



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών και Επικινδύνων Αποβλήτων

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΗ
ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ
ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ

Μεταπτυχιακή διατριβή για την απόκτηση του
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης
«Έλεγχος Ποιότητας και Διαχείριση Περιβάλλοντος»

Εκπόνηση Διατριβής:

Ντζαμίλης Παναγιώτης

Χάβας Γεώργιος

Διπλ. Μηχανικός Περιβάλλοντος

Διπλ. Μηχανικός Περιβάλλοντος

Επιβλέπων Καθηγητής:

Γιδαράκος Ευάγγελος

ΜΑΡΤΙΟΣ 2004

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Αν. Καθ. Γιδαράκος Ευάγγελος (Επιβλέπων)
2. Καθ. Διαμαντόπουλος Ευάγγελος
3. Καθ. Οικονομόπουλος Αλέξανδρος

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2003-2004, στο Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών και Επικινδύνων Αποβλήτων (ΕΔΤΕΑ) του τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης. Η εργασία έγινε στα πλαίσια της συνεργασίας του Πολυτεχνείου Κρήτης με τον Ενιαίο Σύνδεσμο Διαχείρισης Απορριμμάτων Κρήτης (ΕΣΔΑΚ), με σκοπό την «Ποιοτική και Ποσοτική Ανάλυση των Απορριμμάτων της Περιφέρειας Κρήτης (Νομοί Ρεθύμνης, Ηρακλείου και Λασιθίου)». Για το σκοπό αυτό, έγινε εκτίμηση της παραγωγής απορριμμάτων στην περιοχή μελέτης, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες απορριμμάτων στο πεδίο και ακολούθησαν εργαστηριακές αναλύσεις. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην εργασία αυτή, αφορούν τις δύο πρώτες φάσεις υλοποίησης της παραπάνω συνεργασίας και συγκεκριμένα τη φθινοπωρινή περίοδο 2003 και τη χειμερινή περίοδο 2003-2004.

Στο σημείο αυτό, οι συγγραφείς αισθάνονται την ανάγκη να ευχαριστήσουν τον αν.καθ. Γιδαράκο Ευάγγελο για την ανάθεση του θέματος, τη συνεχή καθοδήγηση και άψογη συνεργασία.

Επίσης, πρέπει να ευχαριστήσουμε τον καθ. Διαμαντόπουλο Ευάγγελο, ο οποίος συνέβαλλε ουσιαστικά στο σχεδιασμό της μελέτης, αλλά και σε κάθε σημείο που χρειαστήκαμε την επιστημονική του εμπειρία.

Ακόμη, οφείλουμε να ευχαριστήσουμε τη Δρ. Ψυλλάκη Ελευθερία, για την αμέριστη προσφορά βοήθειας και συμβουλών κατά την εκπόνηση της παρούσας μελέτης.

Επιπλέον, δεν μπορούμε παρά να επισημάνουμε τη σημαντική βοήθεια της χημικού και υποψήφιας διδάκτορος Μανουσάκη Ελένης στην πραγματοποίηση μερικών εργαστηριακών μετρήσεων.

Τέλος, οφείλουμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας σε όλους τους εργαζόμενους των δήμων, στους οποίους πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες, για τη συνεργασία τους μαζί μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βάση για το σωστό σχεδιασμό κάθε ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης Αστικών Στερεών Απορριμμάτων (ΑΣΑ) είναι η γνώση της σύνθεσης των απορριμμάτων και των φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών και φυσικά η σύγκριση με παλαιότερα δεδομένα. Ένα σημαντικό όμως πρόβλημα στην Ελλάδα είναι η έλλειψη μιας ολοκληρωμένης βάσης δεδομένων σχετικά με την ποιότητα και ποσότητα των ΑΣΑ, επομένως παρουσιάζεται η ανάγκη για διενέργεια μελετών ανάλυσης της σύνθεσής τους.

Μια τέτοια μελέτη αποτελεί και η παρούσα με σκοπό (1) την ανάλυση της σύνθεσης των ΑΣΑ και των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών τους και (2) τον εντοπισμό πιθανών εποχιακών διακυμάνσεων.

Η μελέτη διεξάγεται σε τέσσερις φάσεις, μία για κάθε εποχή (φθινόπωρο, χειμώνας, άνοιξη, καλοκαίρι). Στην παρούσα διατριβή παρουσιάζονται οι δύο πρώτες φάσεις. Κάθε δειγματοληψία λαμβάνει χώρα σε επιλεγμένους ΧΥΤΑ/ΧΔΑ σε όλη την περιοχή μελέτης, με σκοπό τη λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος. Η μέθοδος δειγματοληψίας είναι σύμφωνη με τις οδηγίες ASTM 5231-92 (2003) και RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance, (EPA530-D-02-002). Χειροδιαλογή εφαρμόζεται για την ανάλυση των ΑΣΑ στις κατηγορίες: Χαρτί, Μέταλλα, Πλαστικό, Αλουμίνιο, Δέρμα-Ξύλο-Υφασμα-Λάστιχο (ΔΞΥΛ), Οργανικά, Αδρανή και Υπόλοιπα. Περαιτέρω ανάλυση περιελάμβανε προσεγγιστική και στοιχειακή ανάλυση. Επίσης εξετάστηκε η παρουσία μετάλλων όπως: Μόλυβδος (Pb), Κάδμιο (Cd) και Υδράργυρος (Hg).

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με αντίστοιχα άλλων και/ή παλαιότερων μελετών παρατηρούμε μια σημαντική μείωση των οργανικών και μια αντίστοιχη αύξηση των υλικών συσκευασίας. Παρατηρούνται τρεις κυρίαρχες κατηγορίες υλικών, τα οργανικά, τα χαρτιά και τα πλαστικά με συνολικό ποσοστό πάνω από 75% του συνόλου των ΑΣΑ. Επίσης το υψηλό ποσοστό του γυαλιού και η εποχιακή διακύμανση του αλουμινίου δείχνει μια ισχυρή σχέση της σύνθεσης των απορριμμάτων με δραστηριότητες όπως ο τουρισμός.

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας πρόκειται να χρησιμοποιηθούν από τις περιφερειακές αρχές διαχείρισης απορριμμάτων προκειμένου να κατασκευαστεί μια

ολοκληρωμένη εγκατάσταση επεξεργασίας απορριμμάτων που θα πληρεί τις απαιτήσεις της σύγχρονης σκέψης και νομοθεσίας.

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE ISLAND OF CRETE, GREECE

ABSTRACT

The island of Crete is located at the lower region of Aegean Sea, and is one of the major tourist attraction resorts of Greece. Taking into account that the tourist season is seven months in a year, one would expect that the quantity and the quality of Municipal Solid Wastes may be affected by tourist activities.

Crete, as part of Greece is forced by national and EU law to follow a waste minimisation, reuse and recycling strategy. The key factor in a successful Integrated Solid Waste Management system is the availability of up to date information related to waste composition and physical and chemical characteristics and of course the comparison with past data. Generally in Greece there is a lack in such data and so arises the need of conducting special waste composition studies.

A survey is being conducted by Technical University of Crete, Dept. of Environmental Engineering, in the greater region of Crete, aiming at the identification (1) of waste composition (including chemical and physical characterisation) over time and (2) of possible seasonal variances, in a one-year period.

The investigation is carried out at four phases, each one corresponding to each season (autumn, winter, spring, summer). In this study only the first two phases are presented. Each sampling takes place at several final disposal sites, dispersed around the region of Crete, in order to obtain a representative sample. Method of sampling is according ASTM D5231-92(2003) standard method and RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance, (EPA530-D-02-002). Hand sorting is applied for the classification of the collected wastes into the following categories: Plastics, Paper, Metals, Aluminium, Leather-Wood-Textiles-Rubbers, Organic wastes, non combustibles and miscellaneous. Further analysis of waste includes proximate and ultimate analysis of combustible materials. Metals such as Lead, Cadmium and Mercury are also investigated.

Comparing the results of this survey with other similar or past studies in Greece, there is a significant decrease of organic wastes due to the increase of packaging materials. There are three main waste categories: Organic Wastes, Paper and Plastics sharing a percentage of 75% of total waste in the region of Crete. Furthermore, high fraction of glass and seasonal variation of aluminium indicate a strong correlation with certain human activities such as tourism.

The results of this survey are to be exploited by the regional Solid Waste authorities in order to establish a centralised waste treatment site to fulfil the regional waste management demands.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>1</u>	<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</u>	<u>3</u>
<u>3</u>	<u>ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΑΗΤΑ (ΣΑ)</u>	<u>4</u>
3.1	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΑΗΤΩΝ	5
3.2	ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΑΗΤΑ (ΑΣΑ)	6
<u>4</u>	<u>ΠΟΙΟΤΙΚΗ / ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ Σ.Α.</u>	<u>9</u>
4.1	ΟΡΙΣΜΟΣ	10
4.2	ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	12
4.2.1	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	13
4.2.2	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ	15
4.3	ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	17
4.4	ΣΥΝΘΕΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ)	17
4.4.1	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	18
4.4.2	ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΣΑ	21
4.4.3	ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΣΑ	26
4.4.4	ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΣΑ	33
4.4.5	ΕΙΔΙΚΑ ΑΠΟΒΑΗΤΑ	35
4.5	ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	36
4.5.1	ΕΛΛΑΔΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	36
4.5.2	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	36
<u>5</u>	<u>ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ</u>	<u>38</u>
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	39
5.2	ΔΙΑΛΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ	40
5.2.1	ΓΕΝΙΚΑ	40
5.2.2	ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ	40
5.2.3	ΔΙΑΛΟΓΗ ΕΝΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	41
5.2.4	ΔΙΑΛΟΓΗ ΟΜΑΔΑΣ ΥΛΙΚΩΝ	42
5.2.5	ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΟΡΤΑ - ΠΟΡΤΑ	43
5.2.6	ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΕ ΚΑΔΟΥΣ	44

5.3	ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ	44
5.3.1	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	44
5.3.2	ΥΛΙΚΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ	47
5.3.3	ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	59
5.4	ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ)	65
5.4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	65
5.4.2	ΕΙΔΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	68
5.4.3	ΤΟ ΠΡΟΪΟΝ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	70
5.4.4	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ	72
5.4.5	Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΣΑ.	73
5.4.6	ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΤΗΣ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	73
5.4.7	ΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	76
5.4.8	ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	79
5.4.9	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	80
5.5	ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ – ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΖΥΜΩΣΗ	84
5.5.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ	84
5.5.2	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΖΥΜΩΣΗΣ	84
5.5.3	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	91
5.6	ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	91
5.6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	91
5.6.2	ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ – ΚΑΥΣΗ	92
5.6.3	ΠΥΡΟΛΥΣΗ	96
5.6.4	ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ	99
5.6.5	ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΛΑΣΜΑΤΟΣ	101
5.7	ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ	105
5.7.1	ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ (ΥΤ)	107
5.7.2	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΜΕΤΑΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΧΔΑ	115
5.7.3	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΧΔΑ	117
5.8	ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.	119
6	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ	124
6.1	ΓΕΝΙΚΑ	125
6.2	ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΣΑ	125
6.3	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ	127
6.4	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ	130
7	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΩΝ ΑΣΑ	133

