



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΣΕΡΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ
ΣΕΡΡΩΝ**

**ΤΟΥ ΝΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΧΡΗΣΤΟΥ
Α.Μ. 4400**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΤΡΑΓΟΥΔΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΣΕΡΡΕΣ
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2009**

*Αφιερωμένη
στους γονείς μου
για τη στήριξή τους
όλα αυτά τα χρόνια*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Κο Τραγούδα Κων/νο για την ανάθεση της παρούσας πτυχιακής εργασίας και για την πολύτιμη καθοδήγηση που μου προσέφερε. Ευχαριστώ τους υπαλλήλους του δήμου Σερρών (Δ/ντή Δ/σης Καθαριότητας Γεωπόνο κ. Σουλιώτη Μιχαήλ, τη Χημικό Μηχανικό κ. Κοκκινίδου Αθηνά και τον Προϊστάμενο κίνησης κ. Λεμονή Ιορδάνη) για τη μεγάλη βοήθεια που μου προσέφεραν, χωρίς την οποία η εργασία αυτή δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την υπάλληλο της Δ/σης Περιβάλλοντος της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Σερρών Περιβαλλοντολόγο κ. Παρασχά Αναστασία για τον χρόνο που μου αφιέρωσε και την πολύτιμη βοήθειά της στην ανεύρεση βιβλιογραφίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ο υπολογισμός της μοναδιαίας παραγωγής απορριμμάτων (ΜΠΑ) του δήμου Σερρών σε μονάδες kg/κάτοικο/ημέρα, η εύρεση του συνολικού κόστους διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) του παραπάνω δήμου σε μονάδες €/τόνο και η εύρεση του μοναδιαίου κόστους διαχείρισης σε μονάδες €/κάτοικο/έτος.

Ο πραγματικός πληθυσμός του δήμου Σερρών ανέρχεται στους 66.145 κατοίκους. Η μοναδιαία παραγωγή απορριμμάτων στο δήμο Σερρών είναι 1,48 kg/κάτοικο/ημέρα ή 540 kg/κάτοικο/έτος. Το συνολικό κόστος διαχείρισης των ΑΣΑ στο δήμο Σερρών είναι 126 €/τόνο και το μοναδιαίο κόστος διαχείρισης 67 €/κάτοικο/έτος.

ABSTRACT

Aim of this dissertation is the calculation of unit production of solid waste of the municipality of Serres and in units kg/capita/day, the calculation of total municipal solid waste (MSW) management cost of the above municipalities in units €/tonne and the calculation of unit cost of management in units €/capita/year.

The permanent population of the municipality of Serres is 66.145 inhabitants. The unit production of solid waste in the municipality of Serres is 1,48 kg/capita/day or 540 kg/capita/year. The total MSW management cost in the municipality of Serres is 126 €/tonne and the unit MSW management cost is 67 €/capita/year.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	i
Abstract	ii
Πίνακας Περιεχομένων	iii
Κατάλογος Πινάκων	1
Κατάλογος Σχημάτων	2
Κατάλογος Εικόνων	2
Κατάλογος Χαρτών	3
Κεφάλαιο 1^ο : Εισαγωγή	4
Κεφάλαιο 2^ο : Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των αστικών στερεών αποβλήτων	7
2.1 Κατηγορίες στερεών αποβλήτων	7
2.1.1 Αστικά στερεά απόβλητα	11
2.1.2 Ειδικά και βιομηχανικά στερεά απόβλητα	13
2.1.2.1 Επικίνδυνα απόβλητα	13
2.1.2.2 Μη επικίνδυνα απόβλητα	15
2.2 Ποσοτική ανάλυση των αστικών στερεών αποβλήτων	21
2.2.1 Ρυθμός παραγωγής αποβλήτων	22
2.2.2 Μοναδιαία παραγωγή αποβλήτων	25
2.3 Ποιοτική ανάλυση των αστικών στερεών αποβλήτων	29
2.3.1 Φυσικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ	29
2.3.2 Χημικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ	34
2.3.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ	37
Κεφάλαιο 3^ο :Θεσμικό πλαίσιο – Νομοθεσία	38
3.1 Εθνική στρατηγική για τα στερεά απόβλητα	39

3.2 Σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων νομού Σερρών	41
Κεφάλαιο 4^ο : Μέθοδοι διαχείρισης στερεών αποβλήτων	45
4.1 Βασικές αρχές διαχείρισης απορριμμάτων	47
4.2 Προσωρινή αποθήκευση	51
4.3 Συλλογή – Μεταφορά	53
4.4 Μέθοδοι και τεχνικές διαχείρισης απορριμμάτων	55
4.4.1 ΧΥΤΑ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων)	55
4.4.2 Ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα	56
4.4.3 Κομποστοποίηση	58
4.4.4 Ανακύκλωση υλικών	58
4.4.4.1 Συστήματα διαλογής	59
4.5 Διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα	61
Κεφάλαιο 5^ο : Μεθοδολογία εκτίμησης αστικών στερεών αποβλήτων του δήμου Σερρών	66
5.1 Υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης ΑΣΑ	66
5.2 Υπολογισμός παραγωγής ΑΣΑ	70
Κεφάλαιο 6^ο : Μεθοδολογία υπολογισμού ισοδυνάμου ετήσιου κόστους	73
Κεφάλαιο 7^ο : Αποτελέσματα	76
7.1 Μοναδιαία παραγωγή και μοναδιαίο κόστος διαχείρισης των ΑΣΑ του δήμου Σερρών	76
Κεφάλαιο 8^ο : Συμπεράσματα	84
Κεφάλαιο 9^ο : Συζήτηση – Μελλοντική Έρευνα	85
Βιβλιογραφία	89
Παράρτημα	93

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Κατηγορίες στερεών αποβλήτων – Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων	8
Πίνακας 2.2: Κατάλογος Δημοτικών στερεών αποβλήτων	9
Πίνακας 2.3: Πηγές στερεών αποβλήτων	10
Πίνακας 2.4: Παραγόμενες ποσότητες διαφόρων τύπων ΣΑ στην Ελλάδα	20
Πίνακας 2.5: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στον ελληνικό χώρο	21
Πίνακας 2.6: Παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα	25
Πίνακας 2.7: Εξάρτηση της φυσικής σύστασης των απορριμμάτων από τις κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες	31
Πίνακας 2.8: Ποσοστιαία ποιοτική σύσταση απορριμμάτων στο πολεοδομικό συγκρότημα Θεσσαλονίκης, όπως μετρήθηκε το 1987 και 1998 στην είσοδο του ΧΥΤΑ	32
Πίνακας 2.9: Ειδικό βάρος συστατικών των ΑΣΑ (όπως αυτά απορρίπτονται)	33
Πίνακας 2.10: Ειδικό βάρος ΑΣΑ	33
Πίνακας 2.11: Τυπικές τιμές υγρασίας ΑΣΑ (%κ.β.)	34
Πίνακας 2.12: Στοιχειακή ανάλυση των συστατικών των ΑΣΑ	35
Πίνακας 2.13: Στοιχειακή ανάλυση τυπικών ΑΣΑ ελληνικού χώρου	35
Πίνακας 2.14: Θερμογόνος δύναμη ΑΣΑ	36
Πίνακας 4.1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υγειονομικής ταφής	56
Πίνακας 4.2: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα καύσης	57
Πίνακας 4.3: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κομποστοποίησης	58
Πίνακας 4.4: Έργα διαχείρισης στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα	64
Πίνακας 5.1: Συνολική απογραφή κάδων Δήμου Σερρών	66
Πίνακας 5.2: Μηχανολογικός εξοπλισμός αποκομιδής απορριμμάτων Δ. Σερρών	68
Πίνακας 5.3: Ετήσια παραγωγή ΑΣΑ στο δήμο Σερρών	71
Πίνακας 6.1: Οικονομικά στοιχεία συστημάτων διαχείρισης ΑΣΑ	74
Πίνακας 7.1: Εξέλιξη του πληθυσμού του δήμου Σερρών	76
Πίνακας 7.2: Επενδυτικό κόστος συλλογής & μεταφοράς ΑΣΑ του Δήμου Σερρών	78
Πίνακας 7.3: Λειτουργικό κόστος συλλογής & μεταφοράς ΑΣΑ στο δήμο Σερρών	79
Πίνακας 7.4: Επενδυτικό κόστος διάθεσης των ΑΣΑ στο δήμο Σερρών	81
Πίνακας 7.5: Ετήσιο κόστος διαχείρισης ΑΣΑ στο Δήμο Σερρών	83
Πίνακας Π.1: Μηνιαία εισροή ΑΣΑ στο ΧΥΤΑ του δήμο Σερρών	96

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1: Διαχρονική αύξηση παραγωγής ΑΣΑ στην Ελλάδα	26
Σχήμα 2.2: Παραγωγή ΑΣΑ ανά κάτοικο στην Ευρώπη	27
Σχήμα 2.3: Παραγωγή ΑΣΑ στις χώρες του ΟΟΣΑ	28
Σχήμα 2.4: Μέση ποιοτική σύσταση απορριμμάτων στον ελληνικό χώρο	30
Σχήμα 4.1: Ιεράρχηση διαχείρισης ΑΣΑ στην Ευρωπαϊκή Ένωση	49
Σχήμα 4.2: Κατανομή των ΑΣΑ ανά μέθοδο διαχείρισης στην Ελλάδα	61
Σχήμα 4.3: Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα	65
Σχήμα 5.1: Διακύμανση μηνιαίας παραγωγής ΑΣΑ στο δήμο Σερρών	72
Σχήμα 6.1: Συνιστώσες κόστους διαχείρισης ΑΣΑ	73

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 4.1: Πλαστικός κάδος 240 L	52
Εικόνα 4.2: Μεταλλικός κάδος 1100 L	52
Εικόνα Π.1: Φωτογραφίες από το ΧΥΤΑ του δήμου Σερρών	95

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης Π.1: Γενική διάταξη έργων ΧΥΤΑ δήμου Σερρών

94

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή

Η υπερσυγκέντρωση του πληθυσμού στις σύγχρονες πόλεις σε συνδυασμό με την επικράτηση του καταναλωτικού τρόπου ζωής, έχει επηρεάσει σε τέτοιο βαθμό την ποσότητα και τη σύσταση των παραγόμενων απορριμμάτων, ώστε η συλλογή και η διαχείρισή τους να αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα των σύγχρονων κοινωνιών. Η επάρκεια του δικτύου συλλογής των απορριμμάτων επηρεάζει την ποιότητα ζωής στο άμεσο αστικό περιβάλλον, ενώ η διαχείρισή τους, που αφορά την επεξεργασία και τη διάθεση, σχετίζεται με ευρύτερες περιβαλλοντικές ισορροπίες η διατάραξη των οποίων μπορεί να απειλήσει τις ίδιες τις πόλεις και τα οικοσυστήματα που τις περιβάλλουν.

Η επίλυση τέτοιας κλίμακας προβλημάτων απαιτεί τη συνδυασμένη χρήση τεχνικών και μεθόδων. Όμως η προσπάθεια αντιμετώπισης εντοπίζεται σε δύο κύριους άξονες. Ο πρώτος αφορά την ανάπτυξη τεχνικών τελικής διάθεσης, οι οποίες θα είναι φιλικές προς το περιβάλλον, και ο δεύτερος αφορά στον περιορισμό των τελικά παραγόμενων απορριμμάτων. Για να επιτευχθούν, όμως, τα παραπάνω απαιτείται η ενεργός συμμετοχή όλων όσων συμμετέχουν στην παραγωγή των απορριμμάτων άμεσα ως καταναλωτές ή έμμεσα ως παραγωγοί (Βλαστός & Μπιρμπίλη, 1999).

Τα θέματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων, όσον αφορά σε εγκατάσταση ή ανάπτυξη τεχνολογίας αλλά και όσον αφορά σε σχεδιασμό διαχειριστικών συστημάτων, έχουν παρουσιάσει στη χώρα μας μεγάλη χρονική καθυστέρηση. Η καθυστέρηση αυτή σε συνδυασμό με την καταναλωτική έκρηξη, την διόγκωση των

αστικών κέντρων και την ανάπτυξη της βιομηχανικής παραγωγής έχουν δημιουργήσει ένα οξύ περιβαλλοντικό πρόβλημα. Στον τομέα της διαχείρισης στερεών αποβλήτων παρατηρείται μικρή συμμετοχή και ελλιπής πληροφόρηση του πολίτη αλλά και υποτίμηση του προβλήματος από την κεντρική διοίκηση αλλά και από τους κοινωνικούς φορείς και την Τοπική Αυτοδιοίκηση (πρωτοβάθμια ή δευτεροβάθμια). Τα τελευταία χρόνια αντί να επιταχύνονται τα βήματα για την επίλυση του προβλήματος έχουν αναπτυχθεί κρίσεις με την μορφή των κοινωνικών συγκρούσεων σε πολλές περιοχές, κύρια γύρω από θέματα χωροθετήσεων ΧΥΤΑ (φαινόμενο NIMBY- Not In My Back Yard).

Στα αίτια του προβλήματος συγκαταλέγονται επίσης η οικονομική ανεπάρκεια των ΟΤΑ, η έλλειψη τιμολογιακής πολιτικής, η πολιτική εκμετάλλευση των επιπτώσεων των έργων αλλά και η άγνοια, η παραπληροφόρηση και η χαμηλή συμμετοχή του ανθρώπινου και κοινωνικού παράγοντα (Φάμελλος, 2004).

Το κόστος της διαχείρισης αποβλήτων ανά δήμο διαφοροποιείται ανάλογα με τη γεωγραφική του θέση, τον πληθυσμό του, κοινωνικά δεδομένα, πολιτιστικά χαρακτηριστικά και καταναλωτικές συνήθειες, τον υπάρχοντα τεχνολογικό εξοπλισμό καθώς και ανάλογα με οικονομικά κριτήρια που αφορούν κύρια στο βιοτικό επίπεδο των δημοτών. Ιδιαίτερα δε η διαχείριση στερεών αποβλήτων σε μικρές κοινότητες έχει συγκεκριμένες ιδιαιτερότητες που τη διαφοροποιούν από τη διαχείριση αποβλήτων μεγάλων πόλεων. Η συνήθης βιβλιογραφία και τα οικονομικά στοιχεία σε θέματα διαχείρισης αποβλήτων προέρχονται συχνά από ανεπτυγμένες χώρες (π.χ. ΗΠΑ, χώρες Βόρειας Ευρώπης) με πληθυσμούς πόλεων και κοινοτήτων αρκετά μεγαλύτερων σε σχέση με τις τυπικές πόλεις και κοινότητες της Ελλάδας. Συνεπώς, τα οικονομικά μεγέθη (ή δείκτες) που συνήθως παρουσιάζονται για τα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων των πληθυσμιακά

σχετικά μεγάλων κρατών - και ειδικότερα τα μοναδιαία κόστη διαχείρισης αποβλήτων εκφραζόμενα σε χρηματικές τιμές ανά κάτοικο και τόνο αποβλήτων - ίσως να διαφέρουν σημαντικά από τους αντίστοιχους δείκτες των Ελληνικών κοινοτήτων, που πιθανώς να μην ακολουθούν καν τις αρχές της οικονομίας της κλίμακας (Λαζαρίδη *et al.*, 2004).

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εύρεση του συνολικού κόστους διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων του δήμου Σερρών. Ταυτόχρονα θα υπολογισθεί και η μοναδιαία παραγωγή απορριμμάτων του δήμου Σερρών.

Η δομή της παρούσας εργασίας συνίσταται στα ακόλουθα:

Αρχικά γίνεται μια εισαγωγή στα αστικά στερεά απόβλητα και δίνονται τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά τους.

Στη συνέχεια γίνεται περιγραφή του θεσμικού πλαισίου που ισχύει στην Ελλάδα σχετικά με τα αστικά στερεά απόβλητα και δίνονται οι στόχοι που έχουν τεθεί σχετικά με την αξιοποίησή τους.

Ακολουθεί η περιγραφή των μεθόδων διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων και δίνεται η αποτύπωση της σημερινής κατάστασης της διαχείρισης των απορριμμάτων στην ελληνική επικράτεια.

Στη συνέχεια περιγράφεται η μεθοδολογία εκτίμησης των αστικών στερεών αποβλήτων του δήμου Σερρών.

Ακολουθεί η μεθοδολογία υπολογισμού του ισοδύναμου ετήσιου κόστους των συστημάτων διαχείρισης των απορριμμάτων και γίνεται ο υπολογισμός του μοναδιαίου κόστους διαχείρισης των απορριμμάτων του δήμου Σερρών.

Τέλος γίνεται ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων και περιγράφονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα εργασία.

Κεφάλαιο 2^ο Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των αστικών στερεών αποβλήτων

2.1 Κατηγορίες στερεών αποβλήτων

Στερεό απόβλητο θεωρείται κάθε ουσία ή αντικείμενο το οποίο ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει και δεν περιλαμβάνεται στον κατάλογο των επικίνδυνων αποβλήτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΚΥΑ 50910/2727, 2003).

Τα στερεά απόβλητα είναι υλικά που ανακύπτουν ως παραπροϊόντα από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών, αλλά και γενικότερα από τον πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή τομέα της οικονομίας.

Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ) είναι τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών (οικιακά στερεά απόβλητα), των εμπορικών δραστηριοτήτων (εμπορικά στερεά απόβλητα), των καθαρισμών οδών και άλλων κοινόχρηστων χώρων, καθώς και άλλα στερεά απόβλητα τα οποία μπορούν από τη φύση τους ή τη σύνθεσή τους να εξομοιωθούν με τα οικιακά στερεά απόβλητα (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δημιουργηθεί ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ) (Πίνακας 2.1) ο οποίος περιλαμβάνει είκοσι κατηγορίες στερεών αποβλήτων (ΚΥΑ 50910/2727, 2003).

Πίνακας 2.1: Κατηγορίες στερεών αποβλήτων – Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων

01	Απόβλητα που προκύπτουν από εξερεύνηση, εξόρυξη, εργασίες λατομείου, φυσική και χημική επεξεργασία ορυκτών.
02	Απόβλητα από γεωργία, κηπευτική, υδατοκαλλιέργεια, δασοκομία, θήρα και αλιεία, προετοιμασία και επεξεργασία τροφίμων.
03	Απόβλητα από την κατεργασία ξύλου και την παραγωγή ταμπλάδων και επίπλων, καθώς και πολτού χαρτιών και χαρτονιών.
04	Απόβλητα από τις βιομηχανίες δέρματος, γούνας και υφαντουργίας.
05	Απόβλητα από τη διύλιση πετρελαίου, τον καθαρισμό φυσικού αερίου και την πυρολυτική επεξεργασία άνθρακα.
06	Απόβλητα από ανόργανες χημικές διεργασίες.
07	Απόβλητα από οργανικές χημικές διεργασίες.
08	Απόβλητα από την παραγωγή, διαμόρφωση, προμήθεια και χρήση επικαλύψεων (χρώματα, βερνίκια, και σμάλτο ύαλου), κολλών, στεγανωτικών και τυπογραφικών μελανών.
09	Απόβλητα από τη φωτογραφική βιομηχανία.
10	Απόβλητα από θερμικές επεξεργασίες.
11	Απόβλητα από τη χημική επιφανειακή επεξεργασία και την επικάλυψη μετάλλων και άλλων υλικών υδρομεταλλουργίας μη σιδηρούχων μετάλλων.
12	Απόβλητα από τη μορφοποίηση και τη φυσική και χημική επιφανειακή επεξεργασία μετάλλων και πλαστικών.
13	Απόβλητα ελαίων και απόβλητα υγρών καυσίμων (εκτός βρωσίμων ελαίων, 05 και 12).
14	Απόβλητα από οργανικούς διαλύτες, ψυκτικές ουσίες και προωθητικά (εκτός 07 και 08).
15	Απόβλητα από συσκευασίες-απορροφητικά υλικά, υφάσματα σκουπίσματος, υλικά φίλτρων και προστατευτικό ρουχισμό μη προδιαγραφόμενα άλλως.
16	Απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως στον κατάλογο.
17	Απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις (περιλαμβανομένου χώματος εξορυγμένου από μολυσμένες περιοχές).
18	Απόβλητα από την υγειονομική περίθαλψη ανθρώπων ή ζώων ή και από σχετικές έρευνες (εξαιρούνται απόβλητα κουζίνας και εστιατορίων που δεν προκύπτουν άμεσα από το σύστημα υγείας).
19	Απόβλητα από τις μονάδες διαχείρισης αποβλήτων, εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων, υδάτων εκτός σημείου παραγωγής και υδάτων βιομηχανικής χρήσεως.
20	Δημοτικά απόβλητα (οικιακά απόβλητα και παρόμοια απόβλητα από εμπορικές δραστηριότητες, βιομηχανίες και ιδρύματα), περιλαμβανομένων μερών χωριστά συλλεγέντων.

Πηγή: (KYA 50910/2727, 2003)

Ειδικότερα στην κατηγορία 20 00 00 των Δημοτικών Αποβλήτων περιλαμβάνονται τα στερεά απόβλητα που περιγράφονται στον Πίνακα 2.2.

Πίνακας 2.2: Κατάλογος Δημοτικών στερεών αποβλήτων

20 00 00	Δημοτικά απόβλητα (οικιακά απόβλητα και παρόμοια απόβλητα από εμπορικές δραστηριότητες, βιομηχανίες και ιδρύματα), περιλαμβανομένων μερών χωριστά συλλεγέντων
20 01	Χωριστά συλλεγόμενα μέρη δημοτικών και άλλων παρόμοιων αποβλήτων
20 01 01	Χαρτιά και χαρτόνια
20 01 02	Γυαλιά
20 01 08	Βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα κουζίνας και χώρων ενδιαίτησης
20 01 10	Ρούχα
20 01 11	Υφάσματα
20 01 13*	Διαλύτες
20 01 14*	Οξέα
20 01 15*	Αλκαλικά απόβλητα
20 01 17*	Φωτογραφικά χημικά
20 01 19*	Ζιζανιοκτόνα
20 01 21*	Σωλήνες φθορισμού και άλλα απόβλητα περιέχοντα υδράργυρο
20 01 22	Αεροζόλ
20 01 23*	Απορριπτόμενος εξοπλισμός που περιέχει χλωροφθοράνθρακες
20 01 25	Βρώσιμα έλαια και λίπη
20 01 26*	Έλαια και λίπη άλλα από τα αναφερόμενα στο σημείο 20 01 25
20 01 27*	Χρώματα, μελάνες, κόλλες και ρητίνες που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
20 01 28	Χρώματα, μελάνες, κόλλες και ρητίνες άλλες από τις αναφερόμενες στο σημείο 20 01 27
20 01 29*	Απορρυπαντικά που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
20 01 30	Απορρυπαντικά άλλα από τα αναφερόμενα στο σημείο 20 01 29
20 01 31*	Κυτταροτοξικές και κυτταροστατικές φαρμακευτικές ουσίες
20 01 32	Φάρμακα άλλα από τα αναφερόμενα στο σημείο 20 01 31
20 01 33*	Μπαταρίες και συσσωρευτές που περιλαμβάνονται στα σημεία 16 06 01, 16 06 02 ή 16 06 03 του ΕΚΑ και μεικτές μπαταρίες και συσσωρευτές που περιέχουν τις εν λόγω μπαταρίες
20 01 34	Μπαταρίες και συσσωρευτές άλλα από τα αναφερόμενα στο σημείο 20 01 33
20 01 35*	Απορριπτόμενος ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός άλλος από τον αναφερόμενο στα σημεία 20 01 21 και 20 01 23 που περιέχει επικίνδυνα συστατικά στοιχεία
20 01 36	Απορριπτόμενος ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός άλλος από τον αναφερόμενο στα σημεία 20 01 21 και 20 01 23 και 20 01 35
20 01 37*	Ξύλο που περιέχει επικίνδυνες ουσίες
20 01 38	Ξύλο εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στο σημείο 20 01 37
20 01 39	Πλαστικά
20 01 40	Μέταλλα
20 01 41	Απόβλητα από τον καθαρισμό καμινάδων
20 01 99	Άλλα μέρη μη προδιαγραφόμενα άλλως
20 02	Απόβλητα κήπων και πάρκων (περιλαμβάνονται απόβλητα νεκροταφείων)
20 02 01	Βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα
20 02 02	Χώματα και πέτρες
20 02 03	Άλλα μη βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα
20 03	Άλλα δημοτικά απόβλητα
20 03 01	Ανάμεικτα δημοτικά απόβλητα
20 03 02	Απόβλητα από αγορές
20 03 03	Υπολείμματα από τον καθαρισμό δρόμων
20 03 04	Λάσπη σηπτικής δεξαμενής
20 03 06	Απόβλητα από τον καθαρισμό δρόμων
20 03 07	Ογκώδη απόβλητα
20 03 99	Δημοτικά απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως

Σημείωση: Αυτά που επισημαίνονται με αστερίσκο χαρακτηρίζονται ως εν δυνάμει επικίνδυνα απόβλητα

Πηγή: (ΚΥΑ 50910/2727, 2003)

Τα είδη και οι συνήθεις πηγές των στερεών αποβλήτων δίνονται στον Πίνακα 2.3.

