντιμετωπίζουν τα απόβλητα με τέτοιο τρόπο ώστε ο όγκος και το βάρος των ΑΣΑ να μειώνεται σημαντικά, ενώ ταυτόχρονα παράγεται ενέργεια.

5.2 Διασυνδέσεις νησιών.

Σ' αυτή τη παράγραφο παρουσιάζονται οι διασυνδέσεις μεταξύ των νησιών και της ηπειρωτικής χώρας με στοιχεία που συλλέχθηκαν από το Υπουργείο Ναυτιλιακών Υποθέσεων, Νησιών και Αλιείας. Τα ακόλουθα σχήματα 5.1-5.6 δείχνουν τις διασυνδέσεις μεταξύ των νησιών και, των νησιών με την ηπειρωτική χώρα. Τα βέλη δείχνουν τις υφιστάμενες διαδρομές των πλοίων, όπως πραγματοποιούνται σήμερα. [23]

Σχήμα 5.1. Οι διασυνδέσεις των νησιών στο Σαρωνικό



Σχήμα 5.2 Οι διασυνδέσεις των νησιών στο Βόρειο Αιγαίο.



Σχήμα 5.3 Οι διασυνδέσεις των νησιών στις Κυκλάδες



Σχήμα 5.4. Οι διασυνδέσεις των νησιών Δωδεκάνησα



Σχήμα 5.5 Οι διασυνδέσεις των νησιών στις Σποράδες.



Σχήμα 5.6 Οι διασυνδέσεις στο Ιόνιο Πέλαγος



5.3 Αξιολόγηση των πιθανών τρόπων ανάκτησης ενέργειας στα ελληνικά νήσια.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης αστικών αποβλήτων περιλαμβάνει:

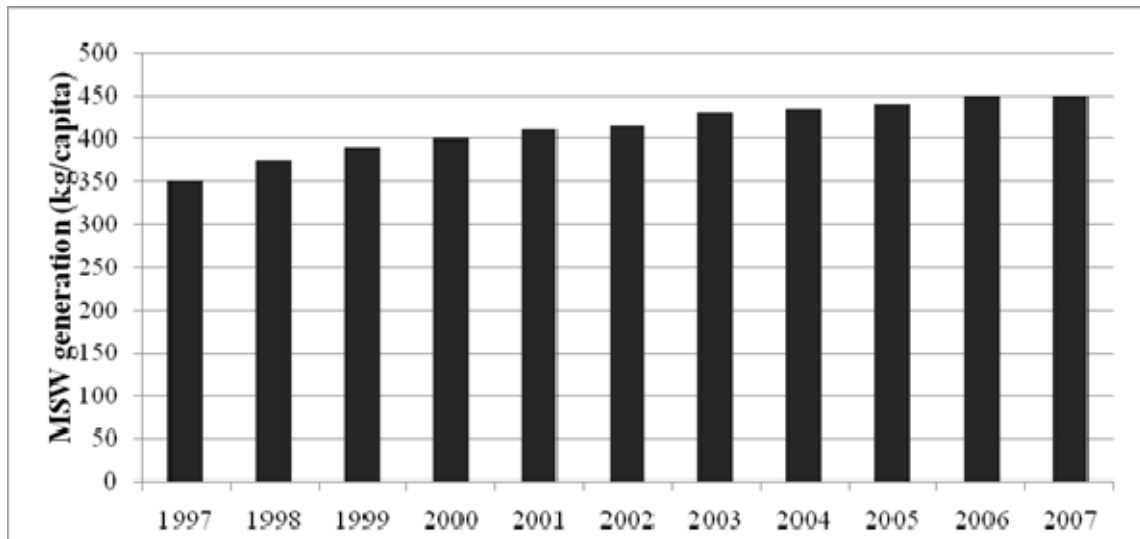
- την εφαρμογή προγραμμάτων για τη βελτιστοποίηση του συστήματος συλλογής,
- τον περιορισμό της παραγωγής αποβλήτων,
- την διαλογή στην πηγή,
- την ανακύκλωση των διαχωρισθέντων υλικών,
- την εφαρμογή συστημάτων μεταφόρτωσης για την αύξηση της οικονομικής αποδοτικότητας του συστήματος,
- τη χρήση μεθόδων επεξεργασίας με στόχο την ενεργειακή αξιοποίηση ή την επαναχρησιμοποίηση των υλικών και τη διάθεση του τελικού υπολείμματος σε σύγχρονους χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ).