7.1	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	134
7.2	ΣΗΜΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	139
7.3	ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΑΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ	142
7.4	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ	142
7.5	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	144
7.6	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ	148
7.7	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ	149
7.7.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	149
7.7.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ	152
7.7.3	ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	156
7.7.4	ΣΤΟΙΧΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ULTIMATE ANALYSIS)	158
7.7.5	ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ	159
8	<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u>	162
8.1	ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ	163
8.1.1	Α΄ ΦΑΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	163
8.1.2	Β΄ ΦΑΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	167
8.1.3	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	170
8.2	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	173
8.2.1	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ Α΄ ΚΑΙ Β΄ ΦΑΣΗΣ	173
8.2.2	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	176
8.3	ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	179
8.3.1	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	179
8.3.2	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΚΑΥΣΗΣ	181
8.3.3	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ	182
9	<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</u>	185
9.1	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	186
9.2	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	188
10	<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	200

Παράρτημα 1. Εκτίμηση Παραγωγής Απορριμμάτων-Εργαστηριακές Αναλύσεις

Παράρτημα 2. Δεδομένα σύνθεσης απορριμμάτων περιοχής μελέτης

Παράρτημα 3. Φωτογραφικά στιγμιότυπα δειγματοληψίας

Παράρτημα 4. Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Απορριμμάτων

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 5-1. Διαχείριση Αστικών Στερεών Απορριμμάτων στην Ε.Ε.....	39
Σχήμα 5-2. Μονάδα ανακύκλωσης υλικών στη Βιέννη	45
Σχήμα 5-3. Διεργασίες διαχωρισμού με δύο (α) και πολλαπλά ρεύματα εξόδου (β).	47
Σχήμα 5-4. Δυνατότητες διαχείρισης χαρτιού.	50
Σχήμα 5-5. Δυνατότητες διαχείρισης γυαλιού.	51
Σχήμα 5-6. Δυνατότητες διαχείρισης των σιδηρούχων μετάλλων.....	52
Σχήμα 5-7. Δυνατότητες διαχείρισης μη σιδηρούχων μετάλλων.....	54
Σχήμα 5-8. Κωδικοποιημένη απεικόνιση διάφορων τύπων πλαστικών.....	55
Σχήμα 5-9. Δυνατότητες διαχείρισης των πλαστικών απορριμμάτων.	57
Σχήμα 5-10. Συσκευασία blister και αντικατάστασή της από τη βιομηχανία.	64
Σχήμα 5-11. Διάγραμμα ροής και ενδεικτικό ισοζύγιο μάζας εγκατάστασης λιπασματοποίησης (αριθμοί σε tn/d).....	67
Σχήμα 5-12. Αναστροφείας σειραδίων.....	69
Σχήμα 5-13. Μέθοδος δυναμικά αεριζόμενων σωρών	70
Σχήμα 5-14. Προϊόντα της λιπασματοποίησης	72
Σχήμα 5-15. Στάδια της διαδικασίας λιπασματοποίησης.....	75
Σχήμα 5-16. Κατασκευές για οικιακή λιπασματοποίηση, (α) καλωδιωτή, (β) συνδυασμός ξύλου και καλωδίου και (γ) ξύλινη.....	83
Σχήμα 5-17. Διεργασία αναερόβιας ζύμωσης οργανικών αποβλήτων	85
Σχήμα 5-18. Διάγραμμα ροής της διεργασίας Waasa	86
Σχήμα 5-19. Αντιδραστήρας αναερόβιας επεξεργασίας, Waasa	87
Σχήμα 5-20. Αντιδραστήρας μεθόδου Valorga.....	88
Σχήμα 5-21. Διάγραμμα ροής της διεργασίας Kompogas (www.kompogas.ch).....	89
Σχήμα 5-22. Διάγραμμα ροής της διεργασίας Dranco, (http://www.ows.be).....	91
Σχήμα 5-23. Στάδια της μαζικής καύσης απορριμμάτων σε αποτεφρωτήρα με κινούμενες εσχάρες.....	94
Σχήμα 5-24. Αποτεφρωτής περιστροφικού κλιβάνου	94
Σχήμα 5-25. Αποτεφρωτής ρευστοποιημένης κλίνης.....	95
Σχήμα 5-26. Διάγραμμα ροής μιας εγκατάστασης αποτέφρωσης απορριμμάτων	97
Σχήμα 5-27. Διάγραμμα ροής της διεργασίας της πυρόλυσης	98
Σχήμα 5-28. Διάγραμμα ροής της διεργασίας της αεριοποίησης (Purox).....	100

Σχήμα 5-29. Αεριοποιητής πλάσματος (ΠΥΡΟΓΕΝΕΣΙΣ ΑΒΕΕ).....	102
Σχήμα 5-30. Ιεραρχία επιλογών Διαχείρισης Αστικών Στερεών Απορριμμάτων.....	105
Σχήμα 5-31. Συστημική απεικόνιση ενός ΧΥΤΑ.....	108
Σχήμα 5-32. Τα 3 κύρια περιβαλλοντικά μέσα και οι κύριοι οδοί ρύπανσης από ΧΥΤΑ [58]	109
Σχήμα 5-33. Απεικόνιση ενός χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)	110
Σχήμα 5-34. Δομή και κύρια χαρακτηριστικά ενός ΧΥΤΑ	110
Σχήμα 5-35. Τομή χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)	111
Σχήμα 5-36. Παράγοντες που επιδρούν στην παραγωγή στραγγισμάτων και αερίων σε ΧΥΤΑ	112
Σχήμα 5-37. Αποκατάσταση ΧΥΤΑ.....	118
Σχήμα 7-1. Καταγραφικό έντυπο των κλασμάτων της δειγματοληψίας (πεδίο).....	137
Σχήμα 7-2. Βάση δεδομένων (MS Access) για την εισαγωγή των αποτελεσμάτων της χειροδιαλογής των ΑΣΑ (Πίνακας επιλογών)	138
Σχήμα 7-3. Βάση δεδομένων (MS Access) για την εισαγωγή των αποτελεσμάτων της χειροδιαλογής των ΑΣΑ (Καταγραφικό έντυπο)	138
Σχήμα 7-4. ΧΥΤΑ/ΧΔΑ - δειγματοληψίας στο νομό Λασιθίου.....	140
Σχήμα 7-5. ΧΥΤΑ/ΧΔΑ - δειγματοληψίας στο νομό Ηρακλείου.	140
Σχήμα 7-6. ΧΥΤΑ/ΧΔΑ - δειγματοληψίας στο νομό Ρεθύμνης.	141
Σχήμα 7-7. Κάτοψη επιφάνειας χειροδιαλογής.	143
Σχήμα 7-8. Κάδος γεμάτος με το δείγμα ΑΣΑ.....	149
Σχήμα 7-9. Φορητός ζυγός χρήσης στο πεδίο.	149
Σχήμα 7-10. Εργαστηριακές αναλύσεις των ΑΣΑ.....	151
Σχήμα 7-11. Εργαστηριακά δείγματα ΑΣΑ της περιοχής μελέτης.....	151
Σχήμα 7-12. Περιγραφική απεικόνιση του μύλου P-19	152
Σχήμα 7-13. Περιγραφική απεικόνιση κυκλώνα.....	153
Σχήμα 7-14. Κυκλώνας (cyclone exhauster).	154
Σχήμα 7-15. Μύλος Fritsch P - 19.....	154
Σχήμα 7-16. Φούρνος ξήρανσης Innovens Jouan EU2 118	154
Σχήμα 7-17. Κλίβανος υψηλών θερμοκρασιών Nabertherm L24/12 / B170.....	155
Σχήμα 7-18. Αναλυτικός ζυγός AND HR 200 – EC	156
Σχήμα 7-19. Αυτόματος στοιχειακός αναλυτής CHN-600 της LECO.....	159
Σχήμα 7-20. Αυτόματο θερμιδόμετρο AC300 της LECO.....	161
Σχήμα 9-1. Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Απορριμμάτων (διάγραμμα ροής).....	193

Σχήμα 9-2. Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Απορριμμάτων (διάγραμμα ροής + ποσότητες υλικών).	194
Σχήμα 9-3. Διαχείριση ΑΣΑ στις ευρωπαϊκές χώρες.....	195
Σχήμα 9-4. Υφιστάμενη διαχείριση στην Ελλάδα (1997)	196

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4-1. Παραγόμενες ποσότητες απορριμμάτων σε διάφορες περιοχές του κόσμου.....	10
Πίνακας 4-2. Η σύνθεση των απορριμμάτων σε διάφορες περιοχές του κόσμου	11
Πίνακας 4-3. Παραγόμενες ποσότητες αστικών αποβλήτων στον ελληνικό χώρο.....	12
Πίνακας 4-4. Παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα (kg/άτομο/ ημέρα) – Τυπικές Τιμές [9].....	14
Πίνακας 4-5. Σύνθεση των οικιακών στερεών αποβλήτων (μέσες τιμές) στην Ελλάδα	19
Πίνακας 4-6. Μέση ποιοτική σύσταση παραγόμενων αστικών αποβλήτων, 1997	20
Πίνακας 4-7. Σύνθεση (% κατά βάρος) οικιακών στερεών αποβλήτων σε διάφορες χώρες (μη συμπεριλαμβανομένων των ανακυκλωθέντων υλικών)	20
Πίνακας 4-8. Ειδικό βάρος αστικών στερεών αποβλήτων	22
Πίνακας 4-9. Ειδικό βάρος συστατικών υλικών των ΑΣΑ (όπως αυτά απορρίπτονται).....	23
Πίνακας 4-10. Ποσοστά υγρασίας στα ΑΣΑ	24
Πίνακας 4-11. Κατανομή και ταξινόμηση υλικών των ΑΣΑ [6].....	26
Πίνακας 4-12. Ανάλυση καταλληλότητας ΑΣΑ για Καύση (όπως απορρίπτονται).....	28
Πίνακας 4-13. Στοιχειακή ανάλυση των συστατικών των ΑΣΑ	29
Πίνακας 4-14. Χαρακτηριστικά θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ: Αδρανή υπολείμματα και θερμογόνος δύναμη («Υγρά» ΑΣΑ, «στον κάδο») ^α	30
Πίνακας 4-15. Τιμές βαρέων μετάλλων σε ΑΣΑ σε Ελλάδα και εξωτερικό.	33
Πίνακας 4-16. Παραγωγή ειδικών επικίνδυνων αποβλήτων ανά κατηγορία πληθυσμού	35
Πίνακας 4-17. Ποιοτική ανάλυση ΑΣΑ σε διάφορες πόλεις της Ελλάδας (ποσοστά %).	37
Πίνακας 4-18. Ποιοτική ανάλυση ΑΣΑ σε διάφορες χώρες (ποσοστά %) [6, 29, 30, 31, 32]. ...	37
Πίνακας 5-1. Κατάταξη και χρήσεις των πιο συνηθισμένων πλαστικών [2].	55
Πίνακας 5-2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της λιπασματοποίησης [46]	72
Πίνακας 5-3. Χημικοί και φυσικοί παράγοντες επιρροής λιπασματοποίησης.....	75
Πίνακας 5-4. Ενδεικτικές τιμές λόγου C/N διάφορων ειδών.	77
Πίνακας 5-5. Τυπικές θερμοκρασίες διαφόρων βακτηρίων.....	79
Πίνακας 5-6. Απαιτούμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά compost.	81
Πίνακας 5-7. Οριακές τιμές για τις ποσότητες βαρέων μετάλλων που μπορούν να εισάγονται κατ' έτος στα καλλιεργήσιμα εδάφη (kg / εκτάριο * έτος)	82
Πίνακας 5-8. τιμές (mg/L*) περιεχ. στραγγίσματος από νέους & ώριμους ΧΥΤΑ	113
Πίνακας 5-9. Χαρακτηριστικά των αερίων που απαντώνται σε ΧΥΤΑ.....	114
Πίνακας 5-10. Παράμετροι ελέγχου κατά τη μεταφροντίδα ΧΥΤΑ	116