Πίνακας 2.3: Πηγές στερεών αποβλήτων

Πηγή	Τυπικές δραστηριότητες ή εγκαταστάσεις όπου παράγονται	Τύποι στερεών αποβλήτων
Οικιακά	Κατοικίες, Πολυκατοικίες	Τροφικά υπολείμματα, χαρτί, χαρτόνι, πλαστικό, ύφασμα, δέρμα, απόβλητα κήπου, ξύλο, γυαλί, τενεκεδάκια, αλουμίνιο, άλλα μέταλλα, τέφρες, φύλλα, ειδικά απόβλητα (ογκώδη αντικείμενα, ηλεκτρονικά είδη, μπαταρίες, λάδια, λάστιχα), επικίνδυνα οικιακά απόβλητα
Εμπορικά	Καταστήματα, εστιατόρια, γραφεία, ξενοδοχεία, τυπογραφεία, συνεργεία, κτλ	Χαρτί, χαρτόνι, πλαστικό, ξύλο, τροφικά υπολείμματα, γυαλί, μέταλλα, ειδικά απόβλητα (όπως παραπάνω), επικίνδυνα απόβλητα, κτλ
Απόβλητα ιδρυμάτων	Σχολεία, νοσοκομεία, φυλακές, διοικητικά κέντρα	Όμοια με τα εμπορικά απόβλητα
Απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων	Νέες κατασκευές κτιρίων, δρόμων, κατεδαφίσεις, κτλ	Ξύλο, χάλυβας, τσιμέντο, πέτρες, χώμα, κτλ
Απόβλητα καθαρισμού κοινόχρηστων χώρων	Καθάρισμα δρόμων, τοπίων, πάρκων, ακτών, άλλων χώρων αναψυχής	Σκουπίδια, ξύλα, κλαδιά, κτλ
Βιομηχανικά απόβλητα	Κατασκευές, μεταποίηση, διυλιστήρια, χημικές βιομηχανίες, κτλ	Βιομηχανικά απόβλητα παραγωγής, υπολείμματα υλικών, κτλ. Μη βιομηχανικά απόβλητα όπως τροφικά υπολείμματα, σκουπίδια, τέφρες, ειδικά απόβλητα, επικίνδυνα απόβλητα, ιλύς
Αγροτικά απόβλητα	Χωράφια, αγροκτήματα, κτλ	Αγροτικά απόβλητα, τροφικά υπολείμματα, σκουπίδια, επικίνδυνα απόβλητα

Πηγές: Tchobanoglous *et al.*, 1993
Παναγιωτακόπουλος, 2002

Για την συστηματοποίηση της εργασίας και σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (EWC), γίνεται διαχωρισμός των στερεών αποβλήτων σε δύο κατηγορίες:

α) Αστικά στερεά απόβλητα, και

β) Ειδικά και βιομηχανικά στερεά απόβλητα

2.1.1 Αστικά στερεά απόβλητα

Ως αστικά νοούνται και εξετάζονται κατά κύριο λόγο τα απορρίμματα οικιακής προελεύσεως (δηλ. από τα νοικοκυριά). Βασικό κοινό χαρακτηριστικό των δημοτικών απορριμμάτων είναι ότι συλλέγονται και αποκομίζονται κατά κανόνα από τις δημοτικές υπηρεσίες καθαριότητας. Στην κατηγορία των δημοτικών απορριμμάτων ανήκει και μία σειρά από άλλες υποκατηγορίες στερεών αποβλήτων, όπως ξενοδοχειακά, ογκώδη αστικά, εμποροβιοτεχνικά και παθογόνα-μολυσματικά. Η πιο δόκιμη κατηγοριοποίηση των οικιακών στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει τις εξής κατηγορίες (κλάσματα) υλικών (Φάμελλος, 2002):

Ζυμώσιμα. Περιλαμβάνονται τα υπολείμματα κουζίνας και κήπου. Χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι η μεγάλη περιεκτικότητα σε βιοαποικοδομήσιμη οργανική ύλη και σε υγρασία, κάτι που καθιστά το κλάσμα αυτό ιδιαίτερα κατάλληλο για αερόβια ή αναερόβια ζύμωση (κομποστοποίηση) προς παραγωγή βελτιωτικού εδάφους. Υπογραμμίζεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της υγρασίας στα απορρίμματα προέρχεται από τα ζυμώσιμα (εξαιρουμένων βέβαια διαφόρων εξωγενών παραγόντων, όπως π.χ. βροχή).

Χαρτί. Περιλαμβάνονται τα πάσης φύσεως χαρτιά και χαρτόνια που προέρχονται κυρίως από έντυπο υλικό και συσκευασίες προϊόντων. Το κλάσμα αυτό είναι καταρχήν κατάλληλο για ανακύκλωση (προς παραγωγή χαρτοπολτού και νέων προϊόντων χάρτου), υπό την προϋπόθεση ότι δεν είναι έντονα ρυπασμένο και

βρεγμένο (π.χ. χαρτί τουαλέτας) όπως επίσης και αναμιγμένο με άλλα υλικά (π.χ. ασηπτική συσκευασία). Ακόμη το χαρτί συνεισφέρει σημαντικά και στην θερμογόνο δύναμη των απορριμμάτων, καθώς αποτελεί καύσιμο υλικό με υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο.

Μέταλλα. Περιλαμβάνεται το σύνολο των μεταλλικών υλικών που απαντώνται στα απορρίμματα. Διαχωρίζονται σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα, με τα τελευταία να έχουν ως κυριότερο αντιπρόσωπο το αλουμίνιο.

Γυαλί. Είναι δόκιμος ο διαχωρισμός σε λευκό, καφέ και πράσινο γυαλί, όσον αφορά την ανακύκλωση, καθώς η παραγωγή καφέ και λευκού γυαλιού απαιτεί υαλότριμμα μόνο του ίδιου χρώματος.

Πλαστικό. Περιλαμβάνεται το σύνολο των πολυμερών απορριμμάτων. Η κατηγορία αυτή γίνεται διαρκώς μεγαλύτερη κατά τα τελευταία χρόνια και στην χώρα μας ως συνέπεια της αλλαγής των καταναλωτικών συνηθειών (στροφή σε συσκευασμένα προϊόντα, κλπ.). Χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι η έντονη ανομοιογένειά της, καθώς τα διάφορα συστατικά της (π.χ. PVC, PE, PP, PS, κλπ.) εμφανίζουν ιδιαίτερα διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες που δυσχεραίνουν σημαντικά την ανακύκλωση και αξιοποίησή τους ως μίγμα υλικών. Το κλάσμα αυτό εμφανίζει την υψηλότερη θερμογόνο δύναμη στα απορρίμματα (ως παράγωγο του πετρελαίου).

Δέρμα – Ξύλο – Λάστιχο - Ύφασμα. Χαρακτηρίζονται ως λοιπά καύσιμα, συμμετέχοντας στην θερμογόνο δύναμη των απορριμμάτων.

Αδρανή. Εδώ περιλαμβάνονται χημικά ανενεργά υλικά που καταλήγουν στα οικιακά απορρίμματα (π.χ. χώματα, πέτρες, στάχτη – τέφρα, άμμος, κλπ.).

Λοιπά. Στο κλάσμα αυτό κατανέμονται τα υλικά εκείνα που δεν μπορούν να κατανεμηθούν σε καμία από τις άλλες κατηγορίες.

2.1.2 Ειδικά και βιομηχανικά στερεά απόβλητα

Ως ειδικά στερεά απόβλητα αναφέρονται τα απόβλητα που ανήκουν στις παρακάτω τρεις κατηγορίες:

- Επικίνδυνα απόβλητα
- Μη επικίνδυνα απόβλητα
- Ιατρικά απόβλητα

2.1.2.1 Επικίνδυνα απόβλητα

Ως επικίνδυνο απόβλητο ορίζεται κάθε ΣΑ ή συνδυασμός ΣΑ, τα οποία λόγω της ποιότητάς τους, της συγκέντρωσης των συστατικών τους ή και των φυσικών, χημικών ή μεταδοτικών χαρακτηριστικών τους, έχουν την ιδιότητα να:

- Προκαλούν ασθένειες που μπορούν να οδηγήσουν έως και το θάνατο
- Μολύνουν ανεπανόρθωτα το περιβάλλον (έδαφος, νερό και ατμόσφαιρα) με αποτέλεσμα την καταστροφή της χλωρίδας και της πανίδας

Τα επικίνδυνα απόβλητα προέρχονται από βιομηχανίες όπως βυρσοδεψία, μονάδες επιφανειακής επεξεργασίας μετάλλων, κλωστοϋφαντουργία, βαφεία-

φινιριστήρια, μονάδες παραγωγής γεωργικών φαρμάκων, και συσσωρευτών μολύβδου. Στην κατηγορία των επικίνδυνων αποβλήτων εντάσσονται και τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB's), τα οποία χρησιμοποιούνται ακόμη σε μεγάλο βαθμό ως διηλεκτρικά υγρά σε μετασχηματιστές της ΔΕΗ.

Η διαχείριση των βιομηχανικών επικίνδυνων αποβλήτων στην Ελλάδα εμφανίζει μία πλειάδα προβλημάτων που οφείλονται:

- α. Στην γενικότερη σχέση της με την διαχείριση ΣΑ.
- β. Σε πτυχές σχετικές με την βιομηχανία και λοιπές ιδιωτικές δραστηριότητες και λειτουργίες.

Η συνολική παραγόμενη ποσότητα των επικίνδυνων αποβλήτων στην Ελλάδα για το έτος 1998 ανέρχεται σε 280.000 τόνους (Πίνακας 2.4). Επίσης, εκτός από τους βιομηχανικούς κλάδους, σημαντικές ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων παράγονται και από τα ναυπηγεία, κυρίως με τη μορφή πετρελαιοειδών καταλοίπων, όπου το έτος 1998 παρήχθησαν 850 τόνοι (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002).

Βασικά χαρακτηριστικά των επικίνδυνων βιομηχανικών αποβλήτων, είναι:

1. Αναφλεξιμότητα.
2. Διαβρωτικότητα.
3. Δραστικότητα.
4. Τοξικότητα.

Χημικές ενώσεις που θεωρούνται επικίνδυνα απόβλητα περιέχουν μία ποικιλία από στερεά, πτητικά, και ημιπτητικά συστατικά, τα οποία σχηματίζουν ένα στερεό σύνολο. Πολλές από τις ενώσεις, κυρίως όσα απόβλητα περιέχουν οργανικές ουσίες ή είναι εξ ολοκλήρου οργανικά, αυτές είναι κατάλληλες για αποτέφρωση.

Στα επικίνδυνα απόβλητα συμπεριλαμβάνονται και τα ιατρικά απόβλητα, τα οποία διακρίνονται σε:

- Νοσοκομειακά
- Λοιπά ιατρικά και φαρμακευτικά απόβλητα

Ο όρος «νοσοκομειακά απόβλητα» αναφέρεται στα απόβλητα που προέρχονται (παράγονται) από κάθε οργανισμό ή υπηρεσία που ασχολείται με την υγεία των έμβιων όντων, όπως τα νοσοκομεία, τα ιατρικά κέντρα, οι κλινικές και τα ιατρικά και βιολογικά εργαστήρια. Επεκτείνοντας τον όρο σε «ιατρικά απόβλητα» περιλαμβάνονται τα απόβλητα φαρμακευτικών βιομηχανιών και εκείνα που προέρχονται από την περίθαλψη των ασθενών εντός της οικίας τους. Γενικά, στα ιατρικά απόβλητα περιλαμβάνονται ανατομικά, παθολογικά, μολυσματικά, επικίνδυνα και άλλα μη επικίνδυνα απόβλητα. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαία και επιτακτική η σωστή διαχείρισή τους, ώστε να προστατευθεί το περιβάλλον, η υγεία των πολιτών και η ποιότητα ζωής τους.

2.1.2.2 Μη επικίνδυνα απόβλητα

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν όλα τα ειδικά απόβλητα που δεν είναι επικίνδυνα και περιλαμβάνουν τις εξής επιμέρους κατηγορίες:

Αδρανή απόβλητα κατασκευαστικών δραστηριοτήτων. Προέρχονται από δραστηριότητες όπως ανεγέρσεις οικοδομών, κατεδαφίσεις και εκσκαφές, τόσο στις πόλεις όσο και στην ύπαιθρο. Τα παραγόμενα απόβλητα είναι σε μεγάλο βαθμό αδρανή και ογκώδη όπως χώμα, άμμος, χαλίκι, σκυρόδεμα, πέτρες και τούβλα, αλλά ακόμη και υλικά όπως ξύλο, μέταλλα, γυαλί, πλαστικά, χαρτί και ύφασμα. Τα απόβλητα που παράγονται στην κατασκευή ή καταστροφή ενός κτιρίου ή ακόμα και μιας οδού διαφέρουν όχι μόνο ανάλογα από τον τύπο

κατασκευής, αλλά ανάλογα και με την τοποθεσία. Η ποσότητα των αδρανών αποβλήτων που παράγονται παρουσιάζει εν γένει μία αυξητική τάση κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών που φυσικά είναι συνδεδεμένη άμεσα με την οικοδομική δραστηριότητα.

Στερεά απόβλητα οχημάτων. Στην κατηγορία αυτή μπορούν να ενταχθούν τα ελαστικά επίσωτρα, οι χρησιμοποιημένοι καταλύτες αλλά και τα ίδια τα οχήματα όταν παύσουν να χρησιμοποιούνται.

Η διαχείριση των ελαστικών αποτελεί εδώ και αρκετά χρόνια ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα στη χώρα μας. Η προβληματικότητά τους έγκειται τόσο στο μεγάλο όγκο τους – εξαιτίας του διαρκώς αυξανόμενου στόλου οχημάτων - όσο και στην επικινδυνότητα τους για την δημόσια υγεία. Οι ποσότητες ελαστικών που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους παρουσιάζουν σημαντική αύξηση κατά την διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας στον Ελληνικό χώρο. Ειδικότερα παρατηρείται ότι κατά την διάρκεια της δεκαετίας 1987-1997 τα ελαστικά αυξήθηκαν κατά 70%. Το γεγονός αυτό οφείλεται όχι μόνο στην αύξηση των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν αλλά και στην απόσυρση μεγάλου αριθμού τους. Σήμερα αποσύρονται 43.000 τόνοι ελαστικών, από τα οποία το 55% προέρχεται από την ευρύτερη περιοχή της Αθήνας (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002).

Το σύνολο των οχημάτων στο Ελληνικό χώρο το 1997 ανήλθε περίπου σε 3.280.000. Κατά το διάστημα 1988-1997 υπήρξε αύξηση των επιβατικών οχημάτων της τάξης του 67%. Ο αριθμός αυτοκινήτων που αποσύρονται κάθε έτος λόγω παλαιότητας τους καθώς και λόγω ατυχημάτων κυμαίνεται σε ποσοστό 0,6% έως 0,8% επί του συνολικού αριθμού των εν κυκλοφορία οχημάτων (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002).

Οι καταλύτες έχουν όριο ζωής περίπου 100.000 χιλιομέτρων. Οι εξαντλημένοι καταλύτες είναι τοξικοί και επικίνδυνοι για την δημόσια υγεία και απαιτούν ειδική μεταχείριση.

Αγροτικά στερεά απόβλητα. Εδώ περιλαμβάνονται τα απορρίμματα από κτηνοτροφικές και γεωργικές δραστηριότητες. Ως κτηνοτροφικά χαρακτηρίζονται τα απόβλητα που παράγονται από κτηνοτροφικές και πτηνοτροφικές μονάδες. Γεωργικά ΣΑ θεωρούνται τα φυτικά υπολείμματα και παραπροϊόντα των διαφόρων καλλιεργειών και διακρίνονται στα ακόλουθα είδη:

- α) ό,τι απομένει μετά τη συγκομιδή του προϊόντος, π.χ. άχυρο σιτηρών, στελέχη καπνού, αραβοσίτου, βαμβακιού, ηλίανθου και άλλων παρόμοιων ετήσιων καλλιεργειών,
- β) κλαδεύματα οπωροφόρων δέντρων και αμπελώνων,
- γ) υπολείμματα γεωργικών βιομηχανιών όπως κελύφη (αμύγδαλα, φουντούκια, κ.λπ.) και κουκούτσια (ροδάκινα, δαμάσκηνα κ.λπ.) καρπών.

Στην Ελλάδα υπάρχει ένα σημαντικό δυναμικό σε αγροτικά υπολείμματα τα οποία όμως αξιοποιούνται κύρια ως τροφή των ζώων ελευθέρως βοσκής ή διατίθενται στη γη για τη βελτίωση του εδάφους. Προβλήματα περιβαλλοντικών επιπτώσεων δημιουργούν τα γεωργικά προϊόντα που αποσύρονται (ΧΥΤΑ) ή τα υπολείμματα της πρώτης ύλης των γεωργικών βιομηχανιών (κονσερβοποιία ντομάτας κ.α.). Εκτός από την χρησιμοποίηση των γεωργικών υπολειμμάτων στην κτηνοτροφία ή στην γεωργία ως Βελτιωτικό Εδάφους (ΒΕ) σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρείται το φαινόμενο της ελεύθερης καύσης ενώ σύνηθες είναι και το φαινόμενο γεωργικά υπολείμματα (κλαδέψεις δένδρων και υπολείμματα δημοτικών εκμεταλλεύσεων, πάρκα, κλπ.) να καταλήγουν στους ΧΥΤΑ

καταλαμβάνοντας ωφέλιμο χώρο και σαφώς χωρίς να αξιοποιούνται. Τα γεωργικά υπολείμματα εξαρτώνται κύρια από το είδος της καλλιέργειας. Όπως αναφέρθηκε τα υπολείμματα αυτά χρησιμοποιούνται κύρια για τροφή στα ζώα και ως ΒΕ. Θα μπορούσαν όμως σε συνδυασμό με τα κτηνοτροφικά απόβλητα να αξιοποιηθούν για κομποστοποίηση ή για την παραγωγή θερμικής ενέργειας.

Κτηνοτροφικά απόβλητα. Η κτηνοτροφία έχει τρεις πηγές παραγωγής αποβλήτων:

A) Μάντρες εκτροφής ζώων

B) Σφαγεία

Γ) Εργοστάσια παραγωγής κρέατος

Οι μεγαλύτερες ποσότητες των στερεών κτηνοτροφικών αποβλήτων αξιοποιούνται στη γεωργία ως ΒΕ. Έτσι στις περιοχές που η κτηνοτροφία δεν είναι ιδιαίτερη αναπτυγμένη σε σχέση με τη γεωργία και οι κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις είναι εντατικής μορφής, δεν υπάρχει πρόβλημα διαχείρισης των κτηνοτροφικών αποβλήτων γιατί αυτά αξιοποιούνται στη γεωργία. Στις περιοχές όμως με μεγάλη συγκέντρωση κτηνοτροφικών μονάδων υπάρχουν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων που δεν αξιοποιούνται και δημιουργούν δυσοσμία, ρύπανση της ατμόσφαιρας και νιτρορύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Ιλύς. Κατά την επεξεργασία καθαρισμού των αποβλήτων, μαζί με την τελική απορροή που πρέπει να διατεθεί κατάλληλα, παράγονται ταυτόχρονα και ορισμένα παραπροϊόντα, με κυριότερο τη λάσπη (ιλύς). Η λάσπη είναι ένα παχύρρευστο υγρό που περιέχει, ως νωπή, 40 περίπου φορές περισσότερες στερεές ουσίες από ό,τι τα αστικά λύματα. Μόνο μετά την επεξεργασία

συμπυκνώσεως, χωνεύσεως, αφυδατώσεως η λάσπη παίρνει μία σχετικά στερεή μορφή, και πάντοτε με αρκετή ακόμα υγρασία (60%). Η ιλύς παράγεται στις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού τόσο των αστικών όσο και των βιομηχανικών λυμάτων. Έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία και για αυτό ενδείκνυται να αφυδατώνεται επιτόπου πριν μεταφερθεί. Σημαντική παράμετρος για τις περαιτέρω δυνατότητες αξιοποίησής της είναι η περιεκτικότητά της σε βαρέα μέταλλα και άλλους ρύπους, η οποία καθορίζεται από την φύση των λυμάτων και το είδος της εγκατάστασης βιολογικού καθαρισμού τους.

Στερεά βιομηχανικά απόβλητα. Πρόκειται για τα πάσης φύσεως ΣΑ που παράγονται από βιομηχανικές δραστηριότητες, τόσο από την ίδια την παραγωγική διαδικασία όσο και τα απορρίμματα εκείνα που ομοιάζουν με τα οικιακά. Στον όρο “βιομηχανία” περιλαμβάνονται από περιβαλλοντικής άποψη όλες οι μικρές και μεγάλες σταθερές πηγές ρύπανσης.

Η συνολική ποσότητα μη επικίνδυνων αποβλήτων που παρήχθησαν το 1988 από βιομηχανικές μονάδες ανέρχεται σε 4.486.000 τόνους, ενώ το 1997 η αντίστοιχη ποσότητα ανήλθε στους 3.617.000 τόνους. Η μείωση της παραγωγής κατά 19% αποδίδεται στην μείωση της παραγωγικής δυναμικότητας όπως και στην παύση λειτουργίας ορισμένων σημαντικών μονάδων (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002).

Στον Πίνακα 2.4 παρουσιάζονται οι παραγόμενες ποσότητες ΣΑ για την Ελλάδα, ανάλογα με την κατηγορία που ανήκουν.

Πίνακας 2.4: Παραγόμενες ποσότητες διαφόρων τύπων ΣΑ στην Ελλάδα

Τύπος απορριμμάτων	Παραγόμενη ποσότητα – έτος
Αστικά απόβλητα	4.559.000 tonne/year (2001) ^α
Μη επικίνδυνα βιομηχανικά	20.000.000 tonne/year (2002) ^α
Ιλύς από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων	415.000 tonne/year (2004) ^α
Επικίνδυνα βιομηχανικά	280.000 tonne/year (1998) ^β
Χρησιμοποιημένα ελαστικά	50.000 tonne/year (2002) ^α
Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους	70.000 (2002) ^α
Αδρανή απόβλητα από κατασκευές, εκσκαφές και κατεδαφίσεις	4.500.000 tonne/year (2002) ^α
Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού	175.000 tonne/year (2002) ^α
Μπαταρίες	Pb: 17.000 tonne/year (1997) ^β MnO ₂ : 3.500 tonne/year (1997) ^β
Ιατρικά	14.590 tonne/year (1998) ^β

Πηγές: α. ΚΥΑ 50910/2727, 2003

β. Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002

2.2 Ποσοτική ανάλυση των αστικών στερεών αποβλήτων

Η παραγωγή των αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα βαίνει συνεχώς αυξανόμενη. Οι ποσότητες των παραγόμενων αστικών αποβλήτων δίνονται στον Πίνακα 2.5.