Η παραγωγή των ΑΣΑ στην Ελλάδα αυξάνεται με την πάροδο των ετών, όπως παντού στον κόσμο. Το Σχήμα.5.7, παρουσιάζει αυτή την αύξηση, καθώς και τη μέση σύνθεση των ΑΣΑ όπως έχει αναφερθεί από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια σταθερή αύξηση και εκτιμάται ότι θα συνεχιστεί και στο άμεσο μέλλον. Ειδικά στις νησιωτικές κοινότητες η παραγωγή επηρεάζεται και από τις εποχικές διακυμάνσεις κυρίως λόγω του μεγάλου αριθμού των τουριστών που επισκέπτονται κάθε νησί ετησίως. [13, 18-21]

Στα νησιά όπου η πίεση στη διαχείριση των ΑΣΑ λόγω έλλειψης γης είναι μεγαλύτερη, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη μνεία στη μείωση του όγκου και του βάρους των στερεών αστικών αποβλήτων που παράγονται. Αυτό μπορεί να γίνει με μονάδες ΜΒΕ και είναι μια μέθοδος όπου έχει μέγιστη αξιοποίηση και ελάχιστη παραγωγή κατάλοιπων. Έτσι το αποτέλεσμα θα είναι η αυξημένη διάρκεια ζωής για το υφιστάμενους χώρους υγειονομικής ταφής και, ταυτόχρονα υψηλότερης θερμογόνου αξίας καύσιμο που θα

παράγεται από τις ΜΒΕ εγκαταστάσεις. Στη συνέχεια, αυτό το καύσιμο μπορεί να μεταφερθεί ευκολότερα σε μια περιφερειακή μονάδα WTE.[18,20-23,24-25]

Σχήμα 5.7 Παραγωγή αστικών αποβλήτων (kg / κάτοικο) στην Ελλάδα 1997 με 2007



Κατά την εφαρμογή αυτής της αξιολόγησης, το υπάρχοντα στοιχεία για τη παραγωγή ΑΣΑ στα νησιά ήταν πολύ περιορισμένα. Λίγα νησιά έχουν κρατήσει τα επαρκή στοιχεία που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν. Για τα νησιά, Σαλαμίνα, Αίγινα, Πόρος, Σπέτσες, Κύθηρα, Χίου, Ικαρία, Ανδρου, Νάξος, Λέρος, Κάλυμνος, Μήλος, Λευκάδα και Κεφαλονιάς, ο ετήσιος όγκος της παραγωγής ΑΣΑ υπολογίστηκε με βάση τη μέση παραγωγή ΑΣΑ ανά έτος ανά κάτοικο στην Ελλάδα για το έτος 2007 (450 kg/έτος) πολλαπλασιάζομενο με τον πληθυσμό. Για τα υπόλοιπα νησιά έχουμε ακριβείς πληροφορίες σχετικά με την παραγωγή ΑΣΑ ανά κάτοικο(kg/μέρα), αλλά και για τη διάθεση τους σε ΧΥΤΑ(tn/έτος).

5.3.1 Σαρωνικός κόλπος

Τα νησιά του Σαρωνικού κόλπου βρίσκονται πολύ κοντά στην περιοχή της Αττικής και ιδιαίτερα στην Αθήνα. Υπάρχει άμεση σύνδεση με το λιμάνι του Πειραιά με πολλές διαδρομές πλοίων ανά ημέρα. Για το λόγο αυτό φαίνεται λογικό να προτείνεται η δημιουργία μονάδων SRF / RDF στα νησιά Αίγινα και Σαλαμίνα, που είναι τα νησιά με το μεγαλύτερο πληθυσμό. Το παραγόμενο δευτερογενές καύσιμο μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί στην προτεινόμενη στο [28] WTE εγκατάσταση που βρίσκεται στην Αθήνα. Για τα άλλα νησιά που παράγουν μικρότερες ποσότητες ΑΣΑ ανά έτος, η προτεινόμενη μέθοδος επεξεργασίας των ΑΣΑ είναι η ανακύκλωση με διαλογή στην πηγή σε συνδυασμό με μονάδες κομποστοποίησης.

5.3.2 Βόρειο Αιγαίο

Η Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα του Αιγαίου Πελάγους, στο ανατολικό τμήμα της χώρας, και αποτελείται από τους Νομούς της Λέσβου, της Χίου και της Σάμου, σε ένα νησιώτικο σύμπλεγμα εννέα νησιών. Η συνολική έκταση της Περιφέρειας είναι 3.836 τετραγωνικά χιλιόμετρα και αποτελεί το ανατολικό άκρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η διοίκηση της εν λόγω Περιφέρειας βρίσκεται στη Μυτιλήνη. Ο πληθυσμός της συγκεκριμένης Περιφέρειας, σύμφωνα με την επίσημη απογραφή του 2001, ανέρχεται σε 206.121 κατοίκους. Στον πίνακα 5.1 που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή του πληθυσμού της Περιφέρειας ανά νομό.

Πίνακας 5.1 Κατανομή του πληθυσμού της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου ανά νομό

ΝΟΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
Λέσβου	109.118
Χίου	53.408
Σάμου	43.595
Σύνολο	206.121

Σύμφωνα με τη μελέτη του ΠΕ.Σ.Δ.Α. , στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου κατά το έτος 2001 παρήχθησαν 87.010 τόνοι Αστικών Στερεών Αποβλήτων (Α.Σ.Α.), ποσοστό που αντιστοιχεί στο 1,9% σε επίπεδο χώρας, με μέσο συντελεστή παραγωγής 0,93 kg/κάτοικο/ημέρα.

Η ποιοτική σύσταση των ΑΣΑ της εν λόγω Περιφέρειας απεικονίζεται στο Πίνακα 5.2 που ακολουθεί.