Πίνακας 5-11. Όρια ποσοτήτων για την εφαρμογή εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης ΑΣΑ.	123
Πίνακας 6-1. Εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων ν. Ρεθύμνης.	128
Πίνακας 6-2. Εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων ν. Ηρακλείου.....	128
Πίνακας 6-3. Εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων ν. Λασιθίου.....	129
Πίνακας 6-4. Εκτίμηση της παραγωγής απορριμμάτων νομών Ρεθύμνης, Ηρακλείου και Λασιθίου (πραγματικός πληθυσμός, 2001, Στοιχεία ΕΟΤ, 2001-2002)	130
Πίνακας 6-5. Εκτίμηση μηνιαίας διακύμανσης παραγωγής απορριμμάτων Περιφέρειας Κρήτης.....	131
Πίνακας 7-1. Χρονοδιάγραμμα εργασιών σε κάθε ΧΥΤΑ/ΧΔΑ.....	142
Πίνακας 7-2. Τιμές του Student test σε συνάρτηση με τον αριθμό δειγμάτων και του επίπεδου εμπιστοσύνης.....	145
Πίνακας 7-3. Δυναμικότητα εξεταζομένων ΧΥΤΑ και ΧΔΑ.....	146
Πίνακας 7-4. Στατιστικά στοιχεία για τον ΧΔΑ Πέρα Γαλήνων και υπολογισμός απαιτούμενου αριθμ. δειγμάτων (n).	148
Πίνακας 7-5. Υπολογισμός αριθμού δειγμάτων στους μικρότερους ΧΥΤΑ.	148
Πίνακας 7-6. Τεχνικά χαρακτηριστικά μύλου Fritsch P - 19.	153
Πίνακας 7-7. Τεχνικά χαρακτηριστικά φούρνου ξήρανσης Innovens Jouan EU2 118.	155
Πίνακας 7-8. Τεχνικά χαρακτηριστικά κλίβανου Nabertherm L24/12 /B170.	155
Πίνακας 7-9. Χαρακτηριστικά του αναλυτικού ζυγού AND HR 200 - EC.	156
Πίνακας 8-1. Σύνθεση % των ΑΣΑ στους 7 ΧΥΤΑ/ΧΔΑ δειγματοληψίας την περίοδο 15/9/2003-31/10/2003 (μέσες τιμές).	163
Πίνακας 8-2. Σταθμισμένες τιμές % σύνθεσης ΑΣΑ (Α΄ φάση).	164
Πίνακας 8-3. Σύνθεση % των ΑΣΑ στους 7 ΧΥΤΑ/ΧΔΑ δειγματοληψίας την περίοδο 17/11/2003-23/1/2004 (μέσες τιμές).	167
Πίνακας 8-4. Σταθμισμένες τιμές % σύνθεσης ΑΣΑ (Β΄ φάση).	167
Πίνακας 8-5. Στατιστικά στοιχεία των εργαστηριακών μετρήσεων των ΑΣΑ της Περιφέρειας Κρήτης (Φθινοπωρινή περίοδος).	175
Πίνακας 8-6. Στατιστικά στοιχεία των εργαστηριακών μετρήσεων των ΑΣΑ της Περιφέρειας Κρήτης (Χειμερινή περίοδος).	176
Πίνακας 8-7. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά απορριμμάτων της περιοχής μελέτης και σύγκριση με άλλες περιοχές.	177
Πίνακας 9-1. Υποθέσεις εργασίας για τον υπολογισμό ρευμάτων εκτροπής των ΑΣΑ	192

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 4-1. Ποσότητες παραγόμενων οικ. αποβλήτων για τα έτη 1991, 1997 και 2001	13
Διάγραμμα 4-2. Μέση ποιοτική σύσταση των οικιακών αποβλήτων στην Ελλάδα (1997).	35
Διάγραμμα 5-1. Τυπικές θερμοκρασίες λιπασματοποίησης.	81
Διάγραμμα 6-1. Απεικόνιση μηνιαίας διακύμανσης παραγωγής απορριμ. Περιφέρειας Κρήτης.	132
Διάγραμμα 7-1. Ποσοστό % εξυπηρετούμενου πληθυσμού ανά ΧΥΤΑ/ΧΔΑ.	141
Διάγραμμα 7-2. Ποσοστό % παραγωγής ΑΣΑ που δέχεται κάθε ΧΥΤΑ/ΧΔΑ.	147
Διάγραμμα 8-1. Σύνθεση % των ΑΣΑ στους 7 ΧΥΤΑ/ΧΔΑ δειγματοληψίας την περίοδο 15/9/2003-31/10/2003 (μέσες τιμές).	164
Διάγραμμα 8-2. Σταθμισμένες τιμές % σύνθεσης ΑΣΑ (Α' φάση).	165
Διάγραμμα 8-3. Σύνθεση % των ΑΣΑ στους 7 ΧΥΤΑ/ΧΔΑ δειγματοληψίας την περίοδο 17/11/2003-23/1/2004 (μέσες τιμές).	168
Διάγραμμα 8-4. Σταθμισμένες τιμές % σύνθεσης ΑΣΑ (Β' φάση).	169
Διάγραμμα 8-5. Σύνθεση ΑΣΑ σε διάφορες περιοχές της χώρας σε σύγκριση με την περιοχή μελέτης.	171

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βάση για τη δημιουργία ενός σωστού ολοκληρωμένου προγράμματος Διαχείρισης Στερεών Απορριμμάτων συνίσταται στη διαθεσιμότητα πληροφορίας για την ποσοτική και ποιοτική σύσταση των αποβλήτων.

Ειδικά στην περίπτωση που η διαχείριση θα στραφεί και προς την ανάκτηση υλικών και ενέργειας η ποιοτική ανάλυση των απορριμμάτων είναι επιτακτική ανάγκη. Η έλλειψη μιας τέτοιας ανάλυσης συνήθως έχει ως αποτέλεσμα τη δυσλειτουργία ή υπολειτουργία μονάδων ανάκτησης υλικών και ενέργειας και την απόρριψη (απώλεια) μέρους των απορριμμάτων που εκ των πραγμάτων είναι αδύνατο να επεξεργαστούν λόγω της σύστασής τους.

Η ποιοτική ανάλυση επιπλέον δίνει δεδομένα σύνθεσης απαραίτητα στη λήψη ορθολογικών αποφάσεων για την επιλογή ενός σχεδίου επεξεργασίας και διάθεσης απορριμμάτων ειδικά σε προγράμματα ανάκτησης ενέργειας και υλικών. Επίσης η σύνθεση των απορριμμάτων έχει σημαντική επίδραση στα χαρακτηριστικά τους ως καύσιμη ύλη (τιμές θερμογόνου αξίας, τέφρα, υγρασία), στην ανάκτηση υλικών αλλά και το σχεδιασμό του έγκαιρου διαχωρισμού των μη αποδεκτών αποβλήτων από το κυρίως ρεύμα. Η έλλειψη πρόνοιας για διαχωρισμό και απομάκρυνση συγκεκριμένων υλικών που η ποιοτική ανάλυση θα υπεδείκνυε (π.χ. βαρέα μέταλλα, κ.λ.π.) αποδεδειγμένα οδηγεί σε παραγωγή επικινδύνων αέριων ρύπων αλλά και τοξικών στραγγισμάτων. Πολύ σημαντικό είναι και το γεγονός ότι η ποιοτική ανάλυση μπορεί σε πρωταρχικό στάδιο να υποδείξει πιθανές εφαρμογές προγραμμάτων ανακύκλωσης και διαχωρισμού στην πηγή (γυαλιά, χαρτί) αλλά και δυνατότητα κομποστοποίησης (composting).

Για οποιοδήποτε λοιπόν πρόγραμμα διαχείρισης στερεών απορριμμάτων η ποιοτική / ποσοτική ανάλυση είναι η βάση ώστε η οικονομική ανάλυση, ο σχεδιασμός και η λειτουργία να ικανοποιούν τους προκαθορισμένους στόχους του προγράμματος. Με άλλα λόγια δίνει στο σύστημα την απαραίτητη ευελιξία να αντεπεξέλθει στην ποικιλία των συστατικών των αποβλήτων.

Στην παρούσα εργασία καταρχήν ο αναγνώστης – μελετητής εισάγεται στην έννοια των στερεών απορριμμάτων (κεφάλαιο 3), στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά τους (κεφάλαιο 4) ενώ στη συνέχεια παρουσιάζονται οι διάφορες εναλλακτικές διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων (κεφάλαιο 5). Η ποσοτική εκτίμηση των απορριμμάτων όπως πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 6, ενώ αντίστοιχα η ανάλυση της σύνθεσης των απορριμμάτων στο κεφάλαιο 7. Στο κεφάλαιο 8 δίνονται τα αποτελέσματα της μελέτης, ενώ συμπεράσματα και προτάσεις δίνονται στο κεφάλαιο 9.

Τα δεδομένα της ποσοτικής εκτίμησης των ΑΣΑ της περιοχής μελέτης, τα δεδομένα των εργαστηριακών αναλύσεων και τα δεδομένα πεδίου της σύνθεσης των απορριμμάτων δίνονται αντίστοιχα στα παραρτήματα 1 και 2 της παρούσας εργασίας. Στο παράρτημα 3 παρατίθενται μερικά φωτογραφικά στιγμιότυπα από την δειγματοληψία στο πεδίο. Τέλος, το παράρτημα 4 περιλαμβάνει κάποια βασικά στοιχεία του εθνικού σχεδιασμού για την διαχείριση των ΑΣΑ.