Πίνακας 2.5: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στον ελληνικό χώρο

Έτος	Ποσότητες (tonne/year)
1980	2.500.000 ^α
1991	3.105.000 ^α
1995	3.200.000 ^β
1996	3.600.000 ^β
1997	3.900.000 ^β
1998	4.082.000 ^β
1999	4.264.000 ^β
2000	4.447.000 ^β
2001	4.559.000 ^β
2002	4.640.000 ^β
2003	4.710.000 ^β

Πηγή: α. Hogg, 2002
β. Eurostat, 2005

Οι ποσότητες των ΑΣΑ και των βασικών συστατικών τους εκφράζονται σε βάρος. Το βάρος έχει τα πλεονεκτήματα ότι μετρείται πιο εύκολα από τον όγκο και είναι ανεξάρτητο από το βαθμό συμπίεσης, ο οποίος δεν είναι ούτε ελεγχόμενος ούτε προβλέψιμος με ακρίβεια στις διάφορες φάσεις της διαχείρισης.

Τα χαρακτηριστικότερα μεγέθη που περιγράφουν την παραγωγή απορριμμάτων είναι ο Ρυθμός Παραγωγής Απορριμμάτων (ΡΠΑ) και η Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ).

2.2.1 Ρυθμός Παραγωγής Αποβλήτων

Ο Ρυθμός Παραγωγής Αποβλήτων (ΡΠΑ) είναι η ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται στη μονάδα του χρόνου και εκφράζεται συνήθως σε kg/ημέρα.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το ΡΠΑ είναι (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002):

- Πληθυσμιακή πυκνότητα
- Πληθυσμιακές διακυμάνσεις (ιδιαίτερα για τουριστικές περιοχές)
- Εποχές χρόνου
- Συχνότητα συλλογής (αύξηση συχνότητας συλλογής αντιστοιχεί σε αύξηση της ΠΑ)
- Οικονομο-κοινωνικό επίπεδο
- Πολιτισμικό επίπεδο
- Μορφωτικό επίπεδο
- Γεωγραφική περιοχή αναφοράς
- Ηλικία καταναλωτών
- Εμπορική δραστηριότητα
- Βιομηχανική δραστηριότητα
- Ύπαρξη προγραμμάτων ανακύκλωσης και κομποστοποίησης
- Ενημέρωση καταναλωτών
- Όγκος και είδη κάδων
- Εφαρμογή και άλλων δυνατοτήτων διάθεσης

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι καθορισμού του ΡΠΑ μιας περιοχής (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002):

1. **Απ'ευθείας ζύγιση των συλλεγομένων απορριμμάτων** για ορισμένη χρονική περίοδο (μέσω ζύγισης των απορριμματοφόρων πάνω σε γεφυροπλάστιγγα):

$$\text{ΡΠΑ} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{BZ}_i - \text{BA}_i)}{T}$$

όπου:

ΡΠΑ: Ρυθμός παραγωγής απορριμμάτων, kg/ημέρα

BZ_i : Βάρος πληρωμένου με απορρίμματα οχήματος, kg

BA_i : Απόβαρο (βάρος άδειου οχήματος), kg

T : Χρονική περίοδος παρακολούθησης και μέτρησης, η οποία πρέπει να είναι μεγάλη για να αποφεύγεται η επίδραση των εποχιακών διακυμάνσεων, ημέρα

2. **Ανάλυση φορτίων:** Καταμέτρηση των φορτίων των απορριμματοφόρων σε μια δεδομένη χρονική περίοδο και ανά τακτά διαστήματα για λόγους αντιπροσωπευτικότητας. Το φορτίο του απορριμματοφόρου (βάρος) προκύπτει από ειδικό βάρος των απορριμμάτων (kg/m³).

Τα φορτία είναι περίπου γνωστά από τη χωρητικότητα των απορριμματοφόρων ή υπολογίζονται βάσει της συνολικής χωρητικότητας των κάδων που εκκενώνονται εντός αυτού:

$$\text{ΡΠΑ} = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot E_i)}{T}$$

όπου:

ΡΠΑ: Ρυθμός παραγωγής απορριμμάτων, kg/ημέρα

C_i : Χωρητικότητα απορριμματοφόρου ή κάδου, m³

E_i : Ειδικό βάρος απορριμμάτων σε κάθε περίπτωση, kg/m^3

T : Χρονική περίοδος παρακολούθησης και μέτρησης, οποία πρέπει να είναι μεγάλη για να αποφεύγεται η επίδραση των εποχιακών διακυμάνσεων, ημέρα

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη χρήση της μεθόδου αυτής είναι η γνώση

των παρακάτω στοιχείων:

- Χωρητικότητα απορριμματοφόρων (ή κάδων)
- Πληρότητα απορριμματοφόρων στο τέλος του δρομολογίου συλλογής
- Τύπος απορριμματοφόρου
- Ειδικό βάρος απορριμμάτων

Η μέθοδος δίνει αποτελέσματα μικρότερης ακρίβειας από την πρώτη, είναι περισσότερο χρονοβόρα αλλά είναι κατάλληλη στην περίπτωση έλλειψης γεφυροπλάστιγγας που είναι απαραίτητη στην πρώτη μέθοδο.

3. Ανάλυση ισοζυγίου υλικών: Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην αρχή του ισοζυγίου μάζας που επικρατεί σε ένα σύστημα (νοικοκυριό, περιοχή, δήμος, χώρα, κ.λπ.). Τα υλικά που εισέρχονται σε ένα σύστημα παραμένουν ένα χρονικό διάστημα (μικρό ή μεγάλο αναλόγως το υλικό, π.χ. τα απορρίμματα των τροφίμων εξέρχονται αυθημερόν ενώ τα έπιπλα μετά από χρόνια), και στη συνέχεια εξέρχονται απορριπτόμενα. Με τη μέθοδο αυτή ο υπολογισμός της ΠΑ στηρίζεται στον υπολογισμό των υλικών που καταναλώνονται.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου επικεντρώνονται στα παρακάτω:

- Δεν λαμβάνονται υπόψη οι παράμετροι που επηρεάζουν την καταναλωτική συμπεριφορά των πολιτών, άρα και την παραγωγή των απορριμμάτων ποιοτικά και ποσοτικά
- Πολυπλοκότητα υπολογισμών

- Εξάρτηση της μεθόδου από τα στοιχεία κατανάλωσης / παραγωγής που δεν είναι πάντα διαθέσιμα για όλα τα προϊόντα

Κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Δυνατότητα μελέτης ενός προϊόντος ή ομάδας προϊόντων
- Ακριβής υπολογισμός του ΡΠΑ
- Δυνατότητα πρόβλεψης μελλοντικής ΠΑ

2.2.2 Μοναδιαία Παραγωγή Αποβλήτων

Η Μοναδιαία Παραγωγή Αποβλήτων (ΜΠΑ) είναι το βάρος των αποβλήτων που παράγει ένα άτομο στη μονάδα του χρόνου και εκφράζεται συνήθως ως kg/κάτοικο/ημέρα. Η ΜΠΑ υπολογίζεται διαιρώντας το ΡΠΑ με τον πραγματικό πληθυσμό της:

$$\text{ΜΠΑ} = \frac{\text{ΡΠΑ}}{\text{ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ}}$$

Η ποσότητα των απορριμμάτων που παράγονται ανά κάτοικο ποικίλλει πολύ ανάλογα με τη χώρα και την περιοχή. Η ποσότητα, όπως είναι ευνόητο είναι μεγαλύτερη στις πλούσιες χώρες και στις πλούσιες περιοχές της ίδιας χώρας. Ακόμα στις αγροτικές περιοχές η ποσότητα των σκουπιδιών είναι μικρότερη από ότι στις αστικές περιοχές.

Η ετήσια παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων ανά κάτοικο στην Ελλάδα έχει αυξηθεί κατά 40% τα τελευταία οκτώ χρόνια, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.6 (Eurostat, 2005), ενώ η μέση ημερήσια παραγωγή ΑΣΑ για έτος 2003 ανέρχεται σε 1,17 kg/κάτοικο/ημέρα (Σχήμα 2.1).

Πίνακας 2.6: Παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Kg/capita/year	302	337	363	378	493	408	417	423	428	433	438	443	448

Πηγή: Eurostat, 2009

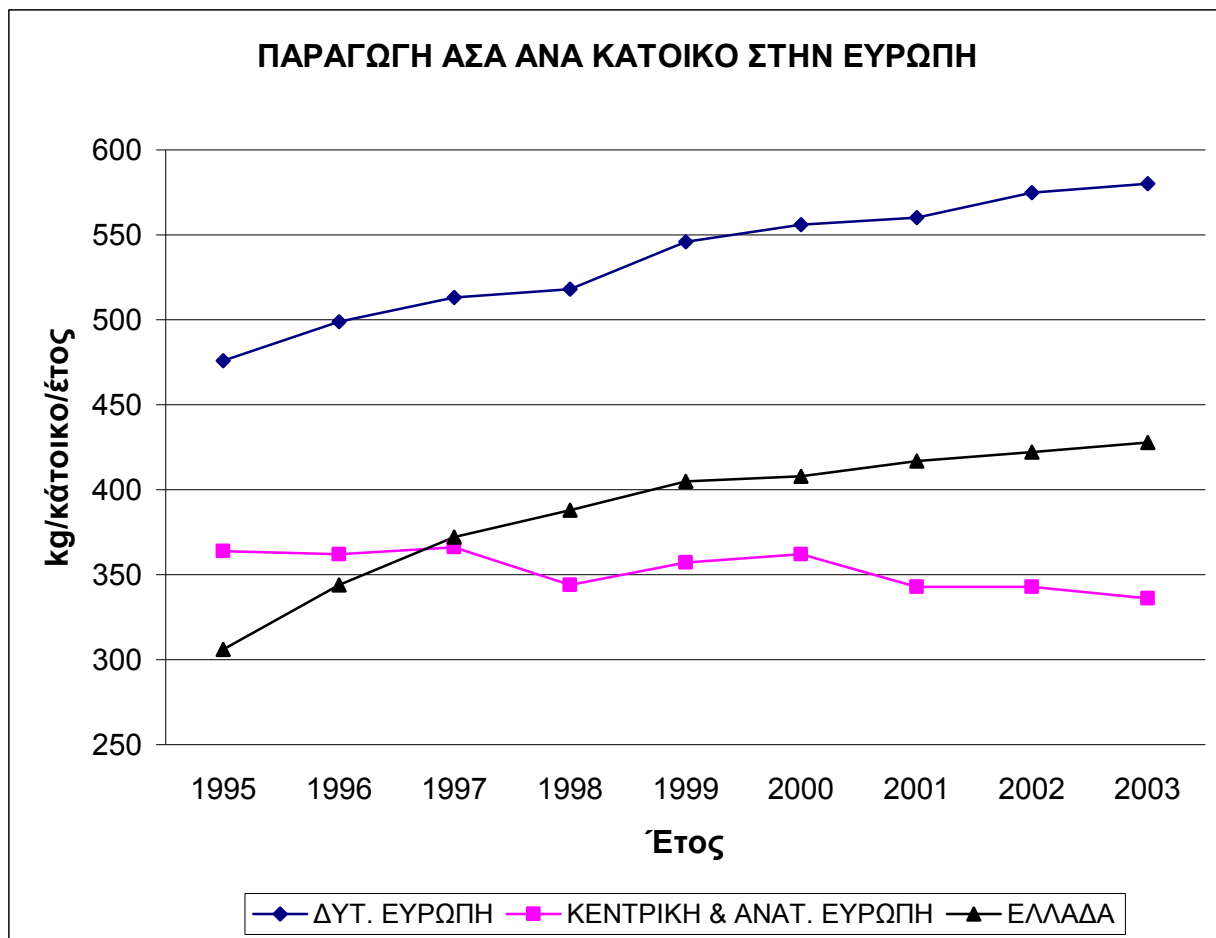


Σχήμα 2.1: Διαχρονική αύξηση παραγωγής ΑΣΑ στην Ελλάδα

Πηγή: a. Eurostat, 2009

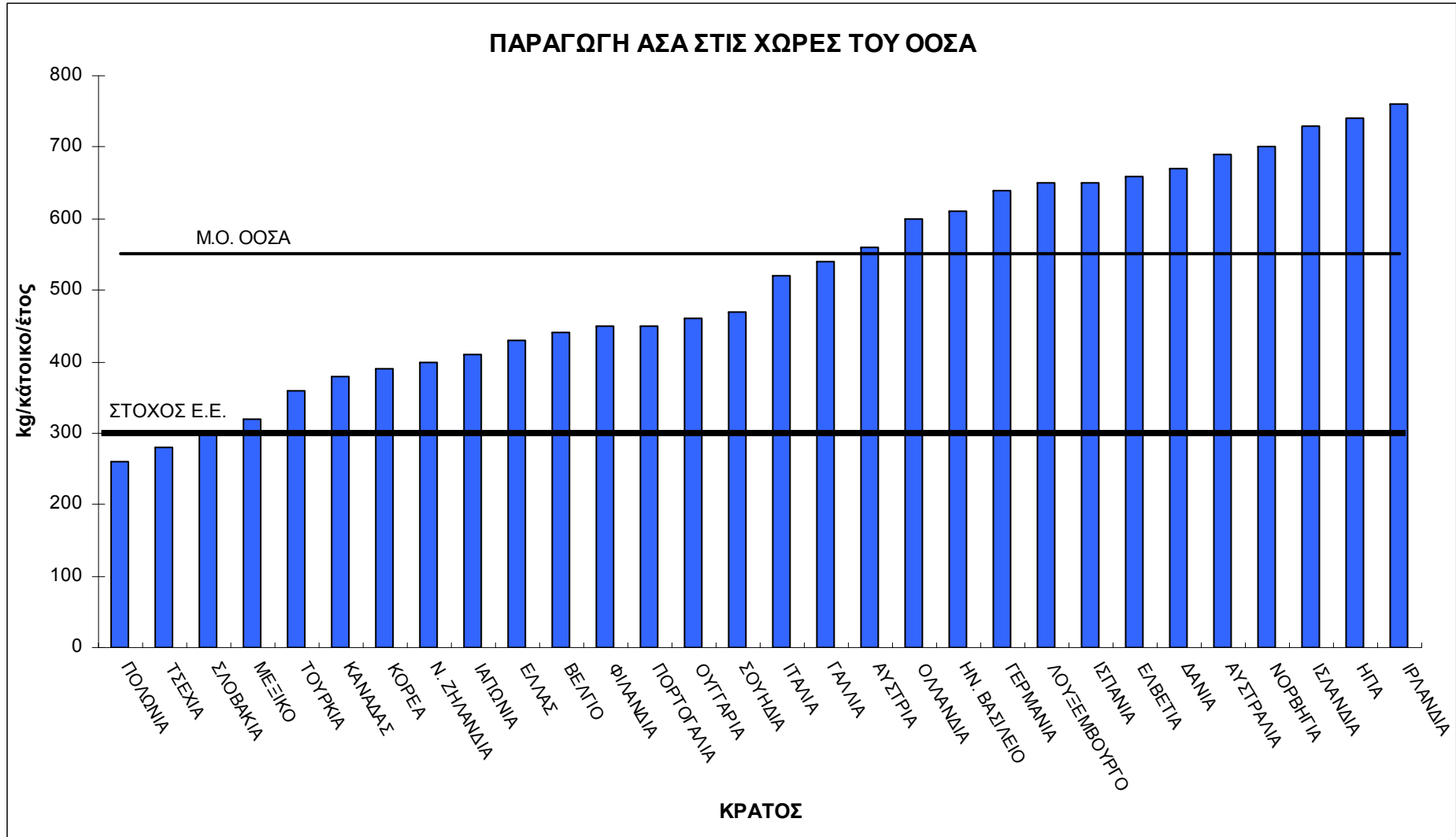
b. Eurostat, 2005

Η παραγωγή ΑΣΑ ανά κάτοικο και ανά έτος στην Ελλάδα σε σύγκριση με τις χώρες της Δυτικής Ευρώπης και της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης δίνεται στο Σχήμα 2.2, ενώ η παραγωγή ΑΣΑ στις χώρες του ΟΟΣΑ δίδεται στο Σχήμα 2.3. Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι η παραγωγή απορριμμάτων στην Ελλάδα έχει αυξητικές τάσεις, είναι όμως μικρότερη κατά 26% από τις χώρες της Δυτικής Ευρώπης και μικρότερη κατά 22% από τις χώρες του ΟΟΣΑ.



Σχήμα 2.2: Παραγωγή ΑΣΑ ανά κάτοικο στην Ευρώπη

Πηγή: ΕΕΑ, 2005



Σχήμα 2.3: Παραγωγή ΑΣΑ στις χώρες του ΟΟΣΑ

Πηγή: OECD, 2005

2.3 Ποιοτική ανάλυση των αστικών στερεών αποβλήτων

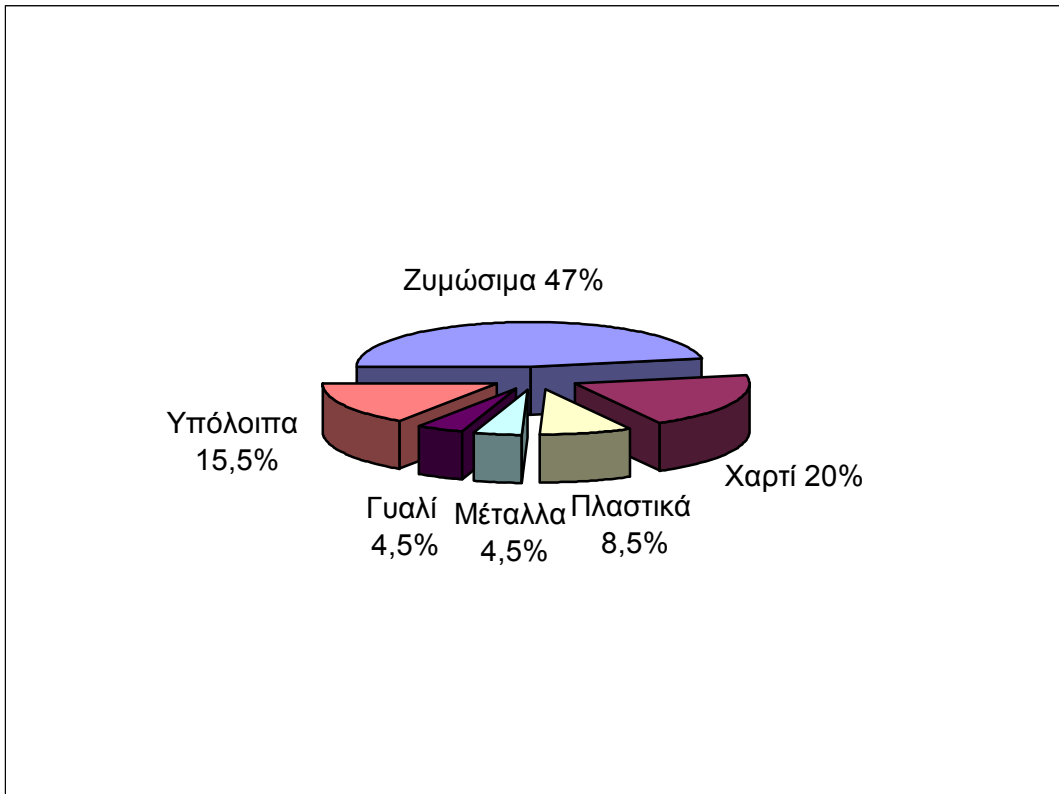
Για τη σχεδίαση ενός ολοκληρωμένου σχεδίου διαχείρισης απορριμμάτων κρίνεται απαραίτητος ο προσδιορισμός των ποιοτικών χαρακτηριστικών των απορριμμάτων. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των απορριμμάτων μπορούν να διαχωριστούν σε φυσικά, χημικά και βιολογικά.

2.3.1 Φυσικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ

Στα φυσικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνονται (Χαλβαδάκης, 1993):

- η κατά βάρος ποσοστιαία σύσταση σε ευδιάκριτα συστατικά, όπως είναι τα υπολείμματα τροφής, χαρτί, πλαστικά, γυαλιά, μέταλλα, κ.α.
- το ειδικό βάρος
- η υγρασία

Η μέση ποιοτική σύσταση των παραγόμενων αστικών αποβλήτων δίδεται στο Σχήμα 2.4.



Σχήμα 2.4: Μέση ποιοτική σύσταση απορριμμάτων στον ελληνικό χώρο
Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ & ΚΕΔΚΕ, 2003

Η σύσταση των αστικών αποβλήτων επηρεάζει αποφάσεις που αφορούν όλα τα τμήματα και τις διεργασίες ενός συστήματος διαχείρισης, όπως (Χαλβαδάκης, 1993):

- απόφαση λειτουργίας εργοστασίου καύσης όπου κύριο ρόλο διαδραματίζει η θερμαντική αξία των απορριμμάτων
- απόφαση λειτουργίας εργοστασίου παραγωγής εδαφοβελτιωτικού όπου απαραίτητες είναι οι αναλύσεις που καθορίζουν το ποσοστό ζυμώσιμων, βαρέων μετάλλων και ο λόγος C/N
- εκτίμηση στραγγισμάτων και βιοαερίου που θα παραχθούν στο χώρο εναπόθεσης όπου είναι απαραίτητες οι ποσοστιαίες αναλύσεις και το ποσοστό υγρασίας

Η σύσταση των απορριμμάτων από μια συγκεκριμένη πηγή, όπως είναι μία πόλη, δεν είναι πάντα σταθερή, αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με την τοποθεσία που βρίσκεται η πηγή, την εποχή του έτους, τις υπάρχουσες κοινωνικοοικονομικές συνθήκες της ομάδας των κατοίκων, καθώς και άλλες παραμέτρους (Πίνακας 2.7). Λόγω αυτών των διακυμάνσεων είναι απαραίτητο να δίνεται η πρέπουσα προσοχή στον καθορισμό της φυσικής σύστασης των απορριμμάτων που θα οδηγήσουν με επιτυχία στην εύρεση της βέλτιστης τεχνολογίας διαχείρισης απορριμμάτων.

Πίνακας 2.7. Εξάρτηση της φυσικής σύστασης των απορριμμάτων από τις κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες

Πόλη/Είδος	Χαρτί	Γυαλί-Κεραμικά	Μέταλλα	Πλαστικά	Δέρμα	Υφασμα	Ξύλο-Κόκαλα	Οργανικά	Διάφορα
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ									
Μπρούκλιν	35	9	13	10	-	4	4	22	4
Λονδίνο	37	8	8	2	-	2	-	28	15
Ρώμη	18	4	3	4	-	-	-	50	21
ΜΕΣΑΙΟΥ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ									
Σινγκαπ/ρη	43	1	3	6	-	9	-	5	32
Χονγκ-Κονγκ	32	10	2	6	-	10	-	9	31
Μέντελιν (Κολομβία)	22	2	1	5	-	4	-	56	10
Λάγος (Νιγηρία)	14	3	4	-	-	-	-	60	19
Μανίλα (Φιλ/πίνες)	17	5	2	4	4	4	6	43	17
ΧΑΜΗΛΟΥ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ									
Τζακάρτα (Ινδονησία)	2	<1	4	3	-	1	4	82	3
Λαχόρα (Πακιστάν)	4	3	4	2	7	5	2	49	24
Λάνκοβ (Ινδία)	2	6	3	4	-	3	<1	80	2

Πηγή: Χαλβαδάκης, 1993

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται συνεχής μείωση των ζυμώσιμων και (ιδιαίτερα στα μεγάλα αστικά κέντρα) σημαντική αύξηση του χαρτιού και των πλαστικών, λόγω της αύξησης του ποσοστού των συσκευασιών στα απορρίμματα (βλέπε Πίνακα 2.8). Αυτή η τάση παρουσιάζεται εντονότερη σε περιοχές με βιοτεχνική δραστηριότητα όπου το ποσοστό ζυμώσιμων είναι ιδιαίτερα χαμηλό καθώς και στις τουριστικές περιοχές όπου εμφανίζεται υψηλή σύσταση των δημοτικών απορριμμάτων σε γυαλί και πλαστικό.