Πίνακας 5.2 ποιοτική σύσταση των ΑΣΑ της Περιφέρειας Β.Αιγαίου

Είδος Αποβλήτου	Ποσοστό (%)
Ζυμώσιμα	48,3
Χαρτί	21,6
Πλαστικό	9,4
Μέταλλα	3,2
Γυαλί	5,8
Μπαταρίες	0,1
Λοιπά	11,6

Συνολικά τα βιοαποδομήσιμα υλικά είναι σε ποσοστό 61,26% και τα υλικά συσκευασίας σε ποσοστό 24,06%. Σύμφωνα με το big-east project, τα διαθέσιμα οργανικά στερεά απόβλητα στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου είναι 45.000 τόνοι, τα οποία ισοδυναμούν σε $907 \text{ m}^3 \times 10^4$ βιοαερίου.

Όσον αφορά τη διαχείριση απορριμμάτων στην εν λόγω Περιφέρεια υφίστανται τέσσερις Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.).

Στο Βόρειο Αιγαίο, υφίστανται , σύμφωνα με επίσημα στοιχεία του Υπουργείου Εσωτερικών, 116 Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων (Χ.Α.Δ.Α.), εκ των οποίων οι 80 έχουν αποκατασταθεί, οι 21 παραμένουν σε λειτουργία και οι 15 βρίσκονται σε διαδικασία άμεσης αποκατάστασης. Από τους 15 αδειοδοτημένους Χ.Α.Δ.Α. οι 13 είναι υψηλής και μέσης επικινδυνότητας, εκ των οποίων οι 8 έχουν ενταχθεί σε χρηματοδοτικά προγράμματα και οι 5 δεν έχουν χρηματοδοτηθεί ούτε έχει γίνει πρόταση χρηματοδότησής τους, και οι 2 Χ.Α.Δ.Α. είναι χαμηλής επικινδυνότητας, από τους οποίους ο ένας έχει ενταχθεί σε χρηματοδοτικά προγράμματα και ο άλλος δεν έχει χρηματοδοτηθεί ούτε έχει γίνει πρόταση για χρηματοδότηση.[11]

Με βάση όλα τα παραπάνω για τα νησιά του Βορείου Αιγαίου, το νησί της Λέσβου το οποίο έχει και το μεγαλύτερο πληθυσμό προτείνεται για την κατασκευή μιας μικτής μονάδας WTE, SRF/RDF. Τα νησιά της Λήμνου, Χίου, Σάμου και Ικαρίας που είναι τα αμέσως μεγαλύτερα σε πληθυσμό προτείνονται για τη δημιουργία μονάδων ΜΒΕ (SRF/RDF) όπου θα μεταφέρονται τα απόβλητα των μικρών νησιών, με εξαίρεση της Θάσου και της Σαμοθράκης που είναι κοντά στην ηπειρωτική χώρα. Για τα υπόλοιπα νησιά η

ανακύκλωση με διαλογή στην πηγή σε συνδυασμό με μονάδες κομποστοποίησης είναι η προτεινόμενη μέθοδος επεξεργασίας των ΑΣΑ.

5.3.3 Νότιο Αιγαίο (Κυκλάδες και Δωδεκάνησα)

Η Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο της Ελλάδας και της Ευρώπης, σε μία έκταση 5.300 τετραγωνικών χιλιομέτρων, καλύπτοντας το 4,0% της συνολικής έκτασης της χώρας. Αποτελείται από 79 νησιά (48 κατοικημένα και 31 ακατοίκητα) και πληθώρα βραχονησίδων. Η διοίκηση της Περιφέρειας βρίσκεται στην Ερμούπολη της Σύρου.

Σύμφωνα με την επίσημη απογραφή του 2001 ο πληθυσμός της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου, κατά το 2001 ανερχόταν σε 298.468 κατοίκους, καλύπτοντας το 2,76% του συνολικού πληθυσμού της Ελλάδας. Στον πίνακα 5.3 που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή του πληθυσμού ανά νομό.

Πίνακας 5.3. Μόνιμος και πραγματικός πληθυσμός Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου

ΝΟΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
Κυκλάδων	109.956
Δωδεκανήσου	188.506
Σύνολο	298.462

Σύμφωνα με τη μελέτη του ΠΕ.Σ.Δ.Α. κατά το έτος 2008 ο μέσος συντελεστής παραγωγής απορριμμάτων ήταν 1,87 kg/κάτοικο/ημέρα. Συνεπώς, η ετήσια παραγωγή απορριμμάτων ήταν 238.555 tn (184.756 από τον μόνιμο πληθυσμό και 53.798 από επισκέπτες). Το ποσοστό συμμετοχής των νομών της Περιφέρειας ήταν 72% για τον Νομό Δωδεκανήσου και 28% για τον Νομό Κυκλάδων. Η ποιοτική σύσταση των Α.Σ.Α. της συγκεκριμένης Περιφέρειας παρουσιάζεται στο παρακάτω Πίνακα 5.4.