2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι η ανάλυση της σύνθεσης των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων (ΑΣΑ) και των φυσικών και χημικών τους χαρακτηριστικών. Η περιοχή μελέτης είναι οι νομοί Ρεθύμνης, Ηρακλείου και Λασιθίου της περιφέρειας Κρήτης. Η σύνθεση των απορριμμάτων προσδιορίζεται με το διαχωρισμό των ΑΣΑ σε επιμέρους κλάσματα. Για το σκοπό αυτό διενεργούνται δειγματοληψίες σε διάφορους αντιπροσωπευτικούς ΧΥΤΑ/ΧΔΑ της περιοχής μελέτης και η περαιτέρω ανάλυση λαμβάνει χώρα στο εργαστήριο.

Πρωταρχικός στόχος της μελέτης είναι η δημιουργία δεδομένων σύνθεσης για τα ΑΣΑ της περιοχής μελέτης ώστε αυτά να χρησιμοποιηθούν από τον αρμόδιο φορέα για την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου διαχείρισης των ΑΣΑ. Αξιόπιστα και αξιοποιήσιμα πρόσφατα στοιχεία δεν υπάρχουν (ή είναι πολύ παλιά) ούτε μπορεί να χρησιμοποιηθούν αυτούσια στοιχεία από άλλες διαφορετικές περιοχές. Επομένως είναι επιτακτική η ανάγκη για άμεση διαθεσιμότητα τέτοιων δεδομένων.

Μέσα από τη σύγκριση των δεδομένων αυτών με αντίστοιχα σύγχρονα ή παλαιότερα δεδομένα άλλων περιοχών είναι δυνατό να εντοπιστούν διαφορές στη σύνθεση των ΑΣΑ που ενδεχομένως να οφείλονται σε συγκεκριμένες δραστηριότητες στην περιοχή μελέτης, όπως ο τουρισμός.

Επίσης, χρήσιμη είναι η σύγκριση των δεδομένων από διαφορετικές περιόδους δειγματοληψίας μεταξύ τους, ώστε να διερευνηθεί αν υπάρχει εποχιακή διακύμανση και που και πώς αυτή εντοπίζεται.

3 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ (ΣΑ)



3.1 Κατηγορίες στερεών αποβλήτων

Στερεά Απόβλητα (ΣΑ) είναι στερεά υλικά ή υλικά με ελάχιστο υγρό περιεχόμενο τα οποία δεν έχουν κάποια χρησιμότητα και ορισμένες φορές είναι και επικίνδυνα. Περιλαμβάνουν απόβλητα των νοικοκυριών, των βιομηχανικών και εμπορικών εγκαταστάσεων, των γεωργικών και εξορυκτικών δραστηριοτήτων [1, 2]. Επίσης περιλαμβάνουν τα στερεά απόβλητα από τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων, την επεξεργασία του πόσιμου νερού και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αέριων εκπομπών [3]. Είναι αντικείμενα ή υλικά από τα οποία ο κάτοχός τους απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει [4].

Ο χαρακτηρισμός μιας ουσίας ως «απόβλητο» δεν εξαρτάται μόνο από τις ιδιότητες της αλλά και από:

- Τις ισχύουσες οικονομικές συνθήκες (η αξία των υλικών μεταβάλλεται χωρικά και χρονικά).
- Το κόστος της απόρριψης (μπορεί να αυξηθεί με την επιβολή τελών).
- Την ισχύουσα νομοθεσία (πρόστιμο πλημμελούς ή παράνομης απόρριψης).

Ουσιαστικά, το τι είναι και τι δεν είναι ΣΑ είναι θέμα ορισμού ή σύμβασης. Άλλωστε ο ευρωπαϊκός κατάλογος αποβλήτων (Απόφαση 94/3/EK, 2000/532/EK, 2001/118/EK) με τον οποίο εναρμονίστηκε και η εθνική νομοθεσία [4] διαμορφώθηκε μόλις το 1993.

Συγκεκριμένα στην κατηγορία των ΣΑ περιλαμβάνονται όλα τα απόβλητα με εξαίρεση:

1. Απόβλητα σε υγρή φάση χωρίς αξιόλογο ποσοστό αιωρούμενων ρύπων (υγρά απόβλητα).
2. Αέριους ρύπους.

Τα ΣΑ ομαδοποιούνται γενικά σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

1. Αστικά απόβλητα (απορρίμματα).
2. Ειδικά απόβλητα:
 - a. Επικίνδυνα απόβλητα.

b. Μη επικίνδυνα ειδικά.

c. Ιατρικά απόβλητα.

Αναλυτικότερα τα ΣΑ περιλαμβάνουν:

- Αστικά απορρίμματα (οικιακά, βιοτεχνικά, εμπορικά, οδοκαθαρισμού κλπ.)
- Στερεά ή υδαρή (με αξιόλογο ποσοστό αιωρούμενων ουσιών) απόβλητα που δε μπορούν να διατεθούν μαζί με τα οικιακά (ορισμένα βιομηχανικά, τοξικά ή αδρανή, και απόβλητα της βιομηχανίας παραγωγής ενέργειας).
- Πετρελαιοειδή απόβλητα (προέρχονται από την επεξεργασία του πετρελαίου, διυλιστήρια, χημικά εργοστάσια, ναυπηγεία, κλπ.).
- Απόβλητα γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων.
- Απόβλητα ορυχείων και μεταλλείων.
- Απόβλητα εκσκαφών (από ξηρά και θάλασσα).
- Απόβλητα οικοδομικών κατεδαφίσεων.
- Ιλείς από την επεξεργασία αστικών λυμάτων και τη βιομηχανία.
- Απόβλητα εμπορικών δραστηριοτήτων.
- Ιατρικά απόβλητα.
- Ελαστικά.
- Σκράπ (π.χ. αποσυρθέντων αυτοκινήτων, παλαιών ηλεκτρονικών υπολογιστών, κ.λπ.).

3.2 Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ)

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα ΣΑ που παράγονται από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών (οικιακά ΣΑ), των εμπορικών δραστηριοτήτων (εμπορικά ΣΑ), του οδοκαθαρισμού καθώς και άλλα ΣΑ (ιδρύματα, επιχειρήσεις) τα οποία μπορούν από τη φύση τους ή τη σύνθεσή τους να εξομαλυνθούν με τα οικιακά ΣΑ [4]. Σύμφωνα με την απόφαση 29407/3508 ΦΕΚ 1572/ 16-12-2002 «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή αποβλήτων» ως αστικά απόβλητα νοούνται «...τα οικιακά απόβλητα

καθώς και άλλα απόβλητα που λόγω φύσης ή σύνθεσης είναι παρόμοια με τα οικιακά τα οποία διέπονται από τις διατάξεις της ΚΥΑ 69728/824/1996».

Εξαίρεση αποτελούν τα απόβλητα εκσκαφών και οικοδομικών κατεδαφίσεων, όπως επίσης και τα κατεστραμμένα αυτοκίνητα.

Τα ΑΣΑ αποτελούν ένα ιδιαίτερος ανομοιογενές μίγμα υλικών. Η ποιοτική ανάλυση των ΑΣΑ αποσκοπεί στο να προσδιορίσει βασικές ποσοστιαίες κατηγορίες υλικών σε αυτά, προκειμένου να προσδιορισθεί πληροφορία απαραίτητη για την κατάρτιση σχεδίων διαχείρισης, επεξεργασίας και αξιοποίησής τους (ανακύκλωση, ανάκτηση ενέργειας, κ.λπ.). Η πιο δόκιμη κατηγοριοποίηση των ΑΣΑ, όπως προκύπτει από σειρά δειγματοληψιών και αναλύσεων, περιλαμβάνει τις εξής κατηγορίες (κλάσματα) υλικών:

- **Ζυμώσιμα:** Περιλαμβάνονται τα τροφικά υπολείμματα και τα απόβλητα κήπου.
- **Χαρτί:** Περιλαμβάνονται τα πάσης φύσεως χαρτιά και χαρτόνια που προέρχονται κυρίως από έντυπο υλικό και συσκευασίες προϊόντων.
- **Μέταλλα:** Περιλαμβάνεται το σύνολο των μεταλλικών υλικών που απαντώνται στα απορρίμματα. Συνηθίζεται ένας διαχωρισμός σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα (κυρίως λόγω της μαγνητικής ιδιότητας των πρώτων), με τα τελευταία να έχουν ως κυριότερο αντιπρόσωπο το αλουμίνιο. Σε ορισμένες αναλύσεις έχουν εξετασθεί ως ξεχωριστή υποκατηγορία και οι μπαταρίες λόγω της σχετικά υψηλότερης επικινδυνότητάς τους.
- **Γυαλί:** Η διαχείριση αποβλήτου γυαλιού στη χώρα μας πάσχει κυρίως από την έλλειψη υαλουργιών, κυρίως σε περιοχές μακριά από την Αττική. Απαντάται 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 στη χώρα μας ως συνέπεια της αλλαγής των καταναλωτικών συνηθειών (στροφή σε συσκευασμένα προϊόντα,

κ.λ.π.). Χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι η έντονη ανομοιογένειά της, λόγω των πολλών χρησιμοποιούμενων πολυμερών (π.χ. PVC, PE, PP, PS, PET, ABS, κ.λπ.).

- **Δέρμα – Ξύλο – Ύφασμα - Λάστιχο (ΔΞΥΛ):** Χαρακτηρίζονται ως λοιπά καύσιμα.
- **Αδρανή:** Εδώ περιλαμβάνονται χημικώς ανενεργά υλικά που καταλήγουν στα οικιακά απορρίμματα (π.χ. χώματα, πέτρες, κ.λ.π.).
- **Λοιπά:** Στο κλάσμα αυτό καταλήγουν τα υλικά εκείνα που δε μπορούν να ταξινομηθούν σε καμιά από τις άλλες κατηγορίες.

4 ΠΟΙΟΤΙΚΗ / ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ Σ.Α.



4.1 Ορισμός

Καθοριστικό ρόλο στην επιλογή ή στο σχεδιασμό του Συστήματος Διαχείρισης Απορριμμάτων παίζουν οι ποσότητες και η σύνθεση αυτών. Οι ποσότητες μπορεί να αναφέρονται είτε στο βάρος των απορριμμάτων που παράγει ένα άτομο την ημέρα (kg/άτομο/ημέρα), είτε στο βάρος των απορριμμάτων που παράγει μία οικογένεια την ημέρα (kg/οικογένεια/ημέρα), είτε στο βάρος των απορριμμάτων που παράγει σε καθημερινή βάση ένας Δήμος. Βέβαια, θα μπορούσε κανείς να εκφράσει τις ποσότητες των απορριμμάτων σε συνάρτηση με τον όγκο τους και όχι με το βάρος τους. Κάτι τέτοιο όμως δεν συνιστάται, πρώτον διότι ο παράγοντας "όγκος" είναι πολύ σχετικός και αστάθμητος [2], και δεύτερον διότι το βάρος χρησιμοποιείται διεθνώς για την περιγραφή των ποσοτήτων των απορριμμάτων.

Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 4-1) δίνονται κάποιες ενδεικτικές τιμές παραγόμενων ποσοτήτων απορριμμάτων σε διάφορες περιοχές του κόσμου.

Πίνακας 4-1. Παραγόμενες ποσότητες απορριμμάτων σε διάφορες περιοχές του κόσμου

ΧΩΡΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kg/άτομο/ ημέρα)
Κίνα	0,5
Σουηδία	0,8
Ηνωμένο Βασίλειο	0,9
Ιαπωνία	0,9
Ελλάδα	1,0
Κάτω Χώρες	1,1
Ελβετία	1,3
Δυτ. Γερμανία	1,4
Η.Π.Α.	1,6
Αυστραλία	1,6
Καναδάς	1,7

Πηγή : *Environment Canada (στοιχεία 1989)*

Η σύνθεση των απορριμμάτων αποτελεί τη βάση κάθε σχεδιασμού διαχείρισής τους και παίζει πρωταρχικό ρόλο τόσο για την επιλογή μεθόδων ή συστημάτων διάθεσης, όσο και για τον έλεγχο της λειτουργίας των εγκαταστάσεων. Ο όρος σύνθεση αναφέρεται στη φυσική σύνθεση των απορριμμάτων (όχι στη χημική), δηλαδή στο ποσοστό κατά βάρος των διάφορων υλικών που συνθέτουν τα σκουπίδια (π.χ. πλαστικά, μέταλλα, ζυμώσιμα, χαρτί, ξύλα, κ.λ.π.).

Ενδεικτική εικόνα της σύνθεσης των απορριμμάτων σε διάφορες περιοχές του κόσμου δίνεται στη συνέχεια (Πίνακας 4-2, Πηγή 5).

Πίνακας 4-2. Η σύνθεση των απορριμμάτων σε διάφορες περιοχές του κόσμου

Υλικό	Ρώμη	<u>Ποσοστό (%) κατά βάρος</u>			
		Μιλάνο	Σαν Πάολο	Όσλο	Καλιφόρνια
Χαρτιά	25.0	20.0	21.0	38.2	40.5
Πλαστικά λεπτά	3.5	5.0	2.6	4.7	2.0
Πλαστικά σκληρά	3.0	5.0	1.7	1.8	5.4
Μέταλλα σιδηρούχα	2.5	4.0	4.1	2.0	5.0
Υφάσματα/ Δέρματα/ Ξύλα	3.0	5.0	7.0	9.4	18.1
Ζυμώσιμα υλικά	53.0	41.0	57.0	30.4	19.5
Μη καύσιμα υλικά	10.0	10.0	6.6	13.5	9.4

Όπως φαίνεται από τους πίνακες (Πίνακας 4-1 και Πίνακας 4-2), οι ποσότητες και η σύνθεση των απορριμμάτων διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Γενικά, εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες [2, 6, 9]. Τέτοιοι παράγοντες είναι οι οικονομικές δραστηριότητες, ο τύπος της κατοικίας, η εποχή, η χρήση οικιακών σκουπιδοφάγων, οι καταναλωτικές συνήθειες, το βιοτικό και μορφωτικό επίπεδο, η ύπαρξη ανακύκλωσης, η νομοθεσία, οι κλιματολογικές συνθήκες, κ.λ.π.. Παράδειγμα της επίδρασης π.χ. του τύπου κατοικίας στις ποσότητες και στη σύνθεση των σκουπιδιών είναι το εξής: κάποιος που μένει σε μονοκατοικία και διαθέτει αυλή με κατοικίδια ζώα, αναμένεται να έχει στα σκουπίδια του λιγότερα ζυμώσιμα από ότι ένας που μένει σε πολυκατοικία, επειδή μέρος των ζυμώσιμων προορίζεται για τη διατροφή των ζώων. Παράδειγμα της επίδρασης του μορφωτικού επιπέδου αποτελεί το γεγονός ότι ένας αγράμματος συνήθως δεν έχει στα σκουπίδια του εφημερίδες και περιοδικά (δηλαδή χαρτί) σε αντίθεση με κάποιον που έχει υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο.

Για παράδειγμα στο νομό Αττικής η παραγωγή απορριμμάτων ανά κάτοικο ανά ημέρα σε μια υποβαθμισμένη περιοχή όπως είναι ο Δήμος Ζεφυρίου είναι 0,54 Kg ενώ στο Δήμο της Εκάλης όπου τα κοινωνικοοικονομικά και καταναλωτικά χαρακτηριστικά των πολιτών της περιοχής είναι υψηλά, ανέρχεται σε 1,6 Kg [6].

Από τα παραπάνω απλά παραδείγματα, διαφαίνεται η ανάγκη να ληφθούν σοβαρά υπ' όψη οι προαναφερθέντες παράγοντες στην εκτίμηση των ποσοτήτων και της σύνθεσης των οικιακών στερεών απορριμμάτων, όταν αυτή γίνεται με βάση δειγματοληπτικές έρευνες.

4.2 Ποσοτική ανάλυση

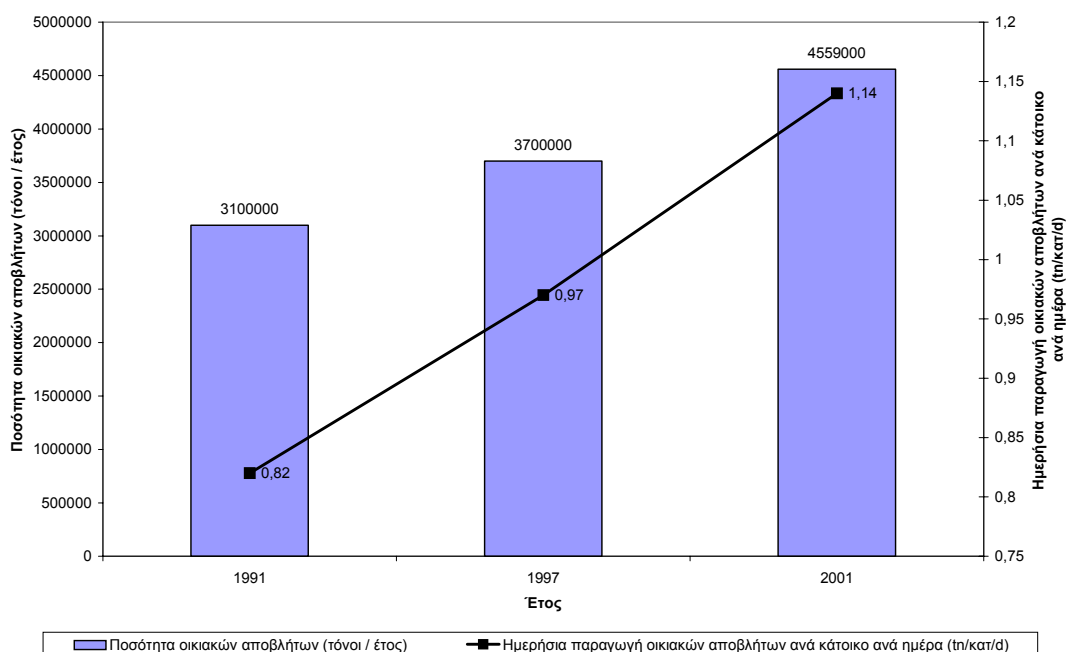
Το 1997 η ποσότητα των παραγόμενων οικιακών αποβλήτων σε επίπεδο χώρας ανήλθε σε 3.9 εκατομμύρια τόνους [7] και βαίνει συνεχώς αυξανόμενη [8]. Η κατάσταση για τα έτη 1997-2001 αποτυπώνεται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 4-3) [8].

Πίνακας 4-3. Παραγόμενες ποσότητες αστικών αποβλήτων στον ελληνικό χώρο.

Έτος	1997	1998	1999	2000	2001
Παραγωγή απορριμμάτων ($\times 10^3$tn)	3.900	4.082	4.264	4.447	4.559

Τα οικιακά απόβλητα περιλαμβάνουν τα απόβλητα που προέρχονται από κατοικίες καθώς και ένα μέρος των αποβλήτων που παράγονται από τα εμπορικά καταστήματα (~10%). Η ποσότητα αυτή προσδιορίστηκε βάσει στοιχείων των Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων καθώς και εκτιμήσεων που στηρίχθηκαν σε συντελεστές που εκφράζουν την παραγωγή οικιακών αποβλήτων σε συνδυασμό με τα πληθυσμιακά στοιχεία της χώρας (συμπεριλαμβανομένων των μεταναστών και των τουριστών). Η μέση ημερήσια παραγωγή οικιακών αποβλήτων το 1997 ανέρχονταν σε 0.97 Kg/κάτοικο ενώ το 2001 η μέση παραγωγή ανά κάτοικο ανέρχονταν σε 1,14 Kg/κάτοικο. Στο διάγραμμα (Διάγραμμα 4-1) που ακολουθεί δίνονται οι ποσότητες των παραγόμενων οικιακών αποβλήτων για τα έτη 1991, 1997 και 2001 [7], [8] καθώς και η μέση ημερήσια παραγωγή αποβλήτων ανά κάτοικο

για τα έτη αυτά. Παρατηρούμε ότι μέσα στην τελευταία δεκαετία η παραγωγή οικιακών στερεών αποβλήτων στη χώρα μας έχει αυξηθεί κατά 47%, ενώ η ανά κάτοικο παραγωγή αστικών απορριμμάτων αυξήθηκε κατά 39%.



Διάγραμμα 4-1. Ποσότητες παραγόμενων οικ. αποβλήτων για τα έτη 1991, 1997 και 2001

4.2.1 Παραγωγή Απορριμμάτων

Οι ποσότητες των ΑΣΑ και των βασικών συστατικών τους εκφράζονται σε βάρος. Το βάρος έχει τα πλεονεκτήματα ότι [9]:

- μετριέται πιο εύκολα από τον όγκο,
- 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 η Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ) και ο αντίστοιχος Ρυθμός Παραγωγής Απορριμμάτων (ΡΠΑ).

Η ΜΠΑ εκφράζεται από το βάρος των απορριμμάτων που παράγει ένα άτομο σε μια ημέρα (kg/κατ./ημέρα) διότι με βάση την τιμή αυτή μπορούν να εκτιμηθούν περιοδικές ποσότητες για διάφορα μεγέθη πληθυσμών και για διαφόρων διαρκειών χρονικές περιόδους. 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. Στον πίνακα (Πίνακας 4-4) δίνονται μερικές τυπικές τιμές ΠΑ ανά κάτοικο. Η τιμή της ΜΠΑ για την Ελλάδα (2002) κυμαίνεται από 0,6 kg/κατ.ημέρα για τις αγροτικές περιοχές ως 1,4 kg/κατ.ημέρα για τις οικονομικά ακμαίες αστικές περιοχές.