Πίνακας 2.8: Ποσοστιαία ποιοτική σύσταση απορριμμάτων στο πολεοδομικό συγκρότημα Θεσσαλονίκης, όπως μετρήθηκε το 1987 και 1998 στην είσοδο του ΧΥΤΑ

Είδος/Ετος	1987	1998
Οργανικά	51,70%	26,66%
Χαρτί	17,70%	29,21%
Δέρμα – Ξύλο – Ύφασμα - Λοιπά	9,40%	9,13%
Πλαστικά	7,20%	17,90%
Μέταλλα	5,90%	4,43%
Γυαλί	4,10%	3,61%
Αδρανή υλικά	4,00%	4,00%
Λοιπά	0,00%	5,06%

Πηγή: Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002

Το ειδικό βάρος ή η πυκνότητα των στερεών απορριμμάτων προσδιορίζεται είτε στη μορφή που αυτά συναντιόνται μέσα στα δοχεία συλλογής τους, είτε σε συμπιεσμένη μορφή. Ενδεικτικές τιμές ειδικού βάρους συστατικών υλικών των αστικών στερεών αποβλήτων όπως απορρίπτονται δίνονται στον Πίνακα 2.9, ενώ στον Πίνακα 2.10 δίνεται το ειδικό βάρος των ΑΣΑ μετά από συμπίεση.

Πίνακας 2.9: Ειδικό βάρος συστατικών των ΑΣΑ (όπως αυτά απορρίπτονται)

Συστατικά	Ειδικό Βάρος στον κάδο (kg/m ³)	
	Διακύμανση τιμών	Τυπική τιμή
ΟΡΓΑΝΙΚΑ		
Τροφικά υπολείμματα	130 - 490	250
Χαρτί	35 - 140	90
Χαρτόνι	40 - 80	50
Πλαστικά	40 - 130	60
Υφάσματα	35 - 100	60
Λάστιχα	80 - 200	130
Δέρματα	100 - 260	150
Άλλα Οργανικά	100 - 350	150
ΑΝΟΡΓΑΝΑ		
Γυαλί	150 - 500	200
Μη σιδηρούχα μέταλλα	50 - 240	160
Σιδηρούχα μέταλλα	150 - 1200	350
Αδρανή (σκόνες, τέφρες)	320 - 960	480

Πηγή: Παναγιωτακόπουλος, 2002

Πίνακας 2.10: Ειδικό βάρος ΑΣΑ

Κατάσταση ΑΣΑ	Ειδικό Βάρος (kg/m ³)	
	Διακύμανση τιμών	Τυπική τιμή
ΟΙΚΙΑΚΑ		
Σε χαλαρή κατάσταση, χωρίς επεξεργασία	60 - 200	130
Μέσα στο Απορριμματοφόρο (Α/Φ), συμπιεσμένα	180 - 450	300
Μετά την εκκένωσή τους από το Α/Φ, όπου είχαν συμπιεστεί	120 - 250	180
ΕΜΠΟΡΙΚΑ / ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ		
Στο Α/Φ, με συμπίεση	180 - 450	300
Στο ΧΥΤΑ, με απλή συμπίεση	300 - 500	450
Στο ΧΥΤΑ, με καλή συμπίεση	400 - 750	600
Στο ΧΥΤΑ, με πολύ καλή συμπίεση	600 - 1200	800
ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ / ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΩΝ		
Αδρανή	1000 - 1800	1500

Πηγή: Παναγιωτακόπουλος, 2002

Στον Πίνακα 2.11 δίνονται τυπικές τιμές υγρασίας σε διάφορα είδη αστικών στερεών αποβλήτων.

Πίνακας 2.11: Τυπικές τιμές υγρασίας ΑΣΑ (%κ.β.)

Συστατικά	Υγρασία (%)
Υπολείμματα τροφών	70
Χαρτί	6
Χαρτόνι	5
Πλαστικά	2
Γυαλί	2
Μέταλλα	3
Κονσέρβες	3
Απορρίμματα κήπων	60
Στάχτη, σκόνη	8
Δέρμα	10
Υφάσματα	10
Αδρανή άνω των 20 mm	10
Αδρανή κάτω των 20 mm	8

Πηγή: Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002

2.3.2 Χημικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ

Χημικά χαρακτηριστικά είναι η περιεκτικότητα σε πτητικά συστατικά, η περιεκτικότητα σε ανόργανα, η στοιχειακή ανάλυση, η θερμογόνο δύναμη των απορριμμάτων καθώς και η περιεκτικότητά τους σε επικίνδυνα συστατικά.

Στοιχειακή ανάλυση ονομάζεται ο προσδιορισμός του ποσοστού των χημικών στοιχείων που υπάρχουν στα συστατικά των ΑΣΑ. Τα πέντε κύρια στοιχεία που βρίσκονται στα ΑΣΑ είναι ο άνθρακας (C), το οξυγόνο (O), το υδρογόνο (H), το άζωτο (N), το θείο (S) και η τέφρα. Με βάση τα ποσοστά των χημικών στοιχείων, χαρακτηρίζεται η χημική σύνθεση της οργανικής ύλης στα ΑΣΑ και εκτιμάται η τιμή του λόγου C/N που επηρεάζει τις βιολογικές διεργασίες στα ΑΣΑ. Στον Πίνακα 2.12 δίνονται ενδεικτικές τιμές των ποσοστών των χημικών

στοιχείων στα συστατικά υλικά των ΑΣΑ, ενώ στον Πίνακα 2.13 δίνεται η στοιχειακή ανάλυση τυπικών ΑΣΑ του ελληνικού χώρου.

Πίνακας 2.12: Στοιχειακή ανάλυση των συστατικών των ΑΣΑ

Συστατικά	Ποσοστό Χημικού Στοιχείου (κατά ξηρό βάρος)					
	C	H	O	N	S	Τέφρα
ΟΡΓΑΝΙΚΑ						
Τροφικά υπολείμματα	50	6	38	3	0,4	2,6
Χαρτί	44	6	44	0,3	0,2	5,5
Χαρτόνι	44	6	44	0,3	0,2	5,5
Πλαστικά	60	7	23	-	-	10
Υφάσματα	56	7	30	5	0,2	1,8
Λάστιχα	76	10	-	2	-	12
Δέρματα	60	9	12	10	0,4	8,6
Απορρίμματα κήπων	48	6	38	3	0,3	4,7
Ξύλα	50	6	43	0,2	0,1	0,7
ΑΝΟΡΓΑΝΑ						
Γυαλί	0,5	0,1	0,4	<0,1	-	98,9
Μέταλλα	4,5	0,6	4,3	<0,1	-	90,5
Αδρανή (τέφρα, χώμα, κτλ)	26,3	3,0	2,0	0,5	0,2	68,0

Πηγή: Παναγιωτακόπουλος, 2002

Πίνακας 2.13: Στοιχειακή ανάλυση τυπικών ΑΣΑ ελληνικού χώρου

Συστατικό	% ξ.β.
Άνθρακας	25
Υδρογόνο	<2
Οξυγόνο	20
Θείο	1
Υγρασία	37
Αδρανή	15

Πηγή: Ανδρεαδάκης, 2000

Θερμογόνος δύναμη των αστικών απορριμμάτων είναι η ποσότητα θερμότητας που απελευθερώνεται κατά την καύση της μονάδας βάρους και εκφράζεται σε χιλιοθερμίδες ανά κιλό απορριμμάτων. Ο υπολογισμός της θερμογόνου δύναμης των απορριμμάτων μπορεί να γίνει με την εφαρμογή του τύπου του Dulong

$$kcal / kg = 80 \cdot C + 340 \cdot (H - \frac{1}{8}O) + 32 \cdot S$$

όπου:

C: άνθρακας, % ξ.β.

H: υδρογόνο, % ξ.β.

O: οξυγόνο, % ξ.β.

S: θείο, % ξ.β.

Ενδεικτικές τιμές της θερμογόνου δύναμης ανάλογα με τον τύπο των ΑΣΑ δίνονται στον Πίνακα 2.14. Τα ΑΣΑ της ελληνικής επικράτειας έχουν θερμογόνο δύναμη 1.750 – 2.000 kcal/kg, δηλαδή μικρότερη κατά 20 – 30% από την τυπική τιμή των απορριμμάτων στις ΗΠΑ και σε πολλές άλλες χώρες της Ευρώπης. Η σχετικά μικρή περιεκτικότητα σε χαρτί και το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας αποτελούν τις κυριότερες αιτίες αυτής της διαφοροποίησης (Ανδρεαδάκης, 2000).

Πίνακας 2.14: Θερμογόνος δύναμη ΑΣΑ

Συστατικό	Θερμικό περιεχόμενο (kJ/kg)
Υπολείμματα τροφών	4000 - 37000
Χαρτί	11500 - 25300
Χαρτόνι	16000
Πλαστικά	23000 - 44000
Υφάσματα	18500
Ελαστικά	25500
Δέρματα	17400
Απορρίμματα κήπων	4800 - 17000
Ξύλο	6000 - 17000

Πηγή: Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002

2.3.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ

Τα βιολογικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ είναι η βιοαποικοδομησιμότητα, οι παραγόμενες οσμές και η ανάπτυξη εντόμων και επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα εκείνων των μορφών επεξεργασίας οι οποίες συνεπάγονται βιοαποικοδόμηση της οργανικής ύλης των ΑΣΑ.

Το βασικότερο βιολογικό χαρακτηριστικό των ΑΣΑ είναι ότι το οργανικό κλάσμα τους είναι βιοαποικοδομήσιμο. Αυτό σημαίνει ότι το κλάσμα αυτό μπορεί να μετατραπεί με βιολογικές διεργασίες σε αέρια και σε σχετικώς αδρανή οργανικά και ανόργανα στερεά. Η βιολογική αυτή διαδικασία μπορεί να λάβει χώρα (Παναγιωτακόπουλος, 2002):

- είτε σε αναερόβιες συνθήκες, όπου παράγονται οσμές και αναπτύσσονται έντομα
- ή σε αερόβιες συνθήκες, όπου παράγεται ένα άοσμο, σταθεροποιημένο στερεό υλικό (compost) πλούσιο σε οργανική ύλη, υδατάνθρακες και πρωτεΐνες.

Κεφάλαιο 3^ο Θεσμικό πλαίσιο - Νομοθεσία

Το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα έχει εναρμονιστεί στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα βασικότερα στοιχεία του ελληνικού θεσμικού πλαισίου για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων αποτελούν τα παρακάτω κείμενα:

- Κοινή Υπουργική απόφαση 4641/232/2006 (ΦΕΚ Β 168/13-02-06) «Καθορισμός τεχνικών προδιαγραφών μικρών χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων σε νησιά και απομονωμένους οικισμούς, κατ' εφαρμογή του άρθρου 3 (παρ.4) σε συνδυασμό με το άρθρο 20 (παράρτημα Ι) της υπ' αριθμ. 29407/3508/2002 ΚΥΑ «Μέτρα και όροι για υγειονομική ταφή των αποβλήτων»
- Κοινή Υπουργική απόφαση 50910/2727/22-12-2003 (ΦΕΚ Β'/1909), «Μέτρα και όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης»
- Κοινή Υπουργική Απόφαση 29407/3508/16-12-2002 (ΦΕΚ Β'/1572), «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων»
- Νόμος 2939/6-6-2001 (ΦΕΚ Α'/179), «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις»
- Κοινή Υπουργική Απόφαση 114218/17-11-97 (ΦΕΚ Β'/1016), «Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων»

- Νόμος 1650/16-10-1986 (ΦΕΚ Α'/160), «Για την προστασία του περιβάλλοντος»

3.1 Εθνική στρατηγική για τα στερεά απόβλητα

Η Κοινοτική και Εθνική Νομοθεσία για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, θέτουν τις παρακάτω απαραίτητες αρχές για την αποτελεσματική και αειφορική διαχείριση των στερεών αποβλήτων:

- Την αρχή της προφύλαξης και της πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων, μέσω της επαναχρησιμοποίησης, της ανάκτησης υλικών και της ανακύκλωσης, καθώς και της ανάκτησης ενέργειας χωρίς ρύπανση του περιβάλλοντος
- Την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει»
- Την αρχή της εγγύτητας σύμφωνα με την οποία επιδιώκεται τα απόβλητα να οδηγούνται σε μία από τις πλησιέστερες εγκεκριμένες εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή και διάθεσης
- Την αρχή της επανόρθωσης των ζημιών στο περιβάλλον

Ο Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης στερεών αποβλήτων προσδιορίζει τις γενικές κατευθύνσεις για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων στο σύνολο της χώρας και υποδεικνύει τα κατάλληλα μέτρα που προωθούν συνδυασμένα (ΚΥΑ 50910/2727, 2003):

- Την απαγόρευση της ανεξέλεγκτης απόρριψης και ανεξέλεγκτης διάθεσης των στερεών αποβλήτων

- Την πρόληψη ή και τη μείωση της παραγωγής και της βλαπτικότητας των αποβλήτων
- Την αξιοποίηση των αποβλήτων με ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση ή ανάκτηση ή οποιαδήποτε άλλη διαδικασία που έχει ως στόχο την παραγωγή δευτερογενών πρώτων υλών ή προϊόντων
- Την περιβαλλοντικά ασφαλή διαχείριση των αποβλήτων
- Την χρησιμοποίηση των αποβλήτων ως πηγή ενέργειας
- Την περιβαλλοντικά αποδεκτή και ασφαλή διάθεση των αποβλήτων που δεν υπόκεινται σε διεργασίες αξιοποίησης και των υπολειμμάτων της επεξεργασίας των αποβλήτων, με στόχο της αειφορία
- Την ενθάρρυνση της ορθολογικής οργάνωσης και της ολοκληρωμένης διαχείρισης των αποβλήτων
- Τη δημιουργία εθνικού δικτύου εγκαταστάσεων διάθεσης αποβλήτων
- Την παύση λειτουργίας των ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης στερεών αποβλήτων, την σταδιακή αποκατάσταση και αναβάθμιση του χώρου που έχει υποστεί βλάβη και τη λήψη μέτρων για τον ουσιαστικό περιορισμό έως εξάλειψη της προκαλούμενης ρύπανσης
- Την κατάρτιση εθνικής στατιστικής αποβλήτων

Οι ποσοτικοί στόχοι που έχουν τεθεί για τη διαχείριση των ΑΣΑ σε επίπεδο χώρας είναι (ΚΥΑ 50910/2727, 2003 & Ν. 2939, 2001):

- ❖ Μέχρι το 2008 το δίκτυο συλλογής και μεταφοράς των ΑΣΑ να καλύπτει το σύνολο της χώρας
- ❖ Την κατασκευή και λειτουργία ΧΥΤ αποβλήτων ή υπολειμμάτων, με στόχο των αναγκών της χώρας μέχρι του τέλους του 2008

- ❖ Μέχρι 31.12.2005 πρέπει να αξιοποιείται τουλάχιστον το 50% κατά βάρος των αποβλήτων συσκευασίας με ανώτατο όριο το 65%
- ❖ Στο πλαίσιο του παραπάνω ποσοτικού στόχου και μέσα στην ίδια προθεσμία πρέπει να ανακυκλώνεται από το σύνολο των υλικών συσκευασίας τουλάχιστον το 25% κατά βάρος με ανώτατο όριο το 65%. Στο ποσοστό αυτό πρέπει να ανακυκλώνεται τουλάχιστον το 15% κάθε υλικού συσκευασίας
- ❖ Μέχρι 16-7-2010 τα βιοαποδομήσιμα αστικά στερεά απόβλητα που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να μειωθούν στο 75% της συνολικής κατά βάρος ποσότητας των βιοαποικοδομήσιμων αστικών στερεών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995 ή το τελευταίο προ του 1995 έτος για το οποίο υπάρχουν διαθέσιμα τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat
- ❖ Μέχρι 16-7-2013 τα βιοαποδομήσιμα αστικά στερεά απόβλητα που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να μειωθούν στο 50% της συνολικής κατά βάρος ποσότητας των βιοαποικοδομήσιμων αστικών στερεών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995 ή το τελευταίο προ του 1995 έτος για το οποίο υπάρχουν διαθέσιμα τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat
- ❖ Μέχρι 16-7-2020 τα βιοαποδομήσιμα αστικά στερεά απόβλητα που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να μειωθούν στο 35% της συνολικής κατά βάρος ποσότητας των βιοαποικοδομήσιμων αστικών στερεών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995 ή το τελευταίο προ του 1995 έτος για το οποίο υπάρχουν διαθέσιμα τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat.

3.2 Σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων νομού Σερρών

Το Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας αποτελεί την εξειδίκευση στο χώρο της

Κεντρικής Μακεδονίας των γενικών κατευθύνσεων που περιλαμβάνονται στον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων. Οι στόχοι που τέθηκαν από το ΠΕΣΔΑ καθώς και τα χρονοδιαγράμματα υλοποίησής τους αποβλέπουν στη διαμόρφωση Οργανωμένων Εγκαταστάσεων Διαχείρισης Απορριμμάτων οι οποίες θα καλύπτουν το σύνολο της Περιφέρειας.

Οι άξονες δράσης του ΠΕΣΔΑ της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας είναι:

1. Ασφαλής τελική διάθεση των στερεών αποβλήτων λαμβάνοντας υπόψη τα ήδη κατασκευασμένα και δρομολογημένα έργα
2. Διακοπή λειτουργίας και αποκατάσταση των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων (ΧΑΔΑ)
3. Έμφαση στην επίτευξη ποιοτικών και ποσοτικών στόχων για τη μείωση των αποβλήτων προς τελική διάθεση και την επεξεργασία του οργανικού κλάσματος
4. Εκπλήρωση ειδικών όρων και διατάξεων που έχουν τεθεί με τις αποφάσεις του Ταμείου Συνοχής για τα ήδη εγκεκριμένα έργα
5. Βελτίωση της λειτουργίας των Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦοΔΣΑ)
6. Καταρχήν διαμόρφωση προτάσεων για τη διαχείριση των ειδικών ρευμάτων στερεών αποβλήτων
7. Ενημέρωση, ευαισθητοποίηση και ενεργή συμμετοχή των πολιτών στις διαδικασίες διαχείρισης των στερεών αποβλήτων
8. Διοικητικές πρωτοβουλίες για την υποστήριξη και προώθηση των αναγκαίων ενεργειών και δράσεων

Σύμφωνα με την ΠΕΣΔΑ για το νομό Σερρών προβλέπεται μία ενιαία Διαχειριστική Ενότητα στην οποία θα περιλαμβάνεται η κατασκευή 2 σταθμών μεταφόρτωσης απορριμμάτων (ΣΜΑ) και ενός Χώρου Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ). Τα παραπάνω έργα αναμένεται να κατασκευαστούν έως το τέλος του τρέχοντος έτους. Η έγκαιρη αντιμετώπιση της επικείμενης πλήρωσης του ΧΥΤΑ του δήμου Σερρών και μέχρι την ολοκλήρωση του χώρου Υγειονομικής Ταφής που θα καλύπτει το σύνολο του νομού, θα αντιμετωπιστεί με την κατασκευή Β' Κυττάρου στον υφιστάμενο ΧΥΤΑ του δήμου Σερρών σε συνδυασμό με την εφαρμογή προγράμματος Διαλογή στην Πηγή (ΔσΠ).

Έως το έτος 2010 προβλέπεται να τεθεί σε λειτουργία στο νομό Σερρών μία Μονάδα Μηχανικής – Βιολογικής Επεξεργασίας & Παραγωγής Ενέργειας ή άλλης δόκιμης τεχνολογίας ή συνδυασμός τεχνολογιών, εφόσον εκπληρώνει τα ακόλουθα κριτήρια:

- μέγιστη δυνατή προστασία του περιβάλλοντος
- κατ' ελάχιστον εκπλήρωση των ποσοτικών στόχων που τίθενται
- οικονομία κλίμακας
- λειτουργικότητα και οικονομική βιωσιμότητα

Έως το έτος 2010 προβλέπεται επίσης να τεθεί σε εφαρμογή στο νομό Σερρών πρόγραμμα Διαλογής στην Πηγή Υλικών Συσκευασίας και θα τεθεί σε λειτουργία ένα Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ).

Σύμφωνα με την απόφαση 639/2005 της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας μέχρι το τέλος του έτους 2006 θα έπρεπε να παραμείνουν σε λειτουργία ένας μόνο ΧΑΔΑ ανά ΟΤΑ, ενώ προβλεπόταν η κατάργηση όλων των ΧΑΔΑ του νομού έως το τέλος του 2008 (Απόφαση Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, 2005). Όμως παρότι διανύουμε το έτος 2009 παραμένουν ακόμη

ενεργοί 9 ΧΑΔΑ οι οποίοι προβλέπεται να αποκατασταθούν μέχρι το τέλος του τρέχοντος έτους (Δελτίο τύπου ΠΚΜ, 2009).

Κεφάλαιο 4^ο Μέθοδοι διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων

Η έννοια της διαχείρισης των απορριμμάτων εμφανίζει μια δυναμική με το χρόνο εξέλιξη. Η συσχέτιση μεταξύ δημόσιας υγείας και ανεπαρκών μεθόδων αποθήκευσης, συλλογής και τελικής διάθεσης απορριμμάτων (που οδηγεί στην παρουσία τρωκτικών και άλλων φορέων ασθενειών), είναι γνωστή από παλιά και ο πρώτος στόχος της διαχείρισης αφορούσε αποκλειστικά στην προστασία της δημόσιας υγείας.

Με την έντονη ευαισθητοποίηση γύρω από τα περιβαλλοντικά προβλήματα (κυρίως μετά τη δεκαετία του 1970) ο στόχος διευρύνεται και αποσκοπεί στην προστασία και αποτροπή δυσμενών επιπτώσεων στον αέρα, στα νερά και στο έδαφος. Αυτή είναι η επικρατούσα σε πολλές χώρες, περιλαμβανομένης και της Ελλάδος, άποψη ως προς το θέμα του περιβαλλοντικά αποδεκτού τρόπου διαχείρισης, σύμφωνα με την οποία τα απορρίμματα αποτελούν άχρηστο προϊόν (απόβλητο) που θα πρέπει όμως να διατεθεί με μεθόδους που να εξασφαλίζουν την προστασία όχι μόνον της δημόσιας υγείας αλλά και του περιβάλλοντος.

Κατά τη δεκαετία του 1990 σε πολλές χώρες της Ευρώπης, αλλά και στα πλαίσια της εξελισσόμενης ενιαίας Ευρωπαϊκής πολιτικής, προβάλλεται επιτακτικά, η έννοια της διαχείρισης στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης, με έμφαση στην ελαχιστοποίηση παραγωγής και στη θεώρηση των απορριμμάτων ως αξιοποιήσιμου υλικού (μέσω ανάκτησης υλικών ή ενέργειας). Αποτέλεσμα της θεώρησης αυτής είναι η ριζική αλλαγή στον τρόπο αξιολόγησης των διαφόρων μεθόδων διαχείρισης, με προτεραιότητα σε εκείνες που συνεισφέρουν στην

εξοικονόμηση φυσικών πόρων, έτσι ώστε να εξυπηρετείται η αρχή της αειφορίας (Ανδρεαδάκης, 2000).

Με την κλασική έννοια της διαχείρισης απορριμμάτων νοείται το σύνολο των απαιτούμενων ενεργειών που περιλαμβάνει (Ανδρεαδάκης, 2000):

- ❖ την εκτίμηση της ποσότητας και ποιότητας των απορριμμάτων
- ❖ την προσωρινή αποθήκευση
- ❖ τη συλλογή (με ενδεχόμενη διαλογή στην πηγή)
- ❖ τη μεταφορά στη θέση επεξεργασίας και διάθεσης
- ❖ την τελική επεξεργασία και διάθεση

Λαμβάνοντας υπόψη τις προαναφερθείσες πρόσφατες τάσεις, η έννοια της διαχείρισης των απορριμμάτων επεκτείνεται όλο και περισσότερο σε θέματα πολιτικής, που σχετίζονται αφ' ενός μεν με τις δυνατότητες ελαχιστοποίησης των παραγόμενων προϊόντων και αξιοποίησης των μέσω επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης υλικών και ανάκτησης ενέργειας, αφ' ετέρου δε με τη σύσταση και λειτουργία κατάλληλων για τον σκοπό αυτό οργανωτικών σχημάτων διαχείρισης.