Πίνακας 5.4 Ποιοτική σύσταση Α.Σ.Α. Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Σιδηρούχα μέταλλα	2,28
Μη σιδηρούχα μέταλλα	1,18
Χαρτόνι/Χαρτί/Χαρτοκιβώτια	27,68
Γυαλί	7,10
Πλαστικό	20,68
Ξύλο	0,50
Αδρανή/Ορυκτά υλικά	0,38
Υφάσματα	2,38
Σύνθετα υλικά	3,18
Υλικά Βεβαρυμμένα με ρύπους	0,38
Προϊόντα υγιεινής	4,08
Άλλα	1,68
Οργανικά	28,50

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι στο Νότιο Αιγαίο, τα βιοαποδομήσιμα υλικά αποτελούν το 45,108% των συνολικά παραγόμενων Α.Σ.Α., και το 37,471% αποτελούν τα υλικά συσκευασίας. Σύμφωνα με το big-east project της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα διαθέσιμα οργανικά στερεά απόβλητα της συγκεκριμένης Περιφέρειας είναι 93.000 τόνοι, οι οποίοι

ισοδυναμούν σε $1886 \text{ m}^3 \times 10^4$ βιοαέριο. Όσον αφορά τη διαχείριση απορριμμάτων στην Περιφέρεια Νοτίου υφίστανται δώδεκα Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.). Στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου υφίστανται 88 Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων (Χ.Α.Δ.Α.), από τους οποίους οι 8 βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 100 μ. από δάσος.

Μέχρι τον Μάιο του 2010, σύμφωνα με επίσημα στοιχεία του Υπουργείου Εσωτερικών, 23 Χ.Α.Δ.Α. είχαν αποκατασταθεί, 31 παραμένουν σε λειτουργία και 34 βρίσκονται σε διαδικασία άμεσης αποκατάστασης με εγκεκριμένη άδεια. Πιο συγκεκριμένα, οι 23 από τους 34 Χ.Α.Δ.Α. είναι υψηλής και μέσης επικινδυνότητας, εκ των οποίων οι 5 έχουν ενταχθεί σε χρηματοδοτικά προγράμματα, οι 3 περιλαμβάνονται σε προτάσεις χρηματοδότησης, και οι 15 δεν έχουν χρηματοδοτηθεί, ούτε έχουν συμπεριληφθεί σε κάποια σχετική απόφαση. Τέλος, από τους υπόλοιπους 11 από τους 34 Χ.Α.Δ.Α., οι οποίοι είναι χαμηλής επικινδυνότητας, οι 6 δεν έχουν χρηματοδοτηθεί, ούτε έχουν προταθεί για χρηματοδότηση, και οι 5 θα αποκατασταθούν με χρήματα από ίδιους πόρους.[11]

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία:

Για τα νησιά των Κυκλάδων, που είναι ένα σύμπλεγμα 19 νησιών και έχουν πληθυσμό 110.000 προτείνονται (SRF/ RDF) μονάδες στη Σύρο, Νάξο, Μύκονο, Μήλο, Πάρο. Το παραγόμενο δευτερογενές καύσιμο μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί στην προτεινόμενη στο [28] WTE εγκατάσταση που βρίσκεται στην Αθήνα. Για τα υπόλοιπα νησιά η ανακύκλωση με διαλογή στην πηγή σε συνδυασμό με την κομποστοποίηση είναι η προτεινόμενη μέθοδος επεξεργασίας των ΑΣΑ.

Στα Δωδεκάνησα, προτείνεται η δημιουργία μιας WTE μονάδας στη Ρόδο (Ρόδος), όπου η μελέτη σκοπιμότητας έχει ήδη ολοκληρωθεί [27] και υποβλήθει. Στην Κω, Λέρο, Κάλυμνο, την Κάρπαθο, την Πάτμο προτείνεται η δημιουργία μονάδων (SRF / RDF) και, για τα υπόλοιπα νησιά η ανακύκλωση με διαλογή στην πηγή σε συνδυασμό με τη κομποστοποίηση είναι η προτεινόμενη μέθοδος επεξεργασίας των ΑΣΑ.

5.3.4 Σποράδες

Οι Σποράδες είναι πολύ κοντά στη Θεσσαλία. Ο πληθυσμός των Σποράδων, σύμφωνα με την επίσημη απογραφή του 2001, ανερχόταν σε 13.528 κατοίκους. Στον πίνακα 5.5 που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή του πληθυσμού ανά νομό.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία προτείνεται μια WTE μονάδα στη Λάρισα [28]. Μία SRF / RDF μονάδα προτείνεται για τη Σκιάθο, ενώ για τη Σκόπελο και την Αλλόνησο η ανακύκλωση με διαλογή στην πηγή σε συνδυασμό με τη κομποστοποίηση είναι η προτεινόμενη μέθοδος επεξεργασίας των ΑΣΑ.

Πίνακας 5.5 Μόνιμος πληθυσμός στις Σποράδες

ΣΠΟΡΑΔΕΣ	
ΝΗΣΙ	ΠΛΥΘΗΣΜΟΣ
Σκιάθος	6160
Σκόπελος	4696
Αλλόνησος	2672

5.3.5 Ιόνιο (Επτάνησα).