Πίνακας 4-4. Παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα (kg/άτομο/ ημέρα) – Τυπικές Τιμές [9]

Πληθυσμός Οικισμού ή Πόλης	Οικιακά Απόβλητα	Εμπορικά, Ιδρυμάτων, Κατασκευών	Σύνολο
<2.000	0,5	0,2	0,7
2.000 -10.000	0,7	0,2	0,9
10.000 -100.000	0,7	0,3	1,0
> 100.000	0,8	0,5	1,3

Ο ΡΠΑ εκτιμάται για μια περιοχή πολλαπλασιάζοντας την ΜΠΑ με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό της:

$$ΡΠΑ = ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ \times ΡΠΑ \text{ (Kg/d)}$$

Ο ΡΠΑ επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως:

- Πληθυσμιακή πυκνότητα (αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας αντιστοιχεί σε αύξηση της παραγωγής απορριμμάτων).
- Πληθυσμιακές διακυμάνσεις (ιδιαίτερα για τουριστικές περιοχές).
- Εποχές χρόνου.
- Συχνότητα συλλογής (αύξηση συχνότητας συλλογής αντιστοιχεί σε αύξηση της παραγωγής απορριμμάτων).
- Οικονομο-κοινωνικό επίπεδο.
- Πολιτισμικό επίπεδο.
- Μορφωτικό επίπεδο.

- Γεωγραφική περιοχή αναφοράς.
- Ηλικία καταναλωτών.
- Τύπος εμπορικής δραστηριότητας.
- Είδος βιομηχανικής δραστηριότητας.
- Ύπαρξη προγραμμάτων ανακύκλωσης και λιπασματοποίησης (composting).
- Ενημέρωση καταναλωτών.
- Όγκος και είδη κάδων.
- Εφαρμογή και άλλων δυνατοτήτων διάθεσης

4.2.2 Υπολογισμός Ποσοτήτων

Οι ποσότητες των ΑΣΑ μπορούν να εκτιμηθούν είτε με άμεσες μετρήσεις είτε με βάση μετρήσεις από άλλες περιοχές (από προηγούμενες μελέτες, βιβλιογραφικές πηγές κ.λ.π.). Γενικά υπάρχουν τρεις (3) μέθοδοι καθορισμού του ρυθμού παραγωγής απορριμμάτων για μία πόλη, περιοχή ή περιφέρεια:

1. **Ζύγιση φορτίων**. Οι μετρήσεις μπορούν να γίνουν μέσω απευθείας ζύγισης των συλλεγόμενων απορριμμάτων για ορισμένη χρονική περίοδο (μέσω ζύγισης των απορριμματοφόρων πάνω σε γεφυροπλάστιγγα). Η ζύγιση μπορεί να γίνει καθώς τα απορριμματοφόρα οχήματα (Α/Φ) εισέρχονται στο χώρο υγειονομικής ταφής αποβλήτων (ΧΥΤΑ) είτε σε Σταθμούς Μεταφόρτωσης (ΣΜ). Αν δεν υπάρχει ούτε ΧΥΤΑ, ούτε ΣΜ ή αν στους χώρους αυτούς δεν υπάρχει γεφυροπλάστιγγα η ζύγιση μπορεί να γίνεται σε άλλες εγκαταστάσεις.
2. **Ανάλυση φορτίων**. Καταμέτρηση των φορτίων των Α/Φ σε μια δεδομένη χρονική περίοδο και ανά τακτά διαστήματα για λόγους αντιπροσωπευτικότητας. Το φορτίο του Α/Φ (βάρος) προκύπτει από το ειδικό βάρος των απορριμμάτων (kg/m^3). Τα φορτία είναι περίπου γνωστά από τη χωρητικότητα των Α/Φ ή υπολογίζονται βάσει της συνολικής χωρητικότητας των κάδων που εκκενώνονται εντός αυτού. Απαραίτητη

προϋπόθεση για τη χρήση της μεθόδου αυτής είναι η γνώση των παρακάτω στοιχείων:

- i. Χωρητικότητα Α/Φ (ή κάδων).
- ii. Πληρότητα Α/Φ στο τέλος του δρομολογίου συλλογής (η πληρότητα κάδων κατά την εκκένωσή τους).
- iii. Τύπος Α/Φ.
- iv. Ειδικό βάρος απορριμμάτων.

Η μέθοδος αυτή 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.λ.π.). 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 παραγωγής απορριμμάτων στηρίζεται στον υπολογισμό των υλικών που καταναλώνονται. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου επικεντρώνονται στα παρακάτω: (α). Δεν λαμβάνονται υπόψη οι παράμετροι που επηρεάζουν την καταναλωτική συμπεριφορά των πολιτών, άρα και την παραγωγή των απορριμμάτων ποιοτικά και ποσοτικά. (β). Πολυπλοκότητα υπολογισμών. (γ). Εξάρτηση της μεθόδου από τα στοιχεία κατανάλωσης / παραγωγής, που δεν είναι πάντα διαθέσιμα για όλα τα προϊόντα. Κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι: (α). Δυνατότητα μελέτης ενός προϊόντος ή ομάδας προϊόντων. (β). Ακριβής υπολογισμός του ΡΠΑ. (γ). Δυνατότητα πρόβλεψης μελλοντικής παραγωγής απορριμμάτων. Με βάση αυτά, αναφερόμενοι σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο και θεωρώντας την αθροιστική επίπτωση όλων των δραστηριοτήτων, έχουμε:

$$\{\text{Συσσώρευση Υλικών}\} = \{\text{Εισροή Υλικών}\} - \{\text{Εκροή Υλικών}\} + \{\text{Παραγωγή Αποβλήτων}\}$$

Αν η συσσώρευση, η εισροή και η εκροή μπορούν να μετρηθούν ακριβώς, τότε εκτιμάται ακριβώς και η παραγωγή αποβλήτων [2].

4.3 Πρόβλεψη παραγωγής

Για την εκτίμηση της παραγωγής ΑΣΑ σε ένα χρονικό ορίζοντα 20-ετίας ή 25-ετίας μπορούμε να προχωρήσουμε ως εξής:

Ορίζουμε:

w_i = μέση ποσότητα ανά κάτοικο ανά έτος κατά τη διάρκεια της πενταετίας i

P_i = Πληθυσμός κατά τη διάρκεια της πενταετίας i

$w_i P_i$ = μέση ποσότητα ΑΣΑ ανά έτος κατά τη διάρκεια της πενταετίας i

$5 \sum w_i P_i$ = Ποσότητα ΑΣΑ στο χρονικό ορίζοντα ($i=4$ για 20-ετία, $i=5$ για 25-ετία).

Από πενταετία σε πενταετία μπορεί να έχουμε αλλαγές στις τιμές των w_i και P_i τις οποίες και πρέπει να προβλέψουμε. Η πενταετής βάση ανάλυσης προτιμάται της ετήσιας σε περιπτώσεις που οι ετήσιες διαφοροποιήσεις στις τιμές των w_i και P_i είναι εξαιρετικά δύσκολο να εκτιμηθούν. Αν τα δεδομένα μας δίνουν τιμές για ετήσιες αλλαγές σε w_i και P_i τότε η ανάλυση μπορεί και πρέπει να γίνει σε ετήσια βάση. Υπάρχουν διάφορα μαθηματικά μοντέλα για τις εκτιμήσεις της αύξησης του πληθυσμού (π.χ. το εκθετικό μοντέλο $P_k = P_0(1+r/100)^k$, όπου P_0 ο πληθυσμός βάσης, r η ανά περίοδο % αύξηση, k ο αριθμός των περιόδων και P_k ο πληθυσμός μετά από k περιόδους).

4.4 Σύνθεση Απορριμμάτων (Ποιοτική Ανάλυση)

Τα ΑΣΑ που απορρίπτονται χαρακτηρίζονται από πολύ μεγάλη ποικιλία όσον αφορά τη σύνθεση των υλικών από τα οποία αποτελούνται. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος που η δειγματοληψία στερεών απορριμμάτων χαρακτηρίζεται ως η πιο «δύσκολη» σε σχέση με τη δειγματοληψία εδαφών, αέρα ή νερού [10].

Εν τούτοις, παρά την ποικιλία, διαφαίνεται μια σχετική "ομοιότητα", από πόλη σε πόλη ή και από χώρα σε χώρα, ως προς τα είδη των συστατικών υλικών, συχνά δε και ως προς τα ποσοστά τους. Η «ομοιότητα» αυτή στη σύνθεση (ή σύσταση) εκφράζεται στατιστικώς και μπορεί να προβλεφθεί σε στατιστική βάση.

4.4.1 Στατιστικά στοιχεία

Στον πίνακα 4-5 παρουσιάζεται η σύνθεση των οικιακών στερεών αποβλήτων στη χώρα μας [9]. Επίσης, η υφιστάμενη κατάσταση όπως αυτή αποτυπώνεται στην εθνική νομοθεσία [7] δίνεται στον πίνακα 4-6. Συνήθως, οι μελέτες για εκτίμηση της σύνθεσης αφορούν τα οικιακά απόβλητα και τούτο διότι βασίζονται σε δειγματοληψίες που γίνονται στις γειτονιές (στους κάδους) πριν από τη συλλογή. Γι' αυτό, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην ανάγνωση και χρήση των στοιχείων αυτών και στην αποφυγή σύγχυσης μεταξύ «οικιακών» και «αστικών» αποβλήτων. Επισημαίνεται, επίσης, ότι με την εισαγωγή προγραμμάτων ανακύκλωσης, οι ποσότητες και η σύνθεση (αλλά και η θερμογόνο δύναμη) των παραγόμενων ΑΣΑ μπορεί να είναι διαφορετικές από εκείνες των συλλεγόμενων με το «παραδοσιακό» σύστημα συλλογής. Πρόσφατα στοιχεία από την περιοχή της Θεσσαλονίκης δείχνουν μικρότερα ποσοστά των ζυμώσιμων από αυτά του πίνακα 4-5, πλην όμως οι δειγματοληψίες έγιναν στο χώρο απόθεσης, μετά τη συμπίεση των ΑΣΑ στα Α/Φ (όπου η υγρασία και το βάρος των συστατικών μεταβάλλονται) και την εκκένωσή τους [11].