4.1 Βασικές αρχές διαχείρισης απορριμμάτων

Η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε το Μάιο του 1990 στρατηγική για την διαχείριση των απορριμμάτων και ιεράρχησε τις διαχειριστικές επιλογές σύμφωνα με το Σχήμα .Κάθε διαχειριστική επιλογή είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις υπόλοιπες και πρέπει να εξετάζεται λαμβάνοντας υπόψη αυτή τη σχέση.

Πρώτη προτεραιότητα δίνεται στην **πρόληψη** της παραγωγής απορριμμάτων γιατί αποτελεί τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο εξάλειψης των προβλημάτων που σχετίζονται με τη διαχείριση των ΑΣΑ.

Η **πρόληψη** και η **ελαχιστοποίηση** των ΑΣΑ μπορεί να ενισχυθεί με την αλλαγή της κοστολόγησης των υπηρεσιών καθαριότητας. Στην Ελλάδα η κοστολόγηση των υπηρεσιών καθαριότητας γίνεται με τη χρέωση ανταποδοτικών, δημοτικών ή κρατικών φόρων στους πολίτες που εξυπηρετούνται. Χρησιμοποιείται το σύστημα «flat rate» για τη χρέωση των υπηρεσιών τους, όπου το σύστημα αυτό χρεώνει το δημότη ανάλογα τα τετραγωνικά μέτρα του ακινήτου. Τα τελευταία χρόνια - ιδιαίτερα στις ΗΠΑ, Αυστραλία και Καναδά - η χρέωση των τελών καθαριότητας ακολουθεί τη μεταβλητή κοστολόγηση βάσει της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει». Το τελευταίο σύστημα χρέωσης καλείται μοναδιαίο (unit pricing) ή μεταβλητό (variable rate pricing) και το ολικό πρόγραμμα διαχείρισης απορριμμάτων και κοστολόγησης αυτών καλείται «πληρώνεις όσο απορρίπτεις» (Pay As You Throw = PAYT). Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» πρεσβεύει την ελαχιστοποίηση-αποφυγή παραγωγής απορριμμάτων μέσω άμεσης αντιστοίχησης της πραγματικής παραγόμενης ποσότητας απορριμμάτων κάθε νοικοκυριού με τα ανταποδοτικά τέλη. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με το PAYT, τα ανταποδοτικά τέλη οφείλουν να είναι ανάλογα της ποσότητας που παράγει το κάθε νοικοκυριό

(μεταβλητή κοστολόγηση) και όχι πάγιας ετήσιας χρέωσης ανάλογα με τα τετραγωνικά μέτρα του ακινήτου που ισχύει σήμερα. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσαν να θεσπισθούν αυτομάτως οικονομικά κίνητρα για μείωση της ατομικής παραγωγής απορριμμάτων και προώθηση της ανακύκλωσης.

Οι βασικότεροι στόχοι του PAYT εστιάζονται κυρίως (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002):

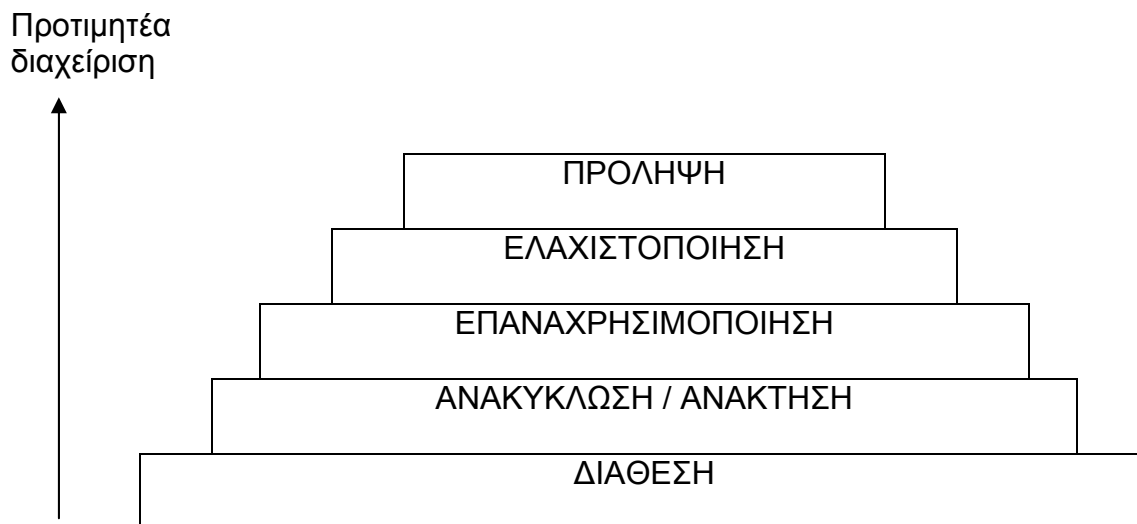
- Στην παρότρυνση των νοικοκυριών να αποφύγουν την παραγωγή απορριμμάτων ή να ελαχιστοποιήσουν την ποσότητα αυτών που παράγουν και καταλήγουν σε ΧΥΤ, ακολουθώντας την ιεραρχία των δυνατοτήτων διαχείρισης απορριμμάτων (Σχήμα 4.1)
- Στην εξισορρόπηση και αναπροσαρμογή των ανταποδοτικών τελών με δίκαιο τρόπο για όλους τους πολίτες
- Στην προώθηση της γενικής ιδέας της προστασίας του περιβάλλοντος, επισημαίνοντας τη βαρύτητα και την αξία της για την παγκόσμια ευημερία.

Τα οφέλη που απορρέουν από την **επαναχρησιμοποίηση** είναι η εξοικονόμηση και διατήρηση φυσικών πόρων και ενέργειας, η εξοικονόμηση οικονομικών πόρων και η μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων που οδηγούνται προς τελική διάθεση με συνεπακόλουθα σημαντικά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη.

Η **ανακύκλωση** είναι σημαντική επιλογή, για τους παρακάτω λόγους:

- I. Η ανακύκλωση των απορριμμάτων για την ανάκτηση υλικών μειώνει την ανάγκη για πρώτες ύλες
- II. Η επανεπεξεργασία των υλικών μπορεί να αποφέρει σημαντικά ενεργειακά οφέλη σε σύγκριση με την παραγωγή ης αντίστοιχης πρώτης ύλης

- III. Η ανακύκλωση μειώνει την ποσότητα των απορριμμάτων που χρειάζονται εναπόθεση και επομένως μειώνει τις επιπτώσεις της ταφής



Σχήμα 4.1: Ιεράρχηση διαχείρισης ΑΣΑ στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Δεδομένου ότι η παραγωγή απορριμμάτων αυξάνεται, είναι επιτακτική η ανάγκη οι σχεδιαστές των προϊόντων να μεριμνούν για το τι θα συμβεί μετά το τέλος της χρήσης τους, ώστε να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία ανακύκλωσής τους. Για παράδειγμα, αν ένα προϊόν κατασκευάζεται από περισσότερα από ένα υλικά, αυτά θα πρέπει να είναι εύκολα αναγνωρίσιμα και διαχωρίσιμα (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

Με την **ανάκτηση ενέργειας** επιχειρείται η καύση των απορριμμάτων, με συνέπεια την μείωση του όγκου των απορριμμάτων με ταυτόχρονη αξιοποίηση της εμπεριεχόμενης σε αυτά ενέργειας. Η επιλογή αυτή έχει σαν κύριο περιορισμό τα προβλήματα ρύπανσης από την καύση (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

Η **διάθεση** αφορά την τελική διάθεση, είτε των προϊόντων της καύσης με ανάκτηση ενέργειας, είτε της συνολικής ποσότητας των απορριμμάτων, όπως

αυτή διαμορφώνεται έπειτα από την εφαρμογή των άλλων διαχειριστικών επιλογών. Οι περιορισμοί προέρχονται από τον κίνδυνο ρύπανσης του τελικού αποδέκτη και έχουν οδηγήσει σε δυσκολίες εκτεταμένης εφαρμογής της (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

Οι διαχειριστικές επιλογές που αναφέρθηκαν είναι συμπληρωματικές μεταξύ τους και συνήθως συνυπάρχουν σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων. Το κρίσιμο σημείο σχεδιασμού ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων είναι ο βέλτιστος περιβαλλοντικά και οικονομικά συνδυασμός των χρησιμοποιούμενων επιλογών για τις διάφορες κατηγορίες απορριμμάτων.

4.2 Προσωρινή αποθήκευση

Η προσωρινή αποθήκευση των απορριμμάτων από τη στιγμή που ο χρήστης τα μεταφέρει εκτός του χώρου παραγωγής μέχρι την ώρα της συλλογής από το απορριμματοφόρο είναι ένα κρίσιμο στάδιο του συστήματος διαχείρισης. Προβλήματα που μπορεί να εμφανιστούν είναι η προσέλκυση εντόμων και τρωκτικών, η δυσοσμία και η διασπορά των απορριμμάτων από τον αέρα ή από κατοικίδια ζώα (Ανδρεαδάκης, 2000).

Οι κυλιόμενοι κάδοι είναι το συνηθέστερο μέσο προσωρινής αποθήκευσης των απορριμμάτων και χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τη μηχανική συλλογή. Οι κάδοι αυτοί τοποθετούνται σε επιλεγμένες θέσεις με εύκολη πρόσβαση για τα απορριμματοφόρα και εκκενώνονται με τη βοήθεια ειδικού μηχανισμού. Το υλικό κατασκευής τους είναι επιψευδαργυρωμένος χάλυβας (γαλβανισμένη λαμαρίνα), λαμαρίνα DKP, ή πλαστικό και προσφέρονται σε τυποποιημένα μεγέθη των 120, 240, 770 και 1.100 L. Τυπικοί κάδοι συλλογής δίνονται στις Εικόνες 4.1 και 4.2.

Βασικά πλεονεκτήματα των κυλιόμενων κάδων είναι (Ανδρεαδάκης, 2000):

- ❖ η εξασφάλιση καλών συνθηκών υγιεινής
- ❖ η διευκόλυνση του έργου των εργατών
- ❖ η μείωση του απαιτούμενου χρόνου συλλογής

Μειονεκτήματα των κυλιόμενων κάδων αποτελούν (Ανδρεαδάκης, 2000):

- ❖ το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης
- ❖ η προϋπόθεση ύπαρξης κατάλληλων χώρων για την τοποθέτησή τους
- ❖ η απαίτηση για πρόσθετο εξοπλισμό, όπως το σύστημα ανύψωσης κάδων στα απορριμματοφόρα και το αυτοκίνητο – πλυντήριο κάδων



Εικόνα 4.1: Πλαστικός κάδος 240 L



Εικόνα 4.2: Μεταλλικός κάδος 1100 L

4.3 Συλλογή – Μεταφορά

Η συλλογή των απορριμμάτων, ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές, είναι μια δύσκολη και σύνθετη διαδικασία. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της πολυσύνθετης οικιστικής δόμησης που διαχέεται προς κάθε δυνατή κατεύθυνση στα περικόχωρα των πόλεων.

Η διαδικασία της συλλογής των απορριμμάτων αποτελεί ένα πολύ σημαντικό τμήμα του συστήματος διαχείρισης γιατί αφενός στο στάδιο αυτό αντιστοιχεί το μεγαλύτερο ποσοστό της δαπάνης διαχείρισης των ΑΣΑ και αφετέρου επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών στους κατοίκους (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Η διαδικασία της συλλογής περιλαμβάνει τη συλλογή των απορριμμάτων από τα διάφορα σημεία αποθήκευσης με τη βοήθεια απορριμματοφόρων. Η συλλογή και μεταφορά είναι αρμοδιότητα των ΟΤΑ οι οποίοι την πραγματοποιούν με δική τους ευθύνη και μέσα ή την αναθέτουν σε εξωτερικούς εργολάβους (Χαλβαδάκης, 1993).

Οι παράμετροι που πρέπει να εξετάζονται κατά την οργάνωση ενός συστήματος συλλογής περιλαμβάνουν (Ανδρεαδάκης, 2000):

- I. την επιλογή των σημείων συλλογής
- II. τον καθορισμό της συχνότητας συλλογής
- III. την επιλογή του απαιτούμενου μηχανολογικού εξοπλισμού και προσωπικού
- IV. τον καθορισμό των δρομολογίων συλλογής

Τα σύγχρονα οχήματα συλλογής απορριμμάτων είναι κλειστού τύπου, εφοδιασμένα με σύστημα συμπίεσης των απορριμμάτων και σύστημα ανύψωσης

κάδων. Τα απορριμματοφόρα ανοικτού τύπου χρησιμοποιούνται πλέον μόνο για τη συλλογή ογκωδών αντικειμένων.

Η χωρητικότητα των απορριμματοφόρων κυμαίνεται από 4 έως 30 m³, ενώ ο βαθμός συμπίεσης είναι από 3 έως 8 (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της συλλογής, τα απορρίμματα είτε μεταφέρονται απευθείας στον τελικό χώρο επεξεργασίας / διάθεσης είτε σε σταθμούς μεταφόρτωσης. Οι σταθμοί μεταφόρτωσης είναι χώροι στεγασμένοι ή ανοικτοί, όπου τα απορριμματοφόρα μεταφέρουν το περιεχόμενό τους, που στη συνέχεια, ύστερα από συμπίεση ή όχι, μεταφέρεται με μεγάλης χωρητικότητας ειδικά αυτοκίνητα στους χώρους επεξεργασίας / διάθεσης. Οι σταθμοί μεταφόρτωσης μπορεί να είναι εξοπλισμένοι με σύστημα συμπίεσης απορριμμάτων, όπου μειώνεται ο όγκος των ΑΣΑ, ή μπορεί και να γίνεται μερική διαλογή υλικών, κυρίως των μετάλλων.

4.4. Μέθοδοι και τεχνικές διαχείρισης απορριμμάτων

4.4.1 ΧΥΤΑ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων)

Η υγειονομική ταφή στους ΧΥΤΑ είναι η μέθοδος της ελεγχόμενης και οργανωμένης απόθεσης των αποβλήτων στο έδαφος.

Η ευκολία εκμετάλλευσης του ΧΥΤΑ, ιδιαίτερα όταν αυτός είναι επαρκής, καθιστά τη ταφή των απορριμμάτων μια φθηνή και αρκετά διαδεδομένη λύση στο πρόβλημα διαχείρισής τους. Κατά το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία ενός ΧΥΤΑ λαμβάνονται υπόψη κυρίως τα παρακάτω (Βλαστός & Μπιρμπίλη, 1999):

- I. Εγκατάσταση ενός μόνιμου και μη διαπερατού υλικού ως επένδυση της λεκάνης, έτσι ώστε τα απορρίμματα ή τα στραγγίσματά τους να μη διαφεύγουν στο γύρω περιβάλλον
- II. Κατασκευή συστήματος συλλογής και επεξεργασίας των στραγγισμάτων
- III. Έλεγχος του παραγόμενου βιοαερίου
- IV. Συνεχή έλεγχο για εντοπισμό στερεών, υγρών και αερίων εκπομπών στο γύρω περιβάλλον
- V. Αποκατάσταση του χώρου μετά το τέλος ζωής του.

Ο σχεδιασμός, η τεχνολογία και οι τεχνικές διαχείρισης των ΧΥΤΑ έχουν βελτιωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια και συνεχίζουν να βελτιώνονται. Για την επιλογή του χώρου πρέπει να εξετάζονται τα υδρογεωλογικά στοιχεία της περιοχής, ώστε να μη δημιουργείται κίνδυνος ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα. Κατά την υγειονομική ταφή τα απορρίμματα διαστρώνονται, συμπιέζονται, και στο τέλος της ημέρας σκεπάζονται με αδρανές υλικό, όπως χώμα, μπάζα, κομπόστ

κ.α. Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της υγειονομικής ταφής παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υγειονομικής ταφής

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Σχετικά χαμηλό κόστος	Η ευκολία της υγειονομικής ταφής δε δίνει κίνητρα στους παραγωγούς απορριμμάτων να εφαρμόζουν λύσεις που βασίζονται στην αξιοποίηση των απορριμμάτων
Κατάλληλη για ένα ευρύ φάσμα απορριμμάτων	Ανεξαρτήτως σχεδιασμού, υπάρχει πάντα ένας μικρός κίνδυνος ρύπανσης από τη λειτουργία των ΧΥΤΑ
Δυνατότητα εκμετάλλευσης εκλυόμενου βιοαερίου, κατάλληλου για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος	Το βιοαέριο, αν δεν τεθεί υπό έλεγχο, μπορεί να είναι επικίνδυνο (πυρκαγιά, έκρηξη). Επίσης το βιοαέριο συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου
Μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ με ανάπλασή του αποκτώνται κατάλληλοι χώροι για πάρκα, αθλητικές εγκαταστάσεις κ.α.	Η ανάκτηση ενέργειας από ΧΥΤΑ δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτική
	Μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ, η γη μπορεί να είναι ακατάλληλη για κάποιες χρήσεις, λόγω ρύπανσης
	Μπορεί να υπάρχει όχληση λόγω θορύβου, οσμών, διέλευσης οχημάτων και αισθητικής υποβάθμισης, όπως με όλες τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας απορριμμάτων
	Μεγάλου μήκους μεταφορές απορριμμάτων εντός πόλεως με επιβάρυνση του δικτύου και του περιβάλλοντος

Πηγή: Βλαστός & Μπιρμπίλη, 1999

4.4.2 Ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα

Μια μέθοδος επεξεργασίας / διάθεσης των ΑΣΑ είναι η καύση όπου τα απορρίμματα μετατρέπονται σε νερό, διοξείδιο του άνθρακα και άνθρακα. Καθώς όμως όλα τα υλικά δεν καίγονται όπως το μέταλλο και το γυαλί, μετά την καύση μένει υπόλειμμα το οποίο στέλνεται σε ΧΥΤ. Η καύση αποτελεί μέθοδο

ελαχιστοποίησης των απορριμμάτων για εναπόθεση και όχι μέθοδο τελικής εναπόθεσής τους. Η καύση επιτυγχάνει μείωση του όγκου των απορριμμάτων κατά 90% και του βάρους τους κατά 70%. Κατά την καύση παράγεται ενέργεια με τη μορφή θερμότητας η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί (Βλαστός & Μπιρμπίλη, 1999).

Η καύση αποτέλεσε αρκετά διαδεδομένη μέθοδο διαχείρισης των απορριμμάτων στη δεκαετία του 1960 και 1970, αλλά ανησυχίες για τα εκλυόμενα αέρια από τις εγκαταστάσεις της περιόρισαν την εξάπλωσή της. Η κοινοτική νομοθεσία προωθεί την καύση με ανάκτηση ενέργειας, αλλά έχει εισαγάγει μια σειρά αυστηρών περιβαλλοντικών απαιτήσεων για τις εγκαταστάσεις καύσης, ιδιαίτερα ως προς την επεξεργασία των εκλυόμενων αερίων.

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της καύσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα καύσης

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Παράγεται ενέργεια και δεν εκλύεται μεθάνιο	Το κόστος είναι πολύ υψηλότερο από την υγειονομική ταφή
Ελαττώνεται ο όγκος των απορριμμάτων προς τελική απόθεση μέχρι και 90%	Εκπομπή αερίων ρύπων, κάποιοι από τους οποίους είναι πολύ τοξικοί
Μπορεί να παράγεται 5 φορές περισσότερη ενέργεια ανά τόνο απορριμμάτων σε σχέση με την εκμετάλλευση βιοαερίου από ΧΥΤΑ	Το υψηλό κόστος κατασκευής απαιτεί μακροπρόθεσμα συμβόλαια. Έτσι η καύση γίνεται δεσμευτική για τις κοινότητες που θα την υιοθετήσουν και περιορίζει τις μελλοντικές επιλογές
Μετατρέπονται τα οργανικά σε βιολογικώς αδρανείς μορφές	Σε κάποιες εγκαταστάσεις καύσης παράγονται υγρά απόβλητα, τα οποία χρειάζονται επεξεργασία πριν περάσουν στο σύστημα αποχέτευσης
Είναι ο ενδεικνυόμενος τρόπος επεξεργασίας για πολλά τοξικά, εύφλεκτα, πτητικά και μολυσματικά απόβλητα	Χρειάζεται ειδικός χώρος ταφής για τα στερεά υπολείμματα της καύσης
Είναι εφικτή η ανάκτηση κάποιων υλικών (π.χ. μετάλλων) από το στερεό υπόλειμμα της καύσης	

Πηγή: Βλαστός & Μπιρμπίλη, 1999

4.4.3 Κομποστοποίηση

Η κομποστοποίηση (composting) είναι η αερόβια αποσύνθεση των οργανικών υλικών με τη βοήθεια μικροοργανισμών που χρησιμοποιούν τα υλικά αυτά για τροφή, με τελικά προϊόντα διοξείδιο του άνθρακα, νερό, διάφορες ενώσεις και ένα σταθεροποιημένο οργανικό υλικό. Το σταθεροποιημένο αυτό οργανικό υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό και ως πρόσθετο εδαφικό υλικό για τη διαμόρφωση χώρων πρασίνου σε αστικές περιοχές (Ανδρεαδάκης, 2000). Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κομποστοποίησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3

Πίνακας 4.3: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κομποστοποίησης

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Απομακρύνεται το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων και μειώνονται οι εκπομπές μεθανίου και ο κίνδυνος μόλυνσης των υπόγειων υδάτων, όπως συμβαίνει στους ΧΥΤΑ	Πιθανή έκλυση οσμών
Μειώνεται η χρήση φυσικών πόρων για την κατασκευή τεχνητών λιπασμάτων	Οι αγορές για το κομπόστ δεν είναι ακόμη επαρκώς αναπτυγμένες, με αποτέλεσμα να υπάρχουν προβλήματα στη διάθεση του προϊόντος
	Έκλυση μυκήτων και σπόρων που μπορεί να απειλήσουν την υγεία των εργαζομένων

Πηγή: Βλαστός & Μπιρμπίλη, 1999

4.4.4 Ανακύκλωση υλικών

Ως προς την ανακύκλωση υλικών, τα αστικά απορρίμματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες (Βλαστός & Μπιρμπίλη, 1999):

- I. Ξηρά ανακυκλώσιμα υλικά, όπως χαρτί, πλαστικό, μέταλλο, γυαλί και ύφασμα

II. Οργανικά υλικά, όπως υπολείμματα τροφών και κηπευτικά υλικά

Και οι δύο κατηγορίες υλικών μπορούν να ανακυκλωθούν με διαφορετικές μεθόδους συλλογής και επεξεργασίας.

Η ανακύκλωση των υλικών πραγματοποιείται είτε με διαχωρισμό των αποβλήτων στην πηγή τους σε δύο ή περισσότερα ρεύματα υλικών και την περαιτέρω ταξινόμησή τους σε κέντρα ανακύκλωσης, είτε με μηχανικό διαχωρισμό απορριμμάτων σε ειδικές προς τούτο εγκαταστάσεις. Και στις δύο περιπτώσεις η ανάκτηση ολοκληρώνεται με τη μετατροπή του οργανικού κλάσματος σε εδαφοβελτιωτικό υλικό (compost).

Καθοριστικοί παράγοντες για ένα σύστημα ανακύκλωσης είναι (Ανδρεαδάκης, 2000):

- Το σύστημα διαλογής
- Η διάθεση στην αγορά ανακυκλωμένων προϊόντων
- Η οργανωτική, οικονομική και θεσμική στήριξη

4.4.4.1 Συστήματα διαλογής

A. Διαλογή στην πηγή

Η διαλογή στην πηγή είναι η μέθοδος ανακύκλωσης όπου τα ανακυκλούμενα υλικά διαχωρίζονται στην πηγή παραγωγής τους.