Η Περιφέρεια Ιονίων νήσων αποτελείται από τους νομούς Κεφαλληνίας (40% της συνολικής έκτασης της Περιφέρειας), Κέρκυρας (28% της συνολικής έκτασης της Περιφέρειας), Ζακύνθου (17% της συνολικής έκτασης της Περιφέρειας) και Λευκάδας (15%

της συνολικής έκτασης της Περιφέρειας), οι οποίοι καταλαμβάνουν συνολική έκταση 2.318 km², και καλύπτουν το 1,8% της συνολικής έκτασης της χώρας. Η διοίκηση της Περιφέρειας βρίσκεται στην Κέρκυρα.

Τα Ιόνια νησιά βρίσκονται κατά μήκος της δυτικής ηπειρωτικής ακτής της Ελλάδας, και αποτελούνται από 32 νησιά, από τα οποία κατοικούνται τα 13.

Σύμφωνα με την απογραφή του 2001, ο πληθυσμός των Ιονίων νήσων ανέρχεται στους 212.984 κατοίκους

Στον Πίνακα 5.6 που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή του πληθυσμού ανά νομό.

Πίνακας 5.6. Κατανομή πληθυσμού ανά νομό στην Περιφέρεια Ιονίων νήσων

ΝΟΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ (2001)
Κέρκυρας	111.975
Λευκάδας	22.506
Κεφαλληνίας	39.488
Ζακύνθου	39.015
Συνολικά	212.984

Σύμφωνα με τη μελέτη του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΠΕ.Σ.Δ.Α.), η παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων (Α.Σ.Α.) για την Περιφέρεια Ιονίων νήσων ανέρχεται κατά το έτος 2006 σε 84.899 τόνους, το οποίο είναι ποσοστό συμμετοχής σε επίπεδο χώρας 1,62%. Στον Πίνακα 5.7 που ακολουθεί παρουσιάζεται η παραγωγή των Α.Σ.Α. από τον πραγματικό και εποχιακό πληθυσμό.

Πίνακας 5.7. Ετήσια παραγωγή απορριμμάτων Περιφέρειας Ιονίων νήσων από τον πραγματικό και εποχιακό πληθυσμό, έτος 2006.

ΝΟΜΟΙ	Ετήσια παραγωγή απορριμμάτων (tn/yr)	
	Πραγματικός πληθυσμός (225.676)	Εποχιακός πληθυσμός (6.893.172 διανυκτερεύσεις)
Ζάκυνθος	13.994	2.581
Κέρκυρας	41.476	4.312
Κεφαλληνίας	13.912	522
Λευκάδας	7.935	167
Σύνολο	77.317	7.582
Γενικό Σύνολο	84.899	

Η μέση ποιοτική σύσταση των παραγόμενων αστικών αποβλήτων στα Ιόνια νησιά παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.8.

Πίνακας 5.8 Μέση ποιοτική σύσταση ΑΣΑ Περιφέρειας Ιονίων Νήσων.

Σύσταση	Ποσοστό (%)
Βιοαποδομήσιμα οργανικά	41%
Χαρτί	23%
Πλαστικό	18,50%
Μέταλλα	4,70%
Γυαλί	5%
Υπόλοιπα	7,80%
Σύνολο	100%

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι τα βιοαποδομήσιμα υλικά στους Ιόνιους νήσους ανέρχονται σε 54,8% των συνολικών παραγόμενων απορριμμάτων, ενώ το 32,495% των συνολικά παραγόμενων Α.Σ.Α. είναι υλικά συσκευασίας.

Σύμφωνα με το big-east project της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα διαθέσιμα οργανικά στερεά απόβλητα στην εν λόγω Περιφέρεια είναι 59.000 τόνοι το έτος, που ισοδυναμούν σε $1204 \text{ m}^3 \times 10^4$ βιοαέριο.

Στη συγκεκριμένη Περιφέρεια υφίστανται 4 Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων σε Ζάκυνθο, Κέρκυρα, Κεφαλονιά και Λευκάδα αλλά και ένας σταθμός μεταφόρτωσης απορριμμάτων (Σ.Μ.Α.) στην Ιθάκη. Σύμφωνα με τη μελέτη του Π.Ε.Σ.Δ.Α. , τα ποσοστά ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας των Ιονίων νήσων είναι τα ακόλουθα στο Πίνακα 5.9.

Πίνακας 5.9. Ποσοστό ανακύκλωσης υλικών συσκευασίας Ιονίων νήσων (έτος 2005).