Οι τιμές του πίνακα 4-5 είναι μέσες τιμές που έχουν εκτιμηθεί σε διάρκεια μηνών ή ετών. Αντίστοιχα στοιχεία για άλλες χώρες δείχνονται στον πίνακα 4-7. Στους πίνακες 4-5 και 4-7 [2] παρατηρούμε την ύπαρξη υψηλότερων ποσοστών τροφικών υπολειμμάτων στους μικρούς οικισμούς, στα χωριά και στις φτωχές χώρες, έναντι των αντίστοιχων ποσοστών στις μεγαλύτερες πόλεις και στις πλουσιότερες χώρες. Μεταξύ των αιτίων που μπορούν να αναφερθούν για το φαινόμενο αυτό είναι και τα εξής: Στις φτωχότερες περιοχές είναι μικρότερη η κατανάλωση προκαθορισμένων και συσκευασμένων φρούτων και

λαχανικών (σε σχέση με προπαρασκευασμένες τροφές), υπάρχει μικρότερη χρήση περιοδικών και εφημερίδων, ενώ εν γένει υπάρχει δυσχέρεια αγοράς καταναλωτικών αγαθών. Επίσης, στις πλουσιότερες χώρες επεκτείνεται σταδιακά η χρήση συσκευών αλέσεως των τροφικών υπολειμμάτων τα οποία καταλήγουν, ως υγρά απόβλητα, στο σύστημα αποχέτευσης και όχι στον κάδο των οικιακών αποβλήτων. Υπενθυμίζεται ότι μεγάλο ποσοστό ενός συστατικού στα ΑΣΑ δεν σημαίνει και μεγάλη ποσότητα.

Η εκτίμηση των ποσοτήτων των διαφόρων συστατικών υλικών στα ΑΣΑ γίνεται με δειγματοληψίες και στατιστικές αναλύσεις. Σε συνήθεις απλές περιπτώσεις, οι δειγματοληψίες και ο διαχωρισμός των υλικών γίνεται χειρωνακτικά: Το δείγμα των ΑΣΑ αδειάζεται σε ένα πάγκο και τα συστατικά υλικά τοποθετούνται σε χωριστούς κάδους και ζυγίζονται. (Πρόσφατα, έχουν αναφερθεί στατιστικές αναλύσεις που στηρίζονται σε φωτογραφίες των δειγμάτων από τις οποίες εκτιμάται η σύνθεση). Η επιλογή των δειγμάτων και ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της όλης διαδικασίας απαιτεί «γνώση των αποβλήτων» και γνώση των μεθόδων της Στατιστικής.

Πίνακας 4-5. Σύνθεση των οικιακών στερεών αποβλήτων (μέσες τιμές) στην Ελλάδα

Συστατικά	Διακύμανση Μέσων Τιμών		Τυπική Τιμή	
	O.T.A.> 10000	O.T.A. < 10000	O.T.A.>10000	O.T.A.< 10000
<u>Οργανικά Υλικά</u>				
Τροφικά Υπολείμματα	35-60	50-75	46	62
Χαρτί Χαρτόνι	15-25	12-20	20	16
Πλαστικά	7-15	3-10	8,5	7
Υφάσματα Λάστιχα Δέρματα Ξύλα	4-8	2-6	5	3
Απορρίμματα Κήπων	-	-	1,8	1
<u>Ανόργανα Υλικά</u>				
Γυαλί	2,5 -16,0	2 - 12	4,5	2,5
Κουτιά Αλουμινίου, Μέταλλα	2,8-10,0	2 -5	5	3,5
Άλλα Αδρανή (Χώμα, Τέφρα, κ.ά.)	2-12	2-20	3	1
Υπόλοιπα		6,5	4	

Πηγή: [9]

Πίνακας 4-6. Μέση ποιοτική σύσταση παραγόμενων αστικών αποβλήτων, 1997

Κλάσμα	Ποσοστό %
Ζυμώσιμα	47
Χαρτί	20
Πλαστικά	8,5
Μέταλλα	4,5
Γυαλί	4,5
Υπόλοιπα	15,5

Πηγή: [7]

Πίνακας 4-7. Σύνθεση (% κατά βάρος) οικιακών στερεών αποβλήτων σε διάφορες χώρες (μη συμπεριλαμβανομένων των ανακυκλωθέντων υλικών)

Συστατικά Υλικά στα Οικιακά Σ.Α.	Χώρες Χαμηλού Εισοδήματος	Χώρες Μεσαίου Εισοδήματος	Χώρες Υψηλού Εισοδήματος
<u>Οργανικά Συστατικά</u>			
Τροφικά Υπολείμματα	40-85	20-65	6-30
Χαρτί - Χαρτόνι	1-10	8-30	20-45
Πλαστικά	1-5	2-6	2-8
Υφάσματα	1-5	2-10	2-6
Λάστιχα - Δέρματα	1-5	1-4	0-2
Απορρίμματα Κήπων	1-5	1-10	10-20
Ξύλα	1-5	1-10	1-4
<u>Ανόργανα Συστατικά</u>			
Γυαλί	1-10	1-10	4-12
Κουτιά Κασσιτέρου Αλουμίνιο	1-5	1-5	2-8
Άλλα Μέταλλα			0-1
			1-4
Αδρανή (χώμα, τέφρα, κλπ)	1-40	1-30	0-10

Πηγή:[2]

Όπως ήδη αναφέρθηκε, αναπτύσσονται πιέσεις για μείωση των ΑΣΑ, που σημαίνει μελλοντικές τροποποιήσεις στη σύνθεση. Οι προβλέψεις δεν είναι εύκολες. Γενικά, μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι, αντιγράφοντας τα καταναλωτικά ήθη των «αναπτυγμένων» χωρών, οι αναπτυσσόμενες χώρες θα παρουσιάζουν, στα επόμενα χρόνια, αύξηση του ποσοστού χαρτιού και μείωση του ποσοστού ζυμώσιμων.

4.4.2 Φυσικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ

Προκειμένου να διερευνηθούν και να αξιολογηθούν οι δυνατότητες εναλλακτικών μορφών επεξεργασίας και διάθεσης των ΑΣΑ, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε ορισμένα φυσικά χαρακτηριστικά τους, όπως: Πυκνότητα (ή ειδικό βάρος), υγρασία, μέγεθος τεμαχίων, υδροαπορροφητικότητα και υδραυλική αγωγιμότητα.

Πυκνότητα και Ειδικό Βάρος

Ως πυκνότητα ενός υλικού ορίζεται η μάζα του υλικού ανά μονάδα όγκου. Ως ειδικό βάρος, ρ , του υλικού ορίζεται το βάρος του υλικού ανά μονάδα όγκου. Συχνά γίνεται αναφορά στην πυκνότητα με μονάδες ειδικού βάρους (π.χ. τόνοι ανά κυβικό μέτρο). Οι τιμές του ειδικού βάρους είναι απαραίτητες για τις αντιστοιχίες βάρους και όγκου. Οι μετρήσεις βάρους είναι πιο εύκολες από τις μετρήσεις όγκου.

Το ειδικό βάρος (ΕΒ) ρ των ΑΣΑ διαφοροποιείται ανάλογα με τη φάση στη διαδικασία διαχείρισης. Όταν είναι ασύμφορος η άμεση εκτίμηση, στο πεδίο, των πραγματικών τιμών, ο μελετητής στηρίζεται στη βιβλιογραφία. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4-8) δίνονται διακυμάνσεις τιμών του ρ . Ο μελετητής θα πρέπει, λαμβάνοντας υπόψη του και άλλους παράγοντες, να επιλέξει, για κάθε περίπτωση, μια συγκεκριμένη τιμή. Υπογραμμίζεται και πάλι ότι στη βιβλιογραφία παρατηρούνται έντονες διαφοροποιήσεις. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι τα στοιχεία προκύπτουν από διαφορετικές έρευνες πεδίου, σε διαφορετικού είδους ΑΣΑ, από διαφορετικούς αναλυτές, και με διαφορετικές διαδικασίες δειγματοληψίας και ανάλυσης. Είναι και αυτό μία ένδειξη του πόσο νέα είναι η επιστημονική αυτή περιοχή της διαχείρισης ΑΣΑ.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, καθώς τα ΑΣΑ "διατρέχουν" τις διαδοχικές φάσεις της διαχείρισής τους, μεταβάλλεται και η πυκνότητά τους. Αν ορίσουμε:

- ρ_χ το ΕΒ όταν τα ΑΣΑ βρίσκονται σε χαλαρή κατάσταση,
- ρ_μ το ΕΒ κατά τη μεταφορά,
- ρ_τ το τελικό ΕΒ των ΑΣΑ στο ΧΥΤΑ, μετά τη συμπίεση, και
- r το βαθμό συμπίεσης των ΑΣΑ,

τότε με πλαίσιο αναφοράς την πυκνότητα στους κάδους, μπορούμε να αναφερόμαστε είτε στο συνολικό βαθμό συμπίεσης $r = \rho_t / \rho_\chi$, ή στο βαθμό συμπίεσης στα απορριμματοφόρα (Α/Φ) που είναι $r_{ΑΦ} = \rho_\mu / \rho_\chi$. Οι τιμές του r κυμαίνονται περίπου από 2 έως 8 [9].

Πίνακας 4-8. Ειδικό βάρος αστικών στερεών αποβλήτων

Κατάσταση ΑΣΑ	Ειδικό βάρος, ρ (kg/m ³)	
	Διακύμανση Τιμών	Τυπική Τιμή
Οικιακά		
▪ Σε χαλαρή κατάσταση, χωρίς επεξεργασία	60 - 200	130
▪ Μέσα στο Απορριμματοφόρο (Α/Φ), συμπίεσμένα	180-450	300
▪ Μετά την Εκκένωση τους από το Α/Φ, όπου είχαν συμπεσθεί	120-250	180
Εμπορικά / Βιομηχανικά	175-350	250
Αστικά Στερεά Απόβλητα (οικιακά, εμπορικά, κτλ)		
▪ 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
Κατασκευών / Κατεδαφίσεων (αδρανή)	1000-1800	1500

Πηγές: [12], [2], [6]

Όταν τα ΑΣΑ της υπό εξέταση περίπτωσης έχουν διαφορετική σύνθεση από αυτήν που αντιστοιχεί στα βιβλιογραφικά δεδομένα, ή όταν ο μελετητής επιθυμεί να εκτιμήσει την πυκνότητα με μεγαλύτερη ακρίβεια από αυτήν που του επιτρέπει ο παραπάνω πίνακας (Πίνακας 4-8), τότε μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι τιμές ΕΒ του κάθε συστατικού υλικού των ΑΣΑ, οι οποίες δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4-9).

Υγρασία, Υδροαπορροφητικότητα και Υδραυλική Αγωγιμότητα

Υγρασία. Η υγρασία είναι ένα χαρακτηριστικό κατ' εξοχή καθοριστικό για την καταλληλότητα των ΑΣΑ για καύση και παραγωγή ατμού ή/και ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς το νερό πρέπει να εξατμιστεί πριν προχωρήσει η θερμική επεξεργασία. Είναι επίσης σημαντικό χαρακτηριστικό για την κομποστοποίηση και για τη συμπεριφορά των ΑΣΑ στις αναερόβιες συνθήκες ενός ΧΥΤΑ.