Τα κύρια συστήματα διαλογής στην πηγή είναι (Ανδρεαδάκης, 2000):

- I. τα κέντρα συλλογής, όπου μεταφέρονται από του κατοίκους με την παροχή κινήτρων. Τα υλικά υφίστανται κάποια προεπεξεργασία και μεταφέρονται στις καταναλώτριες βιομηχανίες. Το σύστημα χαρακτηρίζεται από μηδενικό κόστος συλλογής, αλλά υπάρχει κόστος επένδυσης, λειτουργίας και μεταφοράς υλικών

- II. Συλλογή από πόρτα σε πόρτα. Εφαρμόζεται κυρίως για το χαρτί και το κόστος του συστήματος εξαρτάται κυρίως σε μεγάλο βαθμό από τη συμμετοχή των κατοίκων
- III. Συλλογή σε κάδους. Είναι το πιο συνηθισμένο σύστημα και τα υλικά συγκεντρώνονται από τους κατοίκους σε ειδικούς κάδους που είναι τοποθετημένοι σε κοινόχρηστους χώρους. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας κοινός κάδος για όλα τα ανακυκλώσιμα υλικά ή ξεχωριστός κάδος για το κάθε είδος. Από τους κάδους τα υλικά μεταφέρονται για μεταπώληση.

Η επιτυχία ενός προγράμματος ανακύκλωσης εξαρτάται από (Βλαστός & Μπιρμπίλη, 1999):

- Τη συμμετοχή των κατοίκων στο πρόγραμμα
- Την παροχή απλών οδηγιών και επαρκών υποστηρικτικών συμβουλών
- Τη συχνή και περιοδική παρακολούθηση και αποτίμηση της προόδου του προγράμματος
- Τη χαμηλή πρόσμιξη των ανακυκλώσιμων υλικών με τα μη ανακυκλώσιμα

B. Μηχανική διαλογή

Με τη μέθοδο της μηχανικής διαλογής διαχωρίζονται τα διάφορα υλικά με μηχανικά μέσα. Υπάρχουν δύο βασικά συστήματα διαχωρισμού, ο υγρός και ο ξηρός, όπου εφαρμόζονται στην πλειονότητα των εγκατεστημένων μονάδων μηχανικής διαλογής ΑΣΑ. Στις εγκαταστάσεις μηχανικής ανακύκλωσης πραγματοποιείται διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων και επιτυγχάνεται μηχανικός διαχωρισμός, ανάκτηση καθώς και περαιτέρω επεξεργασία υλικών που περιέχονται σε αυτά. Με τις διαδικασίες της μηχανικής διαλογής είναι δυνατόν να επιτευχθούν (Ανδρεαδάκης, 2000):

- Ο διαχωρισμός των χρήσιμων υλικών, όπως χαρτί, χαρτόνι, μέταλλα, πλαστικό, γυαλί κ.α., με σκοπό την ανακύκλωσή τους
- Η εξασφάλιση πρώτης ύλης για παραγωγή εδαφοβελτιωτικού
- Η παραγωγή καύσιμης ύλης με τη μορφή RDF (Refuse Derived Fuel)
- Η βελτίωση των συνθηκών εφαρμογής της αποτέφρωσης
- Η μείωση του όγκου των αποβλήτων

4.5 Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα

Η Ελλάδα συγκαταλέγεται στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπου η ταφή (εδαφική διάθεση) αποτελεί την κυρίαρχη μέθοδο διαχείρισης των ΑΣΑ. Συγκεκριμένα, σήμερα σε λειτουργία βρίσκονται μόλις 65 ΧΥΤΑ σε όλη την Ελλάδα, εκ των οποίων η συντριπτική πλειοψηφία από το 2012 και μετά θα είναι παράνομοι, αφού δεν μπορούν να μετατραπούν σε ΧΥΤΥ (Χώροι Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων) ενώ 32 κατασκευάζονται και 41 βρίσκονται υπό μελέτη (ΕΕΣΔΑ, 2009).

Ο Εθνικός σχεδιασμός στόχευε στο κλείσιμο όλων των παράνομων χώρων διάθεσης και την κάλυψη του συνόλου του πληθυσμού με σύγχρονους ΧΥΤΑ μέχρι και τις 21/12/2008, οπότε και έληγε η προθεσμία που είχε δώσει η καταδικαστική απόφαση του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου για τις ανεξέλεγκτες χωματερές, αλλά αυτός ο στόχος δεν επετεύχθει.

Η αρμόδια Διυπουργική Επιτροπή εκτιμά ότι από τις 1.102 χωματερές για τις οποίες καταδικάστηκε η Ελλάδα στο Ευρωπαϊκό Δικαστήριο το 2005, σήμερα «έχουν κλείσει οι 806, εκτελούνται έργα αποκατάστασης σε 280, ενώ στο τέλος του έτους θα απομείνουν ενεργές μόνο 16» (ΕΕΣΔΑ, 2009).

Για καθένα από αυτούς τους 16 ΧΑΔΑ (Χώρους Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων) επικρέμεται από 1η Ιανουαρίου η επιβολή ημερήσιου προστίμου 34.000 ευρώ, δηλαδή συνολικά 544.000 ευρώ την ημέρα.

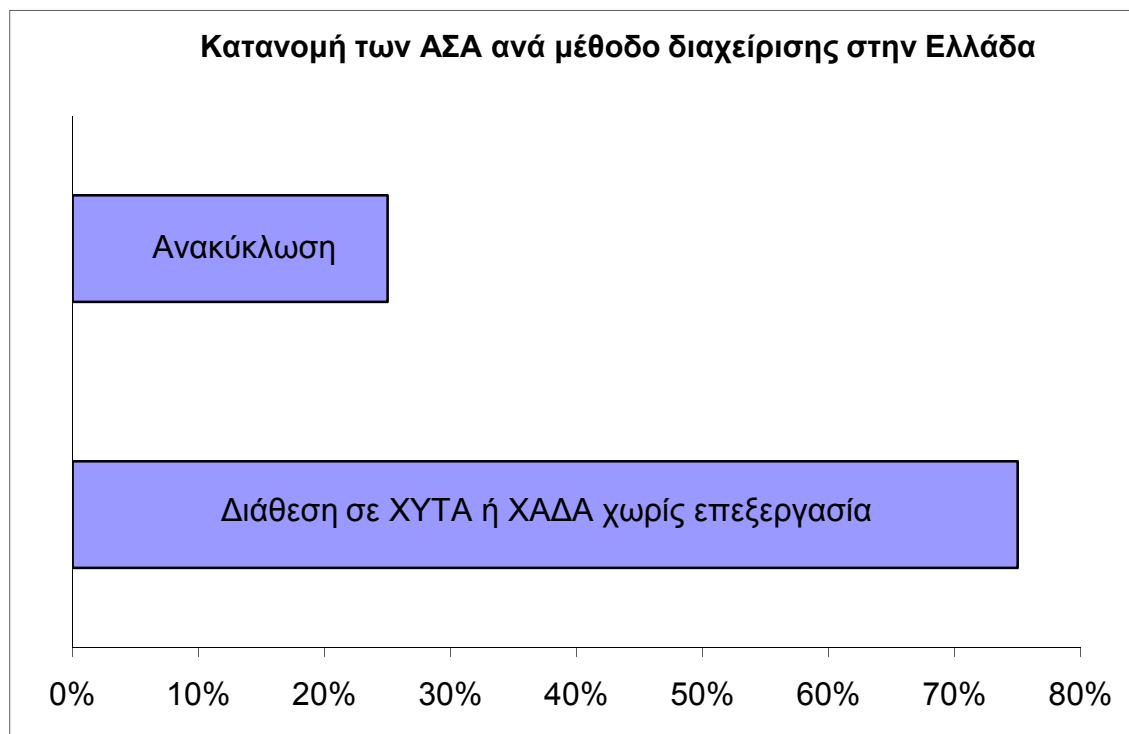
Η Εθνική Στρατηγική για τη μείωση της ποσότητας των βιοαποικοδομήσιμων αστικών αποβλήτων που προορίζονται προς διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ), καθορίζει συγκεκριμένους στόχους για τα έτη 2010 και 2013. Οι στόχοι αυτοί έχουν γνωστοποιηθεί στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2003 και έχουν περιληφθεί στον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης (Μη Επικινδύνων) Στερεών Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) ο οποίος έχει θεσμοθετηθεί με την ΚΥΑ 50910/2727/2003.

Συγκεκριμένα προβλέπεται:

- ❖ Για το έτος 2010, εκτροπή Βιοαποικοδομήσιμων Αστικών Αποβλήτων (ΒΑΑ): 1100 τόνοι/έτος.
- ❖ Για το έτος 2013, εκτροπή ΒΑΑ: 1950 τόνοι/έτος.

Οι στόχοι αυτοί προέκυψαν ύστερα από ανάλογη μελέτη και στηρίζονται σε στοιχεία σύνθεσης και ποσότητας αποβλήτων με έτος βάσης το 1995, όπως εξάλλου ορίζει η Οδηγία 99/31 (ενσωματώθηκε στο Εθνικό Δίκαιο με την ΚΥΑ 29407/2002). Οι στόχοι αυτοί θα επιτευχθούν με μονάδες επεξεργασίας Β.Α.Α. και μονάδες ανακύκλωσης χαρτιού. Ειδικότερα στον στόχο για το έτος 2010 (1100 τόνοι/έτος) όπως και στον στόχο 2013 (1950 τόνοι/έτος) εμπεριέχεται και η ποσότητα του χαρτιού το οποίο θα συλλέγεται και θα ανακυκλώνεται. (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον & Αειφόρος Ανάπτυξη 2007 – 2013,)

Από το σύνολο των ΑΣΑ που παράγονται στην Ελλάδα, ποσοστό 25% ανακυκλώνεται στην πηγή, ενώ από το υπόλοιπο 75% διατίθεται στους ΧΥΤΑ και στους ΧΑΔΑ (Σχήμα 4.2).



Σχήμα 4.2: Κατανομή των ΑΣΑ ανά μέθοδο διαχείρισης στην Ελλάδα
Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ & ΚΕΔΚΕ, 2003

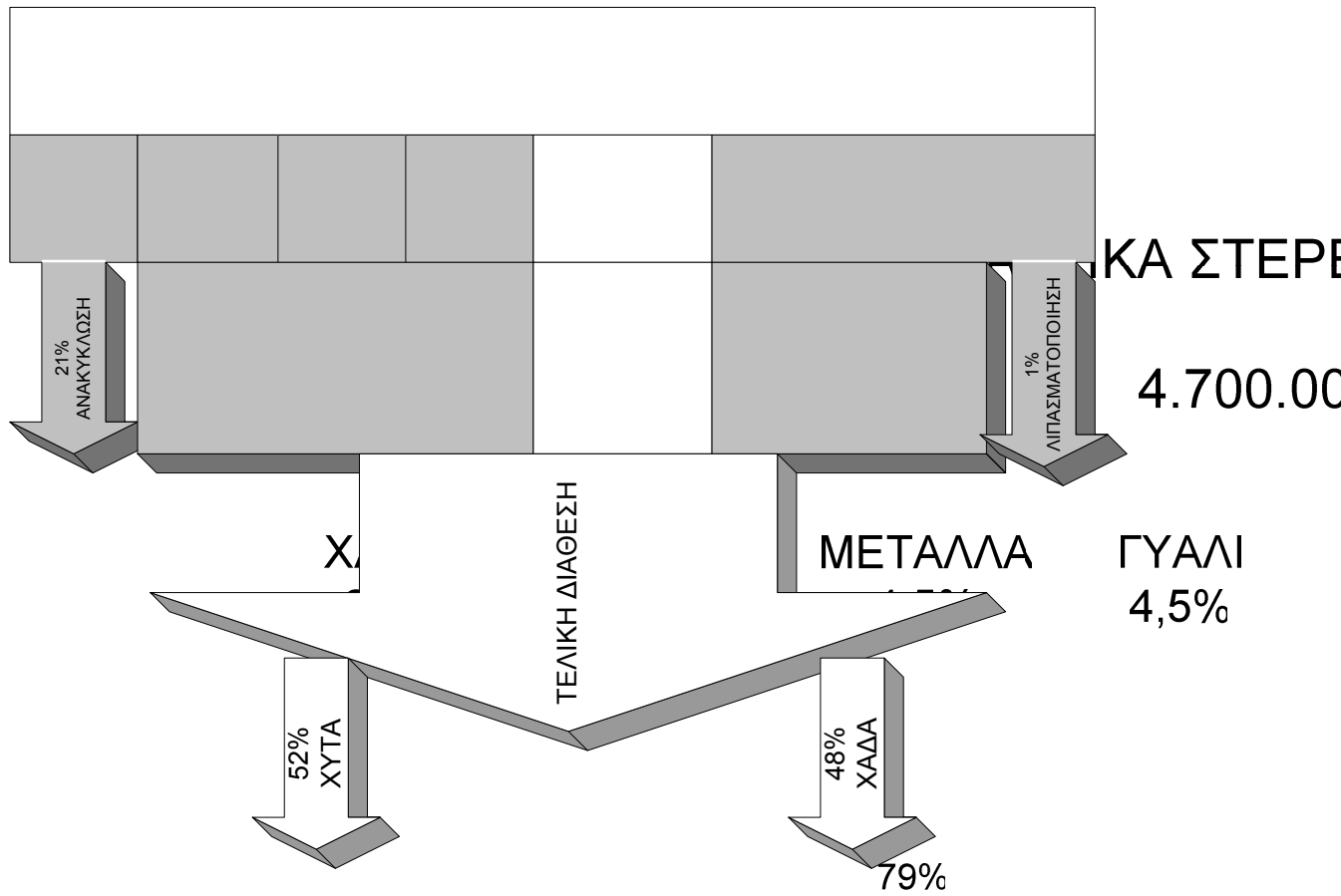
Στον Πίνακα 4.4 δίνεται ο αριθμός των ΧΥΤΑ και των Σταθμών Μεταφόρτωσης Αποβλήτων (ΣΜΑ) που λειτουργεί σε κάθε περιφέρεια της ελληνικής επικράτειας.

Πίνακας 4.4: Έργα διαχείρισης στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ		ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΕΡΓΑ		ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ (ΗΜΙΤΕΛΗ)	
	ΧΥΤΑ	ΣΜΑ	ΧΥΤΑ (ΝΕΑ ΕΡΓΑ & ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ)	ΣΜΑ	ΧΥΤΑ	ΣΜΑ
ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ & ΘΡΑΚΗ	3	0	1	14	0	0
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	6	3	8	5	1	0
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	0	1	1	8	0	0
ΗΠΕΙΡΟΣ	0	0	1	0	2	0
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	2	0	6	9	1	1
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ	4	1	2	0	0	0
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	1	0	7	5	0	0
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	4	0	4	0	0	0
ΑΤΤΙΚΗ	1	0	4	2	0	0
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	1	0	0	0	0	0
ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0	0	4	1	0	0
ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	6	0	9	0	1	0
ΚΡΗΤΗ	11	0	8	4	0	0
ΣΥΝΟΛΑ	39	5	55	48	5	1
	44		103		6	

Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2005

Στο Σχήμα 4.3 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά η διαχείριση απορριμμάτων στην Ελλάδα για το 2003.



Σχήμα 4.3: Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα

Πηγή: Μαραγκάκης, 2004

Κεφάλαιο 5^ο
 Μεθοδολογία εκτίμησης αστικών στερεών αποβλήτων του δήμου
 Σερρών

5.1 : Υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης ΑΣΑ

Το έργο της διαχείρισης των απορριμμάτων του Δήμου Σερρών αφορά τις εργασίες της προσωρινής αποθήκευσης, συλλογής, μεταφοράς, και διάθεσής τους με τρόπο που να μην δημιουργούν οχλήσεις στο περιβάλλον.

Τα απορρίμματα αποθηκεύονται προσωρινά σε κυλιόμενους κάδους, οι οποίοι έχουν τοποθετηθεί κατά μήκος των οδών του Δήμου και σε κεντρικά σημεία. Ο συνολικός τους αριθμός προσεγγίζει τους 6000 με συνηθέστερους τους μεταλλικούς 1100 L και τους πλαστικούς 360 L (βλέπε Πίνακα 5.1). Οι κάδοι είναι τοποθετημένοι σε επιλεγμένες θέσεις με εύκολη πρόσβαση για τα απορριμματοφόρα. Η συλλογή των απορριμμάτων γίνεται με απορριμματοφόρα τύπου πρέσας, τα οποία διαθέτουν αυτόματο σύστημα ανύψωσης και εκφόρτωσης του περιεχομένου των κάδων.

Πίνακας 5.1: Συνολική απογραφή κάδων Δήμου Σερρών

A/A	ΕΙΔΟΣ ΚΑΔΟΥ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
1	Μεταλλικοί 1100 L	5000
2	Πλαστικοί 360 L	1000

Ο Δήμος διαθέτει επίσης φορητά – πλυντήρια κάδων, για το απαραίτητο πλύσιμο των κάδων και τη διασφάλιση της δημόσιας υγείας.

Τα συλλεγόμενα απορρίμματα μεταφέρονται με τα απορριμματοφόρα στο ΧΥΤΑ. Ο χώρος αυτός διαχειρίζεται από υπεργολάβους.

Τα ογκώδη αντικείμενα συλλέγονται με συμβατικά φορτηγά με καθημερινό πρόγραμμα ανάλογα με τα αιτήματα των δημοτών. Με τα ίδια φορτηγά συλλέγονται τα κλαδιά από τις δραστηριότητες των πάρκων. Τα υλικά από εκσκαφές, κατεδαφίσεις κτλ. μεταφέρονται με ευθύνη των ιδιωτών στο Χώρο Απόθεσης Αδρανών που βρίσκεται πλησίον του ΧΥΤΑ.

Όσον αφορά την επεξεργασία των απορριμμάτων μέχρι στιγμής δεν έχει εφαρμοστεί κάποιο πρόγραμμα ανακύκλωσης ή άλλη μορφή επεξεργασίας. Υπάρχουν, όμως, κάποιες μεμονωμένες περιπτώσεις συλλογής χαρτιού από καταστήματα και γραφεία, τα οποία αποθηκεύονται σε ειδικό χώρο και στη συνέχεια πωλούνται σε χαρτοβιομηχανία.

Οι εργασίες καθαρισμού δημοτικών χώρων επικεντρώνεται στον περιοδικό καθαρισμό και πλύσιμο όλων των κοινόχρηστων χώρων, όπως των δρόμων, των πλατειών, των λαϊκών αγορών κλπ. Ο μηχανολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται από τη Διεύθυνση Καθαριότητας και Περιβάλλοντος του Δήμου Σερρών για την αποκομιδή των απορριμμάτων αναφέρεται στον Πίνακα 5.2.

Πίνακας 5.2: Μηχανολογικός εξοπλισμός αποκομιδής απορριμμάτων Δ. Σερρών

Α/Α	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ
1	Απορριμματοφόρα 8 m ³	2	1998,2000
2	Απορριμματοφόρα 16 m ³	12	1979,1980,1982,1983 (ΔΥΟ), 1991,1992,1994,2001(ΔΥΟ), 2005 (ΔΥΟ)
3	Φορηγά	8	1976,1977,1986,1990,1995, 1996, 1999,2000
4	Φορηγά – Πλυντήρια κάδων	2	1992, 1993
5	Τρίκυκλο	4	2000 (ΔΥΟ), 2001(ΔΥΟ)
6	Σάρωθρον	1	1991

Ο υφιστάμενος χώρος υγειονομικής ταφής απορριμμάτων του Δήμου Σερρών έχει έκταση 25 στρέμματα και βρίσκεται βορειοδυτικά της πόλης, σε απόσταση 1 χλμ. Η πρόσβαση στην περιοχή είναι πολύ καλή και γίνεται από την Εθνική οδό Σερρών Θεσσαλονίκης, στο σημείο που αυτή διασταυρώνεται με τον επαρχιακό δρόμο που οδηγεί στο Κάτω Μετόχι. Το τμήμα του δρόμου που συνδέει την εθνική οδό με το ΧΥΤΑ είναι μήκους περίπου 1 χιλιομέτρου.

Η περιοχή του ΧΥΤΑ ανήκει διοικητικά στο Δήμο Σερρών και καταλαμβάνει μέρος μιας στενόμακρης κοιλάδας με διεύθυνση Β-Ν. Μορφολογικά η περιοχή γύρω από το ΧΥΤΑ χαρακτηρίζεται ήπια με ομαλές κλίσεις καθώς βρίσκεται στο νοτιότερο τμήμα της ορεινής ζώνης του νομού, εκεί που συναντά την πεδιάδα. Ο ΧΥΤΑ βρίσκεται μεταξύ των υψομετρικών καμπυλών +80.00 και +120.00. Στην περιοχή άμεσης επιρροής του ΧΥΤΑ αλλά και την ευρύτερη περιοχή της δεν υπάρχουν σπάνια ή προστατευόμενα οικοσυστήματα. Ο υφιστάμενος ΧΥΤΑ

κατασκευάστηκε για να δέχεται τα ΑΣΑ του δήμου για το χρονικό διάστημα των 5 ετών, έως ότου δηλαδή δοθεί οριστική λύση για τη διάθεση των ΑΣΑ σε επίπεδο νομού.

Τα έργα που πραγματοποιήθηκαν στο ΧΥΤΑ είναι (Καρβούνης, 2002):

❖ Έργα στεγάνωσης ΧΥΤΑ

Η στεγάνωση του ΧΥΤΑ επιτεύχθηκε με διαδοχικές στρώσεις γεωμεμβράνης στον πυθμένα και στα πρανή, ακολουθούμενη με στρώση μόνωσης από συνθετική μεμβράνη. Για την προστασία της συνθετικής μεμβράνης προστέθηκε μια στρώση χαλικιών που εγκιβωτίσθηκε με γεωύφασμα.

❖ Έργα συλλογής – μεταφοράς, επεξεργασίας και διάθεσης στραγγισμάτων

Μετά τη στεγανοποίηση κατασκευάσθηκε το δίκτυο αποστράγγισης, που αποτελείται από μια στρώση αποστράγγισης και αποστραγγιστικούς αγωγούς για τη μεταφορά των υγρών στη μονάδα βιολογικής επεξεργασίας και τη διάθεσή τους με ανακυκλοφορία στην επιφάνεια του ΧΥΤΑ.

❖ Έργα συλλογής – μεταφοράς και διάθεσης βιοαερίου

Το βιοαέριο συλλέγεται με κάθετες γεωτρήσεις και οδηγείται στον πυρσό καύσης.

❖ Έργα ανάπλασης

Τα έργα ανάπλασης περιελάμβαναν τα έργα πρασίνου και λοιπά έργα ανάπλασης, όπως η δημιουργία περιπτέρου αναψυχής, η διαμόρφωση τεχνητής λίμνης και η δημιουργία μονοπατιών περιπάτου.

❖ Έργα υποδομής και οργάνωσης του χώρου

Κατασκευάσθηκαν το κτίριο διοίκησης 112 m², η περίφραξη και έργα οδοποιίας.

❖ Αντιπλημμυρική προστασία

Η αντιπλημμυρική θωράκιση του ΧΥΤΑ πραγματοποιήθηκε με την κατασκευή αντιπλημμυρικών τάφρων.

❖ Άλλες εγκαταστάσεις

Κατασκευάσθηκε τοπικό εσωτερικό δίκτυο διανομής νερού, απορροφητικός βόθρος για τη συλλογή των λυμάτων του κτιρίου διοίκησης, αντιπυρικές ζώνες πέριξ του ΧΥΤΑ καθώς και πυροσβεστικά ερμάρια.

5.2. Υπολογισμός παραγωγής ΑΣΑ

Η διάθεση απορριμμάτων στο ΧΥΤΑ του δήμου Σερρών ξεκίνησε επίσημα στις 9 Ιουλίου 2001. Επειδή στο χώρο δεν υπάρχει γεφυροπλάστιγγα ζύγισης, ο υπολογισμός της ποσότητας των ΑΣΑ που εισέρχονται στο ΧΥΤΑ, σύμφωνα με τη Δ/νση Καθαριότητας του δήμου, γίνεται ως εξής:

- I. Όλα τα δημοτικά οχήματα που μεταφέρουν απορρίμματα ζυγίστηκαν τόσο άδεια όσο και με πλήρη φορτίο ώστε υπολογίσθηκε το βάρος των μεταφερόμενων αποβλήτων σε πλήρη φόρτωσή τους
- II. Καταγράφονται κάθε ημέρα τα δρομολόγια κάθε απορριμματοφόρου και φορτηγού και σημειώνεται ο βαθμός πλήρωσής τους
- III. Βάση της πληρότητας του κάθε οχήματος υπολογίζεται η ημερήσια ποσότητα αστικών στερεών αποβλήτων που εισέρχεται στο ΧΥΤΑ
- IV. Όλα τα παραγόμενα ΑΣΑ του δήμου Σερρών καταλήγουν στο ΧΥΤΑ

Η μηνιαία παραγωγή των ΑΣΑ που εναποτίθενται στο ΧΥΤΑ δόθηκε από τη Δ/νση Καθαριότητας του δήμου Σερρών και δίδεται στο Σχήμα 5.1, ενώ η ετήσια παραγωγή δίδεται στον Πίνακα 5.3.