Σύσταση	Ποσοστό (%)
Χαρτί	65%
Πλαστικό	3%
Μέταλλα	10%
Γυαλί	19%

Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του Υπουργείου Εσωτερικών μέχρι τον Μάιο του 2010, στα Ιόνια νησιά λειτουργούσαν 43 Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων (Χ.Α.Δ.Α.), οι 18 Χ.Α.Δ.Α. έχουν αποκατασταθεί, 11 παραμένουν σε λειτουργία και 14 είναι σε διαδικασία άμεσης αποκατάστασης (9 υψηλής και μέσης επικινδυνότητας και 5 χαμηλής επικινδυνότητας). Από τους 9 υψηλής και μέσης επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α. προς αποκατάσταση ,5 έχουν ενταχθεί σε χρηματοδοτικά προγράμματα και 4 δεν έχουν χρηματοδοτηθεί, ούτε έχει προταθεί η χρηματοδότηση αποκατάστασης του, ενώ από τους 5 χαμηλής επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α. προς αποκατάσταση, οι 4 έχουν χρηματοδοτηθεί και ο ένας θα αποκατασταθεί από ίδιους πόρους.[11]

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία στα Επτάνησα, προτείνεται η δημιουργία μιας WTE μονάδας στη Κέρκυρα και η δημιουργία SRF/RDF μονάδων σε Λευκάδα, Ζάκυνθο και Κεφαλονιά. Για τα υπόλοιπα νησιά η ανακύκλωση με διαλογή στην πηγή σε συνδυασμό με τη κομποστοποίηση είναι η προτεινόμενη μέθοδος επεξεργασίας των ΑΣΑ.

Συνολικά τα αποτελέσματα των οι προτεινόμενων τοποθεσιών για τις μονάδες WTE και MBE, η χωρητικότητα τους το παραγόμενο προϊόν RDF/SRF καθώς και ο σαφώς μικρότερος

όγκος των ΑΣΑ που θα καταλήγουν σε υγειονομική ταφή παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα 5.10.

Πίνακας 5.10. Προτεινόμενες MBT και WTE εγκαταστάσεις για ανάκτηση ενέργειας σε νησιά του Αιγαίου και του Ιόνιου Πελάγους.

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ WTE	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ WTE ΜΟΝΑΔΩΝ (τόνοι/έτος)	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ SRF/RDF	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ SRF/RDF(τόνοι/έτος)	ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΟ RDF/SRF (τόνοι/έτος)	ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ (τόνοι/έτος)
ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ	ΑΘΗΝΑ [28]	1,000,000	ΣΑΛΑΜΙΝΑ	20899	11472	2194
			ΑΙΓΙΝΑ	9148	5021	960
			ΠΟΡΟΣ	2935	1611	308
			ΣΠΕΤΣΕΣ	2638	1448	277
			ΚΥΘΗΡΑ	2264	1243	238
ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	ΜΥΤΗΛΙΝΗ	130,000 (MSW και RDF/SRF)	ΔΗΜΝΟΣ	12220	6708	1283
			ΧΙΟΣ	35057	19243	3681
			ΣΑΜΟΣ	22818	12525	2396
ΚΥΚΛΑΔΕΣ	ΑΘΗΝΑ [28]	1,000,000	ΙΚΑΡΙΑ	5611	3080	589
			ΣΥΡΟΣ	13353	7329	1402
			ΝΑΞΟΣ	12277	6739	1289
			ΑΜΔΡΟΣ	6756	3708	709
			ΜΥΚΟΝΟΣ	8376	4598	879
ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΑ	ΡΟΔΟΣ [27]	180000	ΜΗΛΟΣ	3220	1768	338
			ΠΑΡΟΣ	8676	4762	911
			ΚΩΣ	33423	18346	1926
			ΛΕΡΟΣ	5483	3010	576
			ΚΑΛΥΜΝΟΣ	10959	6015	1151
ΣΠΟΡΑΔΕΣ	ΛΑΡΙΣΑ [28]	350000	ΚΑΡΠΑΘΟΣ	4380	2404	460
			ΠΑΤΜΟΣ	2015	1106	212
ΕΠΤΑΝΗΣΑ	ΚΕΡΚΥΡΑ	160000	ΣΚΙΑΘΟΣ	8756	4806	919
			ΛΕΥΚΑΔΑ	15847	8751	1667
			ΖΑΚΥΝΘΟΣ	24573	13491	2580
	ΣΧΕΔΙΟ Β' ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΣΑ		ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑ	26295	14436	2761
	ΑΠΟ	ΠΡΟΣ				
	ΛΕΥΚΑΔΑ	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑ				
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	ΠΑΤΡΑ-ΗΛΕΙΑ					
	ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑ	ΠΑΤΡΑ-ΗΛΕΙΑ				

Αυτή η εργασία θα πρέπει να συνεχιστεί και στο τεχνοοικονομικό κομμάτι (κόστος μεταφοράς, κόστος εγκαταστάσεων κτλ.) ώστε να ελεγχθεί αν είναι πραγματικά βιώσιμη μια τέτοια λύση και θα πρέπει να εξετάσουμε και άλλες περιπτώσεις, όπως τη δημιουργία σταθμών μεταφόρτωσης αποβλήτων (ΣΜΑ), από τους οποίους θα μεταφέρονται τα απόβλητα από τα μικρά νησιά στα μεγαλύτερα, ή στην ηπειρωτική χώρα με στόχο τη μείωση της πίεσης και του όγκου των ΑΣΑ.

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εκτιμάται ότι από τους 5.881.000 τόνους ΑΣΑ που παρήχθησαν το 2010, περίπου 3.031.570 (το 50% από το σύνολο των ΑΣΑ) τόνοι διατέθηκαν σε Χ.Υ.Τ.Α. Το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανάκτηση βιοαερίου είναι $154,6 \times 10^6$ kWh, το οποίο αντιστοιχεί σε ανάκτηση ενέργειας 51 kWh ανά τόνο που διατίθεται σε Χ.Υ.Τ.Α. Στην Ελλάδα υφίστανται επίσης 316 ενεργοί Χ.Α.Δ.Α. και εκεί διατίθενται περίπου 1.500.000 τόνοι Α.Σ.Α., δηλαδή 25% των ολικών Α.Σ.Α. Τα πρόστιμα που επιβάλλονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση ανέρχονται σε 34.000 Ευρώ ανά Χ.Α.Δ.Α. ημερησίως. Συνεπώς, στην Ελλάδα αναμένεται η επιβολή προστίμων της τάξεως των 10.744.000 Ευρώ ημερησίως. Η συνολική ποσότητα Α.Σ.Α. που αξιοποιήθηκαν στα πέντε υπάρχοντα Ε.Μ.Α.Κ. της Ελλάδας, το 2010, εκτιμάται σε 602.000 τόνους. Από αυτό το ποσό, ένα εκτιμώμενο 20% μετατρέπεται σε εδαφοβελτιωτικό (κακής ποιότητας, διότι προέρχεται από σύμμεικτα απορρίμματα) και το υπόλοιπο για επιχώσεις στους Χ.Υ.Τ.Α. ή σε έργα οδοποιίας. Το συνολικό κομποστοποιημένο Α.Σ.Α. εκτιμάται σε 20% των οργανικών υπολειμμάτων ή 2% των συνολικά παραγόμενων Α.Σ.Α.

Όσον αφορά τη διαχείριση των ΑΣΑ, η Ελλάδα έχει την ευκαιρία να μεταβάλλει την θέση της στην Ευρωπαϊκή Ένωση και να προωθηθεί από την προτελευταία θέση στην ιεράρχηση των εφαρμοζόμενων τεχνικών που είναι τώρα, μεταξύ των πρώτων. Η λειτουργία οποιουδήποτε νέου ΧΥΤΑ πλέον αποτελεί προσωρινή λύση μέχρι την κατασκευή υπερσύγχρονων μονάδων θερμικής επεξεργασίας απορριμμάτων με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας / WTE. Η ανακύκλωση αποτελεί αποτελεσματική μέθοδο μόνο όταν γίνεται σε συνδυασμό με τη διαλογή απορριμμάτων στην πηγή, ενώ από τις πρακτικές που εφαρμόζονται στις χώρες της ΕΕ, η ενεργειακή αξιοποίηση μπορεί να συνδυαστεί άμεσα με την ανακύκλωση των απορριμμάτων. Η τεχνολογία της θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας, σε συνεργασία με την διαλογή στην πηγή, αποτελεί την πλέον ορθολογική και μόνη ολοκληρωμένη και δοκιμασμένη τελική λύση διαχείρισης απορριμμάτων, με εφαρμογή σε 800 μονάδες παγκοσμίως, σε χώρες με τα υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης (Ελβετία, Σουηδία, Ολλανδία, Βέλγιο, Δανία, Γαλλία, Γερμανία, Αυστρία, κ.α., χώρες δηλαδή με ιδιαίτερη περιβαλλοντική ευαισθησία).

Επιπλέον, μια σύγχρονη μονάδα WTE μειώνει την εξάρτηση από την εξόρυξη λιγνίτη ή τις εισαγωγές πετρελαίου. Αυτή τη στιγμή, τριάντα εκατομμύρια μετρικοί τόνοι ΑΣΑ αποτεφρώνονται ετησίως στις αμερικανικές εγκαταστάσεις, παράγοντας έτσι είκοσι δισεκατομμύρια kWh. Αυτό είναι ισοδύναμο με μια αποταμίευση σχεδόν σαράντα εκατομμυρίων βαρελιών πετρελαίου ετησίως. Παράλληλα, οι σύγχρονες εγκαταστάσεις WTE μπορούν να ανακτήσουν τα περισσότερα από τα σιδηρούχα μέταλλα που περιέχονται στα ΑΣΑ και μερικά από τα μη σιδηρούχα μέταλλα.

Λαμβάνοντας υπόψη την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται όσο και την αποφυγή της παραγωγής εκπομπών ρύπων, έχει προκύψει από σημαντικό αριθμό μελετών ότι οι μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης μειώνουν τις εκπομπές «αερίων του θερμοκηπίου» κατά 1,1 έως 1,3 τόνους διοξειδίου του άνθρακα ανά τόνο ΑΣΑ που αποτεφρώνεται αντί να εναποθεθεί σε ΧΥΤΑ. Συνεπώς και επιπρόσθετα των ενεργειακών πλεονεκτημάτων, η θερμική επεξεργασία των ΑΣΑ σε μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης απορριμμάτων (ΕΑΑ) συντελεί στη μείωση των εκπομπών «αερίων του θερμοκηπίου».