Πίνακας 5.3: Ετήσια παραγωγή ΑΣΑ στο δήμο Σερρών

Έτος	Ποσότητα ΑΣΑ (tonne)
2002	30.871
2003	34.786
2004	37.165
2005	36.836
2006	37.811
2007	21.974*

*: ΕΩΣ ΙΟΥΛΙΟ 2007

Πηγή: Δ/ση Καθαριότητας δήμου Σερρών

Από την επεξεργασία των πρωτογενών στοιχείων που δόθηκαν από τη Δ/ση Καθαριότητας του δήμου Σερρών και παρατίθενται στο Παράρτημα στον Πίνακα Π.1, προκύπτει:

- Μέση ετήσια παραγωγή ΑΣΑ: 35.353 tonne/έτος
- Μέση μηνιαία παραγωγή ΑΣΑ: 2.946 tonne/μήνα
- Μέση ημερήσια παραγωγή ΑΣΑ: 98,2 tonne/ημέρα



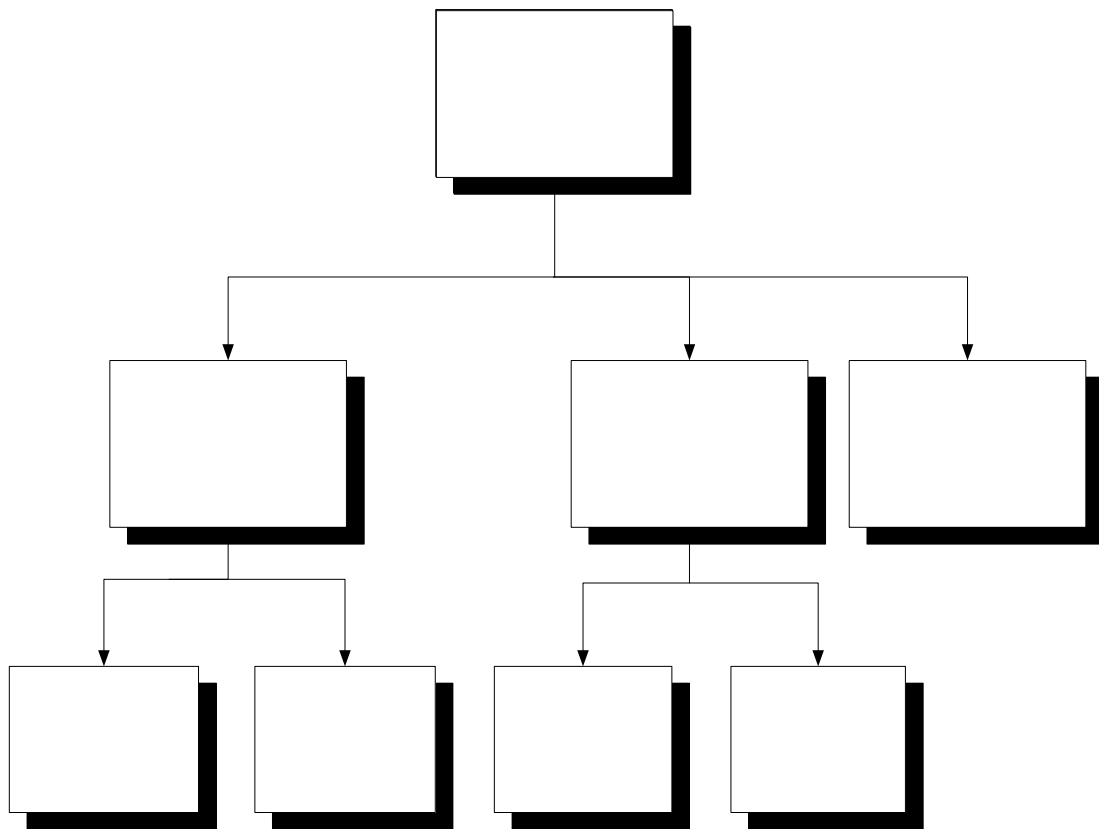
Σχήμα 5.1: Διακύμανση μηνιαίας παραγωγής ΑΣΑ στο δήμο Σερρών

Πηγή: Δ/ση Καθαριότητας δήμου Σερρών

Κεφάλαιο 6^ο Μεθοδολογία υπολογισμού ισοδυνάμου ετήσιου κόστους

Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους διαχείρισης των ΑΣΑ λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω συνιστώσες (Σχήμα 6.1)

- Επενδυτικό (πάγιο) κόστος (ΕΚ)
- Λειτουργικό (μεταβλητό) κόστος (ΛΚ)
- Κόστος Αποκατάστασης (ΚΑ)



Σχήμα 6.1: Συνιστώσες κόστους διαχείρισης ΑΣΑ

Τα οικονομικά στοιχεία που πρέπει να συλλέγονται σε κάθε σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ έτσι ώστε να μπορεί να υπολογισθεί το κόστος διαχείρισής τους δίνεται στον Πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1: Οικονομικά στοιχεία συστημάτων διαχείρισης ΑΣΑ

Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικό κόστος
Κόστος συλλογής – μεταφοράς	
Απορριμματοφόρα	Μισθοδοσία υπαλλήλων καθαριότητας
Κάδοι συλλογής	Καύσιμα, λίπανση , συντήρηση οχημάτων
Φορτηγά – πλυντήρια κάδων	Ασφάλιστρα οχημάτων
Φορτηγά	Εργολαβίες συλλογής
Σάρωθρα	Σάκοι συλλογής απορριμμάτων
Άλλα οχήματα	
Λοιπός μηχανολογικός εξοπλισμός	
Κόστος διάθεσης	
Έργα υποδομής ΧΔΑ	Μισθοδοσία υπαλλήλων ΧΔΑ
Διοικητήριο, λοιπές εγκαταστάσεις	Καύσιμα, λίπανση, συντήρηση μηχανολογικού εξοπλισμού
Διαμόρφωση – περίφραξη ΧΔΑ	Εργολαβία χωματοκάλυψης, διαμόρφωσης ΧΔΑ
Χωματοουργικό μηχανήματα διάστρωσης απορριμμάτων και καθημερινής χωματοκάλυψης	Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας, ύδατος κ.α.

Πηγή: USEPA, 1997

Η σύγκριση των συστημάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων, γίνεται μετατρέποντας όλες τις οικονομικές ποσότητες που εισέρχονται κατά τη διάρκεια ζωής του συστήματος, σε Ισοδύναμες Ετήσιες Αξίες.

Τα επενδυτικά κόστη συνοδεύονται από το έτος στο οποίο έγινε η σχετική αγορά, ενώ η μετατροπή του επενδυτικού κόστους σε Ισοδύναμη Ετήσια Αξία

γίνεται με τη βοήθεια της εξίσωσης (Panagiotakopoulos, 2001 & Παναγιωτακόπουλος, 2002):

$$IEA = EK \cdot \Sigma AK(N, r) = EK \frac{r \cdot (1+r)^N}{(1+r)^N - 1}$$

όπου:

IEA: Ισοδύναμη Ετήσια Αξία, που ανακύπτει στο τέλος κάθε μιας από N περιόδους ανατοκισμού, €/έτος

EK: Παρούσα αξία του επενδυτικού κεφαλαίου, €

ΣΑΚ(N,r): Συντελεστής ανάκτησης κεφαλαίου

N: Ωφέλιμη διάρκεια ζωής, έτος

r: Ετήσιο ευκαιριακό κόστος κεφαλαίου, %

Η παραπάνω εξίσωση καλύπτει την περίπτωση όπου το EK είναι το κεφάλαιο που επενδύεται ή δεσμεύεται τώρα σε μια εγκατάσταση και IEK είναι το απαραίτητο σταθερό ετήσιο ποσό για ανάκτηση κεφαλαίου σε N χρόνια. Το IEK καλύπτει το κόστος εξυπηρέτησης (ή ευκαιριακό κόστος) του κεφαλαίου καθώς και το κόστος απόσβεσης της εγκατάστασης.

Η απόσβεση θεωρείται ίση για όλα τα έτη ζωής του εξοπλισμού και το ετήσιο επιτόκιο λαμβάνεται ίσο με 5% (Κομίλης *et al.*, 2002).

Το ισοδύναμο ετήσιο κόστος ενός παγίου που έχει ξεπεράσει τον ωφέλιμο χρόνο ζωής του, καταγράφεται με μηδενικό ετήσιο κόστος.

Ο υπολογισμός του ισοδύναμου ετήσιου κόστους ενός συστήματος, για διάρκεια N ετών, δίδεται από την εξίσωση (Παναγιωτακόπουλος, 2002):

$$[IEK] = [EK] \times \Sigma AK(N, r) + [ΛΚ]$$

όπου:

IEK: Ισοδύναμο Ετήσιο Κόστος, €/έτος

ΛΚ: Λειτουργικό Κόστος, €

Κεφάλαιο 7^ο
Αποτελέσματα

7.1 Μοναδιαία παραγωγή και μοναδιαίο κόστος διαχείρισης των ΑΣΑ του δήμου Σερρών

Ο πραγματικός πληθυσμός του δήμου Σερρών σύμφωνα με την απογραφή του 2001, είναι 56.145 κάτοικοι. Η εξέλιξη του πληθυσμού στο δήμο κατά τη τελευταία δεκαετία δίδεται στον Πίνακα 7.1.

Πίνακας 7.1: Εξέλιξη του πληθυσμού του δήμου Σερρών

ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΕΤΟΣ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ	
	1991	2001
Σερρών	50.390	54.666
Ελαιώνα	383	375
Επταμύλων	340	517
Οινούσας	569	587
ΣΥΝΟΛΟ	51.682	56.145

Πηγή: ΕΣΥΕ

Λαμβάνοντας, όμως, υπόψη τους περίπου 10.000 φοιτητές που φοιτούν στις σχολές ΑΕΙ και ΤΕΙ του δήμου, υπολογίζεται ότι ο πραγματικός πληθυσμός του δήμου Σερρών ανέρχεται σε 66.145 κατοίκους.

Στο 5^ο κεφάλαιο υπολογίσθηκε ότι:

- Μέση ημερήσια παραγωγή ΑΣΑ δήμου Σερρών: 98,2 tonne/ημέρα

Και θεωρώντας ότι:

- Πραγματικός Πληθυσμός δήμου Σερρών: 66.145 κάτοικοι

Προκύπτει:

Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ):

1,48 kg/κάτοικο/ημέρα ή 540 kg/κάτοικο/έτος

Για τον υπολογισμό της ισοδύναμης ετήσιας αξίας του επενδυτικού κόστους της συλλογή – μεταφοράς των ΑΣΑ στο δήμο Σερρών (Πίνακας 7.2) έγιναν οι παρακάτω παραδοχές:

- Η ισοδύναμη ετήσια αξία ενός παγίου που έχει ξεπεράσει τον ωφέλιμο χρόνο ζωής του, καταγράφεται με μηδενικό ετήσιο κόστος.
- Το ετήσιο ευκαιριακό κόστος κεφαλαίου r λαμβάνεται ίσο με 5%
- Ο χρόνος ζωής του μηχανολογικού εξοπλισμού θεωρείται ότι είναι 15 έτη
- Οι τιμές του μηχανολογικού εξοπλισμού δόθηκαν από τη Δ/ση Καθαριότητας του δήμου Σερρών και είναι του έτους 2004
- Ο χρόνος ζωής των κάδων θεωρείται ότι είναι 20 έτη
- Οι τιμές των κάδων δόθηκαν από την εταιρεία Spider (τηλεφωνική επικοινωνία κ. Πατούλα) και είναι του έτους 2007

Πίνακας 7.2: Επενδυτικό κόστος συλλογής & μεταφοράς ΑΣΑ του Δήμου Σερρών

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ (ΕΥΡΩ)	ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ (ΕΥΡΩ)	ΕΠΙΤΟΚΙΟ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ (ΕΤΗ)	ΙΕΑ (ΕΥΡΩ/ΕΤΟΣ)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΟΦΟΡΑ 8 m3	2	95000	190000	5%	15	18136	
2	ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΟΦΟΡΑ 16m3	5	111000	555000	5%	15	52977	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΊΝΑΙ 12 ΑΛΛΑ ΤΑ 7 ΑΓΟΡΑΣΘΗΚΑΝ ΠΡΟ ΤΟΥ 1993
3	ΦΟΡΤΗΓΑ	4	45000	180000	5%	15	17182	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΊΝΑΙ 8 ΑΛΛΑ ΤΑ 4 ΑΓΟΡΑΣΘΗΚΑΝ ΠΡΟ ΤΟΥ 1993
4	ΦΟΡΤΗΓΑ - ΠΛΥΝΤΗΡΙΑ ΚΑΔΩΝ	1	85000	85000	5%	15	8114	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΊΝΑΙ 2 ΑΛΛΑ ΤΟ 1 ΑΓΟΡΑΣΘΗΚΕ ΠΡΟ ΤΟΥ 1993
5	ΤΡΙΚΥΚΛΟ	4	14000	56000	5%	15	5346	
6	ΣΑΡΩΘΡΟ	0	68000	0	5%	15	0	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΊΝΑΙ 1 ΑΛΛΑ ΑΓΟΡΑΣΘΗΚΕ ΠΡΟ ΤΟΥ 1993
7	ΚΑΔΟΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ 1100 L	5000	320	1600000	5%	20	127059	
8	ΚΑΔΟΙ ΠΛΑΣΤΙΚΟΙ 360 L	1000	80	80000	5%	20	6353	
	ΣΥΝΟΛΟ						235.167	

a: Οι τιμές δόθηκαν από τη Δ/ση Καθαριότητας του δήμου Σερρών και είναι του έτους 2004

b: Οι τιμές δόθηκαν από την εταιρεία Spider (τηλεφωνική επικοινωνία κ. Πατούλα) και είναι του έτους 2007

Το λειτουργικό κόστος συλλογής και μεταφοράς των αστικών στερεών αποβλήτων του δήμου Σερρών δόθηκε από τη Δ/ση Καθαριότητας του δήμου και είναι του έτους 2006 (Πίνακας 7.3).

Πίνακας 7.3: Λειτουργικό κόστος συλλογής & μεταφοράς ΑΣΑ στο δήμο Σερρών έτους 2006

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΑΠΑΝΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ (ΕΥΡΩ/ΕΤΟΣ)
1	Αποδοχές τακτικών υπαλλήλων	2.550.585 ^a
	Λοιπές αποζημιώσεις τακτικών υπαλλήλων (υπερωρίες κ.α.)	31.400
2	Αποδοχές έκτακτων υπαλλήλων	237.564 ^a
3	Αντιμισθία εργατοτεχνικού προσωπικού	41.657 ^a
	Εργοδοτικές εισφορές	353.956
4	Προμήθεια φωσφορικών γιλέκων	1.834
	Μεταφορές εν γένει	1.309
6	Συντήρηση & επισκευή μεταφορικών μέσων	13.271
7	Λοιπές προμήθειες υλικών	13.138
8	Προμήθεια ειδών καθαριότητας	1.033
9	Προμήθεια καυσίμων & λιπαντικών	163.198
11	Προμήθεια ανταλλακτικών κάδων	1.668
12	Προμήθεια ανταλλακτικών αυτοκινήτων	57.052
	Προμήθεια ελαστικών αυτοκινήτων	2.834
	Προμήθεια μπαταριών αυτοκινήτων	4.461
14	Προμήθεια σκουπών χόρτου	1.856
16	Προμήθεια & αναγόμωση πυροσβεστήρων	1.115
18	Λοιπές δαπάνες	8.136
19	Δαπάνες τεχνικού ελέγχου & τέλη κυκλοφορίας	6.435
	ΣΥΝΟΛΟ	3.492.502

Πηγή: Δ/ση Καθαριότητας δήμου Σερρών

a:Αφορούν αποδοχές μόνο του προσωπικού της Δ/σης Καθαριότητας του δήμου Σερρών

Για τον υπολογισμό της ισοδύναμης ετήσιας αξίας του επενδυτικού κόστους της διάθεσης των ΑΣΑ στο ΧΥΤΑ του δήμου Σερρών (Πίνακας 7.4) έγιναν οι παρακάτω παραδοχές:

- Το ετήσιο ευκαιριακό κόστος κεφαλαίου r λαμβάνεται ίσο με 5%
- Ο χρόνος ζωής του ΧΥΤΑ θεωρείται ότι είναι 5 έτη, γιατί κατασκευάστηκε με την προοπτική ότι θα σταματήσει τη λειτουργία του όταν κατασκευαστεί ο ΧΥΤΑ σε επίπεδο νομού
- Ο χρόνος ζωής των έργων υποδομής του ΧΥΤΑ, του δικτύου παρακολούθησης καθώς και των φυτοτεχνικών εργασιών, θεωρείται ότι είναι 30 έτη, σύμφωνα και με την Οδηγία 1999/31/ΕΚ.
- Οι τιμές συλλέχθηκαν από μελέτη του κ. Μαλιώκα που πραγματοποιήθηκε το έτος 1997

Πίνακας 7.4: Επενδυτικό κόστος διάθεσης των ΑΣΑ στο δήμο Σερρών

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ (ΕΥΡΩ)	ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ (ΕΥΡΩ)	ΕΠΙΤΟΚΙΟ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ (ΕΤΗ)	ΙΕΑ (ΕΥΡΩ/ΕΤΟΣ)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Μελέτη εφαρμογής	1	52.825	52.826	5%	5	12.201	
2	Κατασκευή πάρκου & δικτύων υποδομής ΧΥΤΑ	1	176.082	176.082	5%	30	11.454	
3	Διαχείριση στραγγισμάτων	1	146.735	146.735	5%	5	33.892	
4	Διαχείριση βιοαερίου	1	234.776	234.776	5%	5	54.227	
5	Δίκτυο παρακολούθησης	1	23.478	23.478	5%	30	1.527	
6	Φυτοτεχνικά έργα	1	146.735	146.735	5%	30	9.545	
7	Προμήθεια & εγκατάσταση εξαιρισμού και απαγωγής οσμών	1	42.602	42.602	5%	30	2.771	
8	Λοιπές εργασίες ΧΥΤΑ	1	29.347	29.347	5%	5	6.778	
9	Εργολαβικό όφελος - Απρόβλεπτα – ΦΠΑ	1	432.106	432.106	5%	5	99.806	
10	Προμήθεια μεμβράνης στεγανοποίησης	1	28.320	28.320	5%	5	6.541	
11	Εργασίες εγκατάστασης συστήματος συμπύεσης & δεματοποίησης	1	67.608	67.608	5%	5	15.616	
12	Πρωθητήρας	1	0	0	5%	5	0	ΔΩΡΕΑ
	ΣΥΝΟΛΟ						254.358	

Το λειτουργικό κόστος της διάθεσης των ΑΣΑ στο ΧΥΤΑ οφείλεται αποκλειστικά στο ποσό που διατίθεται στον εργολάβο και ανέρχεται σε 456.231 Ευρώ.

Για τον υπολογισμό του κόστους της παύσης λειτουργίας και της μετέπειτα φροντίδας του ΧΑΔΑ καθώς και του ΧΥΤΑ του δήμου Σερρών λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- I. Ο ΧΥΤΑ κατασκευάστηκε δίπλα στο ΧΑΔΑ και θεωρείται ως ένας ενιαίος χώρος διάθεσης ΑΣΑ λόγω της κοινής επεξεργασίας στραγγισμάτων, βιοαερίου, κτλ, οπότε το κόστος αποκατάστασης θα περιλαμβάνει το ΧΥΤΑ και το ΧΑΔΑ
- II. Τα έργα αποκατάστασης του ΧΑΔΑ που σταμάτησε να λειτουργεί τον Ιούλιο του 2001 κοστολογήθηκαν 205.429 Ευρώ (Μαλιώκας, 1997), θεωρώντας ως τιμή αποκατάστασης 2.568 Ευρώ/στρέμμα
- III. Η έκταση του ΧΥΤΑ είναι 25 στρέμματα (Καρβούνης, 2002)
- IV. Ως τιμή αποκατάστασης του ΧΥΤΑ λαμβάνεται η τιμή που δίδεται παραπάνω στο II, δηλαδή 2.568 Ευρώ/στρέμμα, οπότε το συνολικό κόστος αποκατάστασης του ΧΥΤΑ θα ανέρχεται σε 64.200 Ευρώ
- V. Ο χρόνος ζωής αυτών των έργων θεωρείται ότι είναι 30 έτη, σύμφωνα με την Οδηγία 1999/31/ΕΚ
- VI. Το ετήσιο ευκαιριακό κόστος κεφαλαίου r λαμβάνεται ίσο με 5%

Από τα παραπάνω προκύπτει:

$$\begin{aligned} \text{ΚΟΣΤΟΣ} \cdot \text{ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ} &= \text{ΕΚ} \frac{r \cdot (1+r)^N}{(1+r)^N - 1} = \\ &= (205429 + 64200) \frac{r \cdot (1+r)^N}{(1+r)^N - 1} = (205429 + 64200) \frac{0,05 \cdot (1+0,05)^{30}}{(1+0,05)^{30} - 1} = 17539 \cdot \text{€} / \text{έτος} \end{aligned}$$

Επομένως το ισοδύναμο ετήσιο κόστος αποκατάστασης του ΧΑΔΑ και του ΧΥΤΑ του δήμου Σερρών είναι 17.539 €/έτος.

Το συνολικό ετήσιο κόστος της διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων του δήμου Σερρών δίδεται στον Πίνακα 7.5.

Πίνακας 7.5: Ετήσιο κόστος διαχείρισης ΑΣΑ στο Δήμο Σερρών

	ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€/έτος)	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€/έτος)
ΣΥΛΛΟΓΗ - ΜΕΤΑΦΟΡΑ	235.167	3.492.502
ΔΙΑΘΕΣΗ	254.358	456.231
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	17.539	-
ΣΥΝΟΛΟ	507.064	3.948.733
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	4.455.797	

Λαμβάνοντας υπόψη:

- Ισοδύναμο ετήσιο κόστος: 4.455.797 Ευρώ/έτος
- Ετήσια ποσότητα ΑΣΑ: 35.353 tonne/έτος
- Πραγματικός Πληθυσμός δήμου Σερρών: 66.145 κάτοικοι

Προκύπτει ότι το μοναδιαίο κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων στο Δήμο Σερρών για το έτος 2006 θα είναι:

- **126 ευρώ/tonne**
- **67 ευρώ/κάτοικο/έτος**

Κεφάλαιο 8° Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα διπλωματική εργασία συνοψίζονται στα εξής:

- Η μοναδιαία παραγωγή απορριμμάτων (ΜΠΑ) του δ. Σερρών είναι 1,48 kg/κάτοικο/ημέρα ή 540 kg/κάτοικο/έτος
- Το κόστος διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) για το Δ. Σερρών είναι 126 €/τόνο από το οποίο το 83,7% αποτελεί το κόστος συλλογής και μεταφοράς, το 15,9% αποτελεί το κόστος διάθεσης και το 0,4% αποτελεί το κόστος αποκατάστασης
- Το επενδυτικό και λειτουργικό κόστος αποτελεί το 11% και 89% του συνολικού κόστους αντίστοιχα για το δ. Σερρών
- Το μοναδιαίο κόστος διαχείρισης των αποβλήτων του δ. Σερρών είναι 67 €/κάτοικο/έτος

Κεφάλαιο 9^ο Συζήτηση – Μελλοντική Έρευνα

Η άρτια ανάπτυξη και βιωσιμότητα των συστημάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων, προκειμένου να επιτευχθεί και να διασφαλιστεί απαιτείται:

- Ανταπόκριση στα νέα δεδομένα της οδηγίας 99/31/ΕΚ περί υγιονομικής ταφής των αποβλήτων
- Εξασφάλιση της οικονομικής βιωσιμότητας όλων των υπηρεσιών
- Καθορισμό του κόστους των παρεχόμενων υπηρεσιών
- Εξασφάλιση της άρτιας περιβαλλοντικής λειτουργίας των εγκαταστάσεων

Η υιοθέτηση συστημάτων ολοκληρωμένης κοστολόγησης των υπηρεσιών διαχείρισης συνεισφέρει στην καλύτερη τυποποίηση και παρακολούθηση των προσφερόμενων υπηρεσιών, στον έλεγχο της ανταποδοτικότητας των τελών που επιβάλλονται και τελικά στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των συστημάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Η απουσία ολοκληρωμένης κοστολόγησης των υπηρεσιών διαχείρισης στερεών αποβλήτων αποτελεί μία από τις πλέον σημαντικές αιτίες που οδηγούν σε αδιέξοδο τα συστήματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι:

- Τα σοβαρά λειτουργικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν, λόγω έλλειψης οικονομικών πόρων και άγνοιας του λειτουργικού κόστους
- Η επιδείνωση των υπηρεσιών καθαριότητας και αποκομιδής που παρέχουν πολλοί ΟΤΑ και η αδυναμία τους να καλύψουν τα λειτουργικά έξοδα και την ανανέωση εξοπλισμού χωρίς δανεισμό

- Η έλλειψη διαφάνειας και η μη ελεγχόμενη ανταποδοτικότητα των τελών που χρεώνονται στους πολίτες –χρήστες των υπηρεσιών διαχείρισης στερεών αποβλήτων

Στο δήμο Σερρών υπολογίσθηκε ότι η μοναδιαία παραγωγή απορριμμάτων (ΜΠΑ) ανέρχεται σε 1,48 kg/κάτοικο/ημέρα, ενώ η μέση ΜΠΑ της Ελλάδος ανέρχεται σε 1,22 kg/κάτοικο/ημέρα (Eurostat,2009). Η μεγαλύτερη τιμή του δήμου Σερρών οφείλεται κυρίως στους παρακάτω λόγους:

- Το οικονομο-κοινωνικό επίπεδο των δημοτών της πόλεως των Σερρών είναι μεγαλύτερο από το μέσο όρο των κατοίκων της χώρας
- Το μορφωτικό επίπεδο των κατοίκων των Σερρών είναι ανεβασμένο σε σύγκριση με αυτό των κατοίκων της υπόλοιπης χώρας
- Στο δήμο Σερρών λειτουργεί πολύ μεγάλος αριθμός εμπορικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων, τα ΑΣΑ των οποίων καταλήγουν στον ίδιο χώρο διάθεσης με τα οικιακά.

Ο υπολογισμός του μοναδιαίου κόστους διαχείρισης των ΑΣΑ, στην παρούσα εργασία, βασίστηκε στο οικονομικό κόστος (επενδυτικό & λειτουργικό). Η ολοκληρωμένη, όμως, αξιολόγηση ενός συστήματος διαχείρισης ΑΣΑ πρέπει να περιλαμβάνει και την περιβαλλοντική του αξιολόγηση, η οποία μπορεί να είναι το αντικείμενο μιας μελλοντικής έρευνας. Στο περιβαλλοντικό κόστος λαμβάνονται υπόψη η διατήρηση των φυσικών πόρων και η πρόληψη της ρύπανσης. Ως κριτήρια που μπορούν να ληφθούν υπόψη είναι η μείωση των φυσικών πόρων, η αλλαγή του κλίματος, η τοξικότητα στον άνθρωπο, ο ευτροφισμός, ο βαθμός

ανακύκλωσης και ανάκτησης υλικών συσκευασίας, η μείωση της ταφής των βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων κ.α.

Το γεγονός ότι το κόστος των έργων διαχείρισης στερεών αποβλήτων είναι αρκετά υψηλό, πρέπει οι επιλογές των μεθόδων, καθώς και του μεγέθους των έργων να είναι οι καταλληλότερες. Κατά αυτόν τον τρόπο θα διασφαλίζεται η οικονομική βιωσιμότητα των έργων και θα αποφεύγεται η υπέρμετρη επιβάρυνση των πολιτών. Επιπλέον απαιτείται ενημέρωση των πολιτών από την πολιτεία σχετικά με τα πλεονεκτήματα των έργων διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Η εστίαση στην προστασία του περιβάλλοντος, στη διαφύλαξη των υδάτινων πόρων, στην αποφυγή των δυσβάσταχτων προστίμων κ.α. αποτελούν αναγκαίο παράγοντα αποδοχής των οικονομικών επιβαρύνσεων με στόχο τη βιωσιμότητα και την αειφόρο ανάπτυξη.

Τέλος, ο υπό μελέτη δήμος θα πρέπει να προσεγγίσει το συντομότερο την ολοκληρωμένη διαχείριση των ΑΣΑ. Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων δεν πρέπει να εξαντλείται στην τελική διάθεση, αλλά πρέπει να αποδίδεται μεγαλύτερη σημασία στις δράσεις:

- πρόληψη παραγωγής ΑΣΑ
- μείωση της παραγωγής τως ΑΣΑ
- μείωση βλαπτικότητας
- ανακύκλωση – επαναχρησιμοποίηση
- ανάκτηση υλικών και ενέργειας
- ασφαλής διάθεση των υπολειμμάτων, ως ύστατη και αναπόφευκτη λύση χωρίς προβλήματα για το περιβάλλον

Υπό το πρίσμα της ολοκληρωμένης διαχείρισης των ΑΣΑ θα πρέπει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (σύσταση) και η στοιχειακή ανάλυση των παραγόμενων ΑΣΑ, που αποτελούν δύο κρίσιμες παραμέτρους που ήταν όμως αδύνατο να προσδιορισθούν στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας, να προσδιορισθούν στο άμεσο μέλλον γιατί η σύσταση και η στοιχειακή ανάλυση αποτελούν τα κύρια κριτήρια (μαζί με την ποσότητα) για την επιλογή των κατάλληλων μεθόδων διαχείρισης και τη βιωσιμότητα των συστημάτων αυτών.

Για την επιλογή της βέλτιστης λύσης της διαχείρισης των ΑΣΑ δεν πρέπει να ληφθούν υπόψη μόνο οικονομικά κριτήρια, αλλά πρέπει να ληφθούν επιπλέον υπόψη περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια, όπως είναι η προστασία των φυσικών πόρων (βιοποικιλότητα, έδαφος, υδατικοί πόροι, ατμόσφαιρα κ.α.), η δημόσια υγεία και ασφάλεια, ο σεβασμός της αισθητικής του τοπίου και ο σεβασμός στους πολιτιστικούς πόρους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

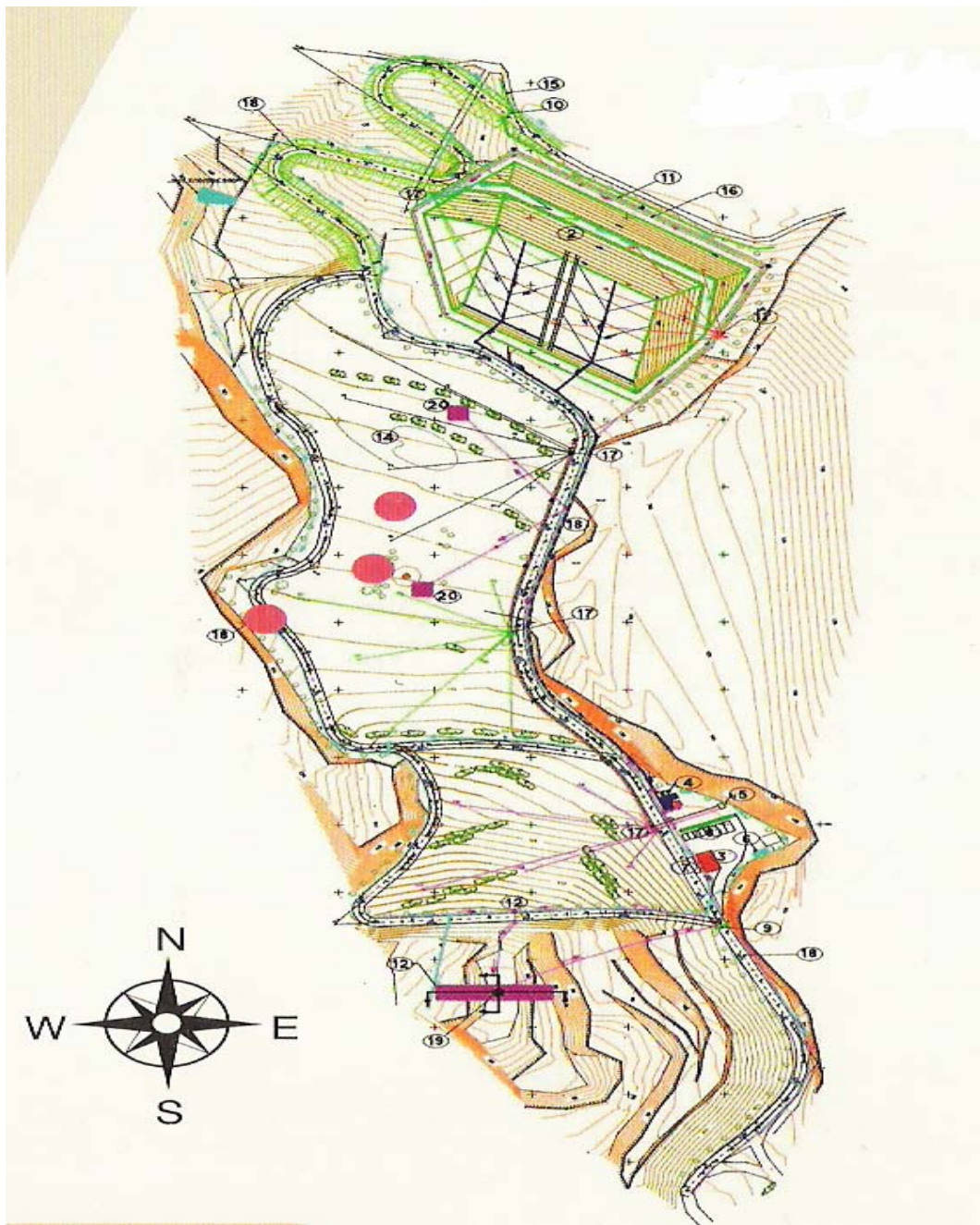
1. Ανδρεαδάκης, Α., (2000), "Έργα διαχείρισης στερεών αποβλήτων", από Βιβλίο "Σχεδιασμός έργων υποδομής και προστασία του περιβάλλοντος", Τόμος Β, Έκδοση Ε.Α.Π, Πάτρα
2. Απόφαση Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας 639/22-12-2005, "Έγκριση Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας"
3. Βλαστός, Θ., Μπιρμπίλη, Κ., (1999), "Δίκτυα συλλογής και διαχείρισης αστικών στερεών απορριμμάτων", από Βιβλίο "Σχεδιασμός, Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μέθοδοι εκτίμησής τους", Τόμος Α, Εκδόσεις ΕΑΠ
4. Δελτίο τύπου Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, (2009), "Η επέκταση του ΧΥΤΑ Σερρών και η αποκατάσταση εννέα ΧΑΔΑ του Νομού στο ΕΣΠΑ", ανακτήθηκε στις 1/09/2009 από την ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.rcm.gr/articleview.cfm?pid=546&id=EA04DD63-145E-4521-433D08BF70156FB4>
5. Εγκύκλιος ΥΠΕΧΩΔΕ 109974/3106/22-10-2004, "Πρότυπες Προδιαγραφές Τεχνικής Μελέτης Περιβαλλοντικής Αποκατάστασης Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ)"
6. ΕΕΑ, (2005), "The European environment – State and outlook 2005", Published by ΕΕΑ (European Environment Agency) ΟΡΟCE (Office for Official Publications of the European Communities), Publish date:2005/11/29
7. ΕΕΣΔΑ, (2009), «Υφιστάμενη κατάσταση ΔΣΑ», ανακτήθηκε στις 1/09/2009 από την ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=97>
8. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον & Αειφόρος ανάπτυξη 2007-2013, (2007), Παράρτημα ΙΙ, "Απολογισμός και Εκτίμηση Αναγκών σε Έργα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων"

9. ΕΣΥΕ, (2005), "Η Ελλάδα με αριθμούς", Εκδόσεις ΕΣΥΕ
10. ΕΣΥΕ, "Απογραφή πληθυσμού 2001, ανακτήθηκε στις 20/11/2008 από την ηλεκτρονική διεύθυνση
http://www.statistics.gr/gr_tables/S1100_SAP_2_monimos2001.zip
11. Eurostat, (2009), "Municipal waste - Half a ton of municipal waste generated per person in the EU27 in 2007 Almost 40% of this waste was recycled or composted", ανακτήθηκε στις 20/8/2009 από την ηλεκτρονική διεύθυνση
<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=STAT/09/31&type=HTML>
12. Eurostat, (2005), "Waste generated and treated in Europe. Data 1995 - 2003", Published by Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
13. Hogg, D., (2002), "Costs for municipal waste management in the EU. Final report to Directorate General Environment, European Commission" Eunomia Research & Consulting, Bristol
14. Καρβούνης, Γ., (2002), "Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων για την παράταση ισχύος περιβαλλοντικών όρων αποκατεστημένου Χ.Δ.Α. και νέου ΧΥΤΑ", Δήμος Σερρών.
15. Κομίλης, Δ., Κουρής, Σ., Χαλβαδάκης, Κ., (2002), "Οικονομική ανάλυση συστημάτων διαχείρισης αστικών απορριμμάτων για 5 δήμους του νομού Λέσβου", Προφορική ανακοίνωση στο 1^ο συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Βοτανικός
16. ΚΥΑ 50910/2727, (2003), "Μέτρα και όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης", ΦΕΚ 1909B/22-12-2003.
17. Λαζαρίδη, Κ., Κομίλης, Δ., Ροβολής, Α., (2004), "Συγκριτική ανάλυση και γεωγραφική διαφοροποίηση του κόστους διαχείρισης στερεών αποβλήτων σε αστικούς και αγροτικούς δήμους", 7^ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, Μυτιλήνη
18. Μαλιώκας, Β. και συνεργάτες ΕΠΕ, και Sigma Plant ΑΕ, (1997), "Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων αποκατάστασης του υφισταμένου χώρου διάθεσης απορριμμάτων του δήμου Σερρών", Δήμος Σερρών

19. Μαραγκάκης, Σ., (2004), "Προγράμματα ανακύκλωσης του ΥΠΕΧΩΔΕ σε συνεργασία με τη σχολική κοινότητα", από πρακτικά της ημερίδας της ΠΟΣΕ – ΥΠΕΧΩΔΕ στις 3.12.2003, "Διαχείριση απορριμμάτων – η ευθύνη της πολιτείας και των πολιτών", Αθήνα
20. Μιχαλοπούλου, Χ., (2004), "Νομοθεσία για το περιβάλλον", Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη
21. Μουσιόπουλος, Ν., Καραγιαννίδης, Α., (2002), "Διαχείριση απορριμμάτων", Έκδοση Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη
22. Νόμος 2939, (2001), "Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις", ΦΕΚ 179Α, 6-8-2001
23. Οδηγία 1999/31/ΕΚ, (1999), "Περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων", Επίσημη Εφημερίδα αριθμ. L 182 της 16/07/1999
24. OECD , (2005), "OECD in figures. Statistics on the member countries", OECD Publications
25. Panagiotakopoulos, D., (2001), "Economic and sustainability issues for municipal solid waste management systems", 7th International Conference on Environmental Science and Technology, Ermoupolis, Syros island, Greece
26. Παναγιωτακόπουλος, Δ., (2002), "Βιώσιμη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων", Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη
27. Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S., (1993), "Integrated solid waste management. Engineering principles and management issues", McGraw – Hill, New York
28. USEPA (United States Environmental Protection Agency), (1997), "Full cost accounting for municipal solid waste management: A Handbook", Published by EPA, Washington
29. Φάμελλος, Σ., (2002), "Χαρακτηριστικά και διαχείριση στερεών αποβλήτων", Εκπαιδευτικές Σημειώσεις Σεμιναρίου ΤΕΕ "Μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων", Σέρρες
30. Φάμελλος, Σ., (2004), "Σχεδιασμός συστήματος και μονάδας ανακύκλωσης απορριμμάτων στην ανατολική Θεσσαλονίκη", Διπλωματική εργασία στο

- μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών "Περιβαλλοντικός σχεδιασμός έργων υποδομής", ΕΑΠ, Πάτρα
31. Χαλβαδάκης, Κ., (1993), "Διαχείριση στερεών αποβλήτων", Πανεπιστημιακές σημειώσεις μαθήματος Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη
 32. ΥΠΕΧΩΔΕ, ΚΕΔΚΕ, (2003), "Ολοκληρωμένη διαχείριση απορριμμάτων – Για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία", Έντυπο Ημερίδας, Αθήνα
 33. ΥΠΕΧΩΔΕ, (2005), "Πρώθηση έργων αποκατάστασης χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων (ΧΑΔΑ)", Τελική έκθεση Ομάδας Εργασίας ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα
 34. Τηλεφωνική επικοινωνία (2007), Εταιρεία Spider, κα Πατούλα

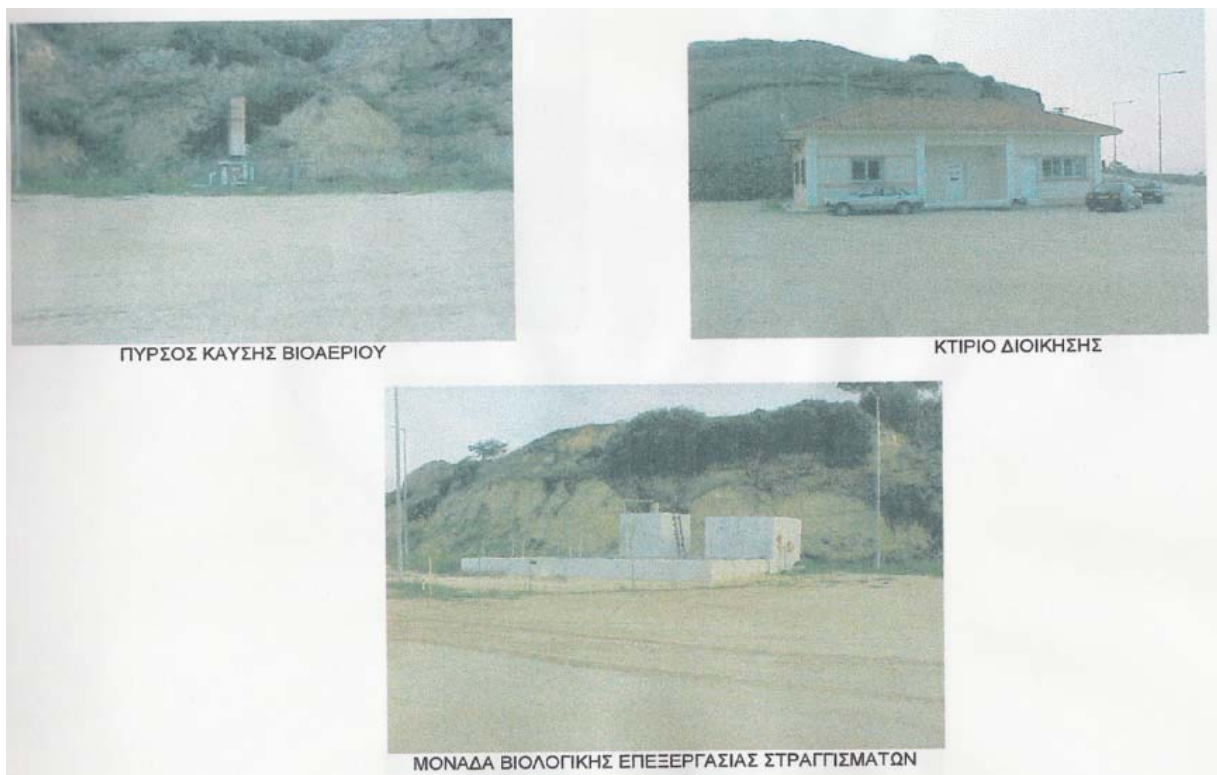
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Υπόμνημα

- | | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1. Υφιστάμενος ΧΔΑ μετά την ανάπλαση. | 11. Περίπτερο αναψυχής & περιβαλλοντικής εκπαίδευσης |
| 2. Συμπληρωματικός Χ.Υ.Τ.Α. | 12. Χώρος θημιουργίας τεχνητής λίμνης |
| 3. Κτίριο διοίκησης | 13. Περιφράξη |
| 4. Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων | 14. Περιμετρικό δίκτυο ανακυκλοφορίας στραγγισμάτων |
| 5. Σταθμός Ανάληψης και Καύσης Βιοαερίου | 15. Φρεάτιο Συγκέντρωσης & Ελέγχου Βιοαερίου |
| 6. Δεξαμενή νερού | 16. Δρόμοι πρόσβασης |
| 7. Κύρια είσοδος | 17. Αντλιοστάσιο προς Ε.Ε.Σ. |
| 8. Βοηθητική είσοδος | 18. Υπεδάφιος διαχύτης για ανακυκλοφορία στραγγισμάτων |
| 9. Περιμετρική ανειλημμυρική τάφρος | |
| 10. Τάφρος συλλογής στραγγισμάτων | |

Χάρτης Π.1: Γενική διάταξη έργων ΧΥΤΑ δήμου Σερρών



Εικόνα Π.1: Φωτογραφίες από το ΧΥΤΑ του δήμου Σερρών
Πηγή: Καρβούνης, 2002

Πίνακας Π.1: Μηνιαία εισροή ΑΣΑ στο ΧΥΤΑ του δήμο Σερρών

ΜΗΝΑΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (ΤΟΝΟΙ)	ΜΗΝΑΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (ΤΟΝΟΙ)
Ιουλ-01	2490	Δεκ-04	3259
Αυγ-01	2732	Ιαν-05	3053
Σεπ-01	2621	Φεβ-05	2805
Οκτ-01	3020	Μαρ-05	3146
Νοε-01	2466	Απρ-05	3172
Δεκ-01	2291	Μαϊ-05	3225
Ιαν-02	2680	Ιουν-05	3050
Φεβ-02	2482	Ιουλ-05	2919
Μαρ-02	2513	Αυγ-05	3028
Απρ-02	2617	Σεπ-05	3121
Μαϊ-02	2789	Οκτ-05	3203
Ιουν-02	2792	Νοε-05	3113
Ιουλ-02	2766	Δεκ-05	3001
Αυγ-02	2483	Ιαν-06	2985
Σεπ-02	2731	Φεβ-06	2719
Οκτ-02	2704	Μαρ-06	3147
Νοε-02	2462	Απρ-06	3173
Δεκ-02	1852	Μαϊ-06	3225
Ιαν-03	2271	Ιουν-06	3066
Φεβ-03	2300	Ιουλ-06	3033
Μαρ-03	2687	Αυγ-06	3022
Απρ-03	3111	Σεπ-06	3562
Μαϊ-03	3138	Οκτ-06	3368
Ιουν-03	2913	Νοε-06	3249
Ιουλ-03	2993	Δεκ-06	3262
Αυγ-03	2730	Ιαν-07	3244
Σεπ-03	3324	Φεβ-07	2872
Οκτ-03	3214	Μαρ-07	3209
Νοε-03	2840	Απρ-07	3273
Δεκ-03	3265	Μαϊ-07	3218
Ιαν-04	2881	Ιουν-07	3022
Φεβ-04	2759	Ιουλ-07	3136
Μαρ-04	3267		
Απρ-04	3146		
Μαϊ-04	2966		
Ιουν-04	3203		
Ιουλ-04	3156		
Αυγ-04	3054		
Σεπ-04	3142		
Οκτ-04	3139		
Νοε-04	3193		

Πηγή: Δ/ση Καθαριότητας δήμου Σερρών