Τέτοιες εκπομπές έχουν μειωθεί δραστικά την τελευταία δεκαετία λόγω της εγκατάστασης συστημάτων ελέγχου απαερίων, που υπερτερούν των περισσότερων εγκαταστάσεων

παραγωγής ενέργειας με καύση άνθρακα. Συνοψίζοντας, γίνεται φάνερο ότι η αποτέφρωση σύμμεικτων απορριμμάτων με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας και ανάκτηση μετάλλων είναι, σε συνεργασία με την διαλογή στην πηγή, μια εναλλακτική τελική (και όχι προσωρινή) λύση διαχείρισης έναντι της ταφής και όλων των άλλων μεθόδων επεξεργασίας που παράγουν ενδιάμεσα δευτερογενή καύσιμα και κομπόστ χωρίς καμία εμπορική αξία. Επιπλέον, η συνεισφορά από την εφαρμογή μιας τέτοιας μεθόδου στο ενεργειακό ισοζύγιο μιας περιοχής είναι αρκετά σημαντική και απαραίτητη, ειδικά σε περιόδους αιχμής, με το πλεονέκτημα ότι η ενέργεια αυτή παράγεται από μια Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (Α.Π.Ε.), τα απορρίμματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Municipality Solid Waste Management An evaluation on the Boras System Kamran Rousta.
2. An Integrated Approach to Municipal Solid Waste Management in Crete Sannah Gruner.
3. <http://www.ypeka.gr/>
4. Η ένταξη της καύσης στην ολοκληρωμένη διαχείριση των Α.Σ.Α. της περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας. Π. Μουγκογιάννης.
5. <http://ec.europa.eu>
6. <http://www.cewep.eu>
7. <http://www.eedsa.gr>
8. <http://el.wikipedia.org/wiki/Ελλάδα>
9. Ενεργειακή Αξιοποίηση Αστικών Στερεών Αποβλήτων: Δυνατότητες Εφαρμογής στην Ελλάδα. Π. Σαμαράς, Ε. Καλογήρου, Α. Καραγιαννίδης, Ν. Θέμελης, Σ. Καλλιώρα.
10. Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα /η περίπτωση της Αττικής Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας.
11. Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων (Α.Σ.Α.) για τις Περιφέρειες της Ελλάδος Αθανάσιος Χ. Μπουρτσάλας, Νικόλαος Ι.Θέμελης, Ευστράτιος Καλογήρου.
12. Archer et al. 2005c, Bardow 2004 DEFRA 2055b.
13. European Environmental Agency 2007. Europe's Environment, The 4th Assessment, Copenhagen.
14. EU Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste.
15. EU Directive 2000/76/EC of 4 December 2000 on the incineration of waste.
16. EU Directive 2001/80/EC of 23 October 2001 on the limitations of emissions of certain pollutants into the air from large combustion plants.
17. EU Directive 2001/77/EC of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market.
18. www.seas.columbia.edu/earth/wtert/ (accessed March 3-4, 2011)
19. Theochari Ch., Aravossis K., Varelidis P., Diavatis I., Ziogas, Ch. Iatrou, S., Bourka A., Economopoulos A., Papagrigoriou S., Pantelaras P., Frantzis, I., 2006. Solid waste management in Greece, The Attica case. Technical Chamber of Greece, Athens, November.
20. www.wtert.gr (accessed February 20-22, 2011)
21. <http://www.eedsa.gr> (accessed February 20-22, 2011)
22. <http://www.ota.gr/population.html> (accessed March 20-22, 2011)
23. <http://www.yen.gr/yen.chtm?prnbr=25164> (accessed March 20-22, 2011)
24. http://www.ecorec.gr/econew/index.php?option=com_content&view=article&id=311&Itemid=130(accessed February 20-22, 2012)
25. Association of Communities and Municipalities in the Attica Region (ACMAR), 2009. Project: Composition and physicochemical properties of MSW of Attica 2006-2008. Presentation in Environmental Protection Committee of The Greek Parliament, January 29, Athens, Greece.

26. Tsatsarelis Th., Karagiannidis A., 2008. Evaluation of refuse derived fuel production and consumption potential in Greece. Proc. of the 2nd Int. Conf. on Engineering for Waste Valorisation (eds: G. Lyberatos), June 3-5, Patra, Greece.
27. Themelis, N.J., Bourka, A. & Ypsilantis, G., 2009. Energy and materials recovery from municipal solid wastes at the island of Rhodes, Proc. 2nd Int. Conf. Envir. Manag. Eng. Plan. Econ. (CEMEPE), 21-26 June, Mykonos, Greece, 1025-1033,
28. Papageorgiou, A., Karagiannidis, A, Barton, J.R, Kalogirou, E., 2009. Municipal solid waste management scenarios for Attica and their greenhouse gas emission impact, Waste Manag. Res., 27, 928-937.
29. Psomopoulos, C.S., Themelis, N.J., 2009. Potential for energy generation in Greece by mass burning and by pre-processing (RDF/SRF) of solid wastes, Proc. 2nd Int. Conf. Envir. Manag. Eng. Plan. Econ. (CEMEPE), 21-26 June, Mykonos, Greece, 1121-1126.

ΑΘΗΝΑ

ΙΟΥΛΙΟΣ - 2013