Για να μετρήσουμε την υγρασία των ΑΣΑ, παίρνουμε ένα δείγμα και μετράμε το «υγρό βάρος» του (S_w), τοποθετούμε το δείγμα σε κλίβανο με θερμοκρασία 105°C μέχρι σταθερού βάρους και κατόπιν μετράμε το ξηρό βάρος του (S_d). Το % υγρασίας, Y , ορίζεται είτε ως

$$Y_w = [(S_w - S_d) / S_w] \times 100 \quad (1)$$

είτε ως

$$Y_d = [(S_w - S_d) / S_d] \times 100 \quad (2)$$

Πίνακας 4-9. Ειδικό βάρος συστατικών υλικών των ΑΣΑ (όπως αυτά απορρίπτονται)

Συστατικό Υλικό	Ειδικό Βάρος "στον κάδο" (Kg/m ³)		"Μέγιστος" Βαθμός Συμπίεσης
	Διακύμανση Τιμών	Τυπική Τιμή	
<u>Οργανικά</u>			
Τροφικά	130-490	250	3
Χαρτί	35-140	90	6.5
Χαρτόνι	40- 80	50	6.5
Πλαστικά	40-130	60	10
Υφάσματα	35-100	60	7
Λάστιχα	80-200	130	3.5
Δέρματα	100 -260	150	3.5
Άλλα Οργανικά	100-350	150	3
<u>Ανόργανα</u>			
Γυαλί	150-500	200	2.5
Μη σιδηρούχα	50-240	160	6.7
Σιδηρούχα	150-1200	350	3.3
Άλλα Αδρανή (τέφρα, χώμα κτλ.)	320-960	480	1.3

Πηγές: [2], [12]

Δηλαδή, είτε ως % επί του «υγρού» βάρους (το συνηθέστερο, δεδομένου ότι η κατάσταση εκκίνησης είναι η κατάσταση των ΑΣΑ στον κάδο, με την υγρασία τους), ή ως % επί του "ξηρού" βάρους.

Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 4-10) δίνονται ενδεικτικές τιμές υγρασίας των διαφόρων συστατικών υλικών των ΑΣΑ. Γνωρίζοντας την υγρασία του κάθε συστατικού υλικού και τη ποσοστιαία σύνθεση των ΑΣΑ, μπορούμε να εκτιμήσουμε τη συνολική υγρασία των ΑΣΑ. Η υγρασία επηρεάζεται από (και ποικίλει ανάλογα με) την εποχή του έτους, τη σύνθεση των ΑΣΑ, τις καιρικές

συνθήκες (π.χ. υγρασία ατμόσφαιρας), κ.τ.λ. Σημειώνεται ότι οι τιμές του συγκεκριμένου πίνακα (Πίνακας 4-10) προέρχονται κατά βάση από στοιχεία των ΗΠΑ. Οι τιμές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τα ΑΣΑ της χώρας μας, αλλά μόνον για το κάθε συστατικό χωριστά. Στη χώρα μας, αν και τα στοιχεία είναι σποραδικά, έχουν παρατηρηθεί μεγαλύτερες τιμές υγρασίας, μέχρι και 50 % "υγρού" βάρους.

Πίνακας 4-10. Ποσοστά υγρασίας στα ΑΣΑ

Συστατικό Υλικό	Ποσοστό Υγρασίας (% «υγρού» βάρους)	
	Διακύμανση Τιμών	Τυπική Τιμή
<u>Οργανικά</u>		
Τροφικά Υπολείμματα	50 -80	70
Χαρτί	4 -10	6
Χαρτόνι	4 -8	5
Πλαστικά	1 -4	2
Υφάσματα	6 -12	10
Λάστιχα	1 -4	2
Δέρματα	8 -12	10
<u>Ανόργανα</u>		
Γυαλί	1 -4	2
Μη σιδηρούχα Μέταλλα	2 -4	2.5
Σιδηρούχα Μέταλλα	2 -6	3
Αδρανή (τέφρα, χώμα κτλ.)	6 -12	7
Απορρίμματα Κήπων	30 -80	60
<u>Αστικά Στερεά Απόβλητα</u>		
σε Α/Φ	15 - 40 (τιμές ΗΠΑ)	20 (τιμές ΗΠΑ)
σε ΧΥΤΑ	15 - 40 (τιμές ΗΠΑ)	25 (τιμές ΗΠΑ)
<u>Εμπορικά Απορρίμματα</u>		
	10-80	20

Πηγή: [2]

Στην Ελλάδα έχουν παρατηρηθεί τιμές μέχρι και 50%. Ως τυπική μπορεί να ληφθεί η τιμή 37.5%

Υδροαπορροφητικότητα: Η υδροαπορροφητικότητα (field capacity) των ΑΣΑ (που αναφέρεται επίσης ως υδατοϊκανότητα και υδροχωρητικότητα) ορίζεται ως η μέγιστη υγρασία (% επί του ξηρού βάρους) που μπορεί να συγκρατηθεί απ' αυτά σε κανονικές συνθήκες πεδίου βαρύτητας (δηλαδή, υπό την επήρεια μόνο της βαρύτητας). Από το φυσικό αυτό χαρακτηριστικό εξαρτάται η δημιουργία στραγγισμάτων (ή διασταλλαγμάτων) στο χώρο υγειονομικής ταφής αποβλήτων (ΧΥΤΑ), καθώς διασταλλάγματα δημιουργούνται μόνον εφόσον η υγρασία υπερβεί την υδροαπορροφητικότητα.

Η έννοια μιας συγκεκριμένης τιμής $A \%$ για την υδροαπορροφητικότητα είναι ότι, εφόσον το $\%$ περιεχόμενο υγρασίας των ΑΣΑ (επί του ξηρού βάρους) δεν υπερβεί το $A \%$, δεν θα υπάρξει στράγγισμα (δηλαδή, ροή υγρού) λόγω βαρύτητας.

Η υδροαπορροφητικότητα εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, κύριοι μεταξύ των οποίων είναι:

- η σύνθεση των ΑΣΑ,
- ο βαθμός συμπίεσης και
- η έκταση ή ο βαθμός στον οποίο έχει προχωρήσει η βιοαποικοδόμηση των οργανικών συστατικών.

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφορες τιμές για την υδροαπορροφητικότητα των ΑΣΑ στις διάφορες φάσεις της διαχείρισής τους. Για τα μη συμπιεσμένα ΑΣΑ αναφέρονται τιμές από 50 έως 60 % [2], όταν για τα συνήθη εδάφη οι τιμές κυμαίνονται από 5 έως 35 % [9].

Υδραυλική Αγωγιμότητα. Η υδραυλική αγωγιμότητα ενός υλικού (π.χ. του εδάφους ή των αποβλήτων) είναι ένα μέτρο της ταχύτητας με την οποία το νερό διαπερνάει το υλικό. Για κάθε συγκεκριμένο υλικό, η υδραυλική αγωγιμότητα μετριέται στο εργαστήριο κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πιεζομετρικού ύψους. Οι μονάδες μέτρησης είναι μήκος ανά μονάδα χρόνου (δηλαδή, μονάδες ταχύτητας).

Η υδραυλική αγωγιμότητα K των ΑΣΑ σχετίζεται με τη διαπερατότητα των ΑΣΑ ως εξής:

$$K = k \times \rho \times g / \mu \quad (3)$$

όπου,

K = το μέτρο της υδραυλικής αγωγιμότητας (m/sec)

k = ειδική διαπερατότητα ή απλώς διαπερατότητα του υλικού (m^2)

ρ = πυκνότητα του νερού (kg/m^3)

g = επιτάχυνση της βαρύτητας (m/sec^2)

μ = δυναμικό ιξώδες του νερού ($kg / [m \cdot sec]$).

Η ειδική διαπερατότητα k εξαρτάται από χαρακτηριστικά του υλικού όπως το πορώδες, την κοκκομετρία, την πολυπλοκότητα των πόρων των ΑΣΑ, την

ειδική επιφάνεια, κ.τ.λ. Για ΑΣΑ συμπιεσμένα στο ΧΥΤΑ, οι τιμές του k κυμαίνονται από 10^{-12} έως 10^{-11} m^2 στην κάθετη κατεύθυνση και είναι περίπου 10^{-10} m^2 στην οριζόντια κατεύθυνση [2].

Μέγεθος και Κατανομή Μεγέθους Τεμαχίων

Η αποτελεσματικότητα των επεξεργασιών εκείνων που σχετίζονται με την καύση, τη συμπίεση, την κομποστοποίηση, κυρίως όμως με τη μηχανική διαλογή και την ανάκτηση υλικών επηρεάζεται, εκτός άλλων παραγόντων, και από την κοκκομετρία των ΑΣΑ (μέγεθος των τεμαχίων των ΑΣΑ).

Για το μέγεθος ενός τεμαχίου χρησιμοποιούνται διάφορα μέτρα, όπως: Το μήκος L (μεγαλύτερη διάσταση) του τεμαχίου, η μέση τιμή μήκους L και πλάτους W του τεμαχίου ($[L+W]/2$), η τιμή της έκφρασης $(L*W)^{1/2}$, κ.τ.λ.

Το μέγεθος των τεμαχίων και η κατανομή τους μπορούν επίσης να προσδιορίζονται από τη δυνατότητα των τεμαχίων να περάσουν από κόσκινα με συγκεκριμένων διαστάσεων ανοίγματα. Από σποραδικά στοιχεία που έχουν συλλεχθεί, υποδεικνύεται με επιφύλαξη η παρακάτω (Πίνακας 4-11) κατανομή και ταξινόμηση ανά μέγεθος υλικών για τα ΑΣΑ στη χώρα μας.

Πίνακας 4-11. Κατανομή και ταξινόμηση υλικών των ΑΣΑ [6].

Κατηγορία	Διακύμανση Μεγέθους	Διακύμανση Ποσοστού (%)
I	0- 40 mm	12-35
II	40-120 mm	35-43
III	> 120 mm	30-40

4.4.3 Χημικά Χαρακτηριστικά των ΑΣΑ

Όπως οι φυσικές, έτσι και οι χημικές ιδιότητες των ΑΣΑ και τα χημικά χαρακτηριστικά τους έχουν σημασία για την ανάλυση και αξιολόγηση εναλλακτικών μορφών επεξεργασίας. Π.χ. η καύση και η κομποστοποίηση εξαρτώνται από τις χημικές ιδιότητες και τη χημική σύνθεση των ΑΣΑ.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι να διατυπωθούν τα χημικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ, όπως π.χ. η αναγνώριση διαφόρων γενικών ομάδων χημικών ενώσεων

και η εκτίμηση των ποσοστών τους στη σύνθεση των ΑΣΑ, η στοιχειακή ανάλυση, η ανάλυση που αφορά στα χαρακτηριστικά που καθορίζουν την καταλληλότητα των ΑΣΑ ως καύσιμο (proximate analysis) και η εκτίμηση της θερμογόνου δύναμης ή του ενεργειακού περιεχομένου (energy content) των ΑΣΑ.

Ομαδοποίηση Χημικών Ενώσεων. Οι κύριες ομάδες που συνήθως αναφέρονται είναι οι εξής [13]:

- Λιπίδια (λίπη, έλαια, κλπ), με χαμηλή διαλυτότητα στο νερό και υψηλή θερμογόνο δύναμη (γύρω στα 40.000 kJ/kg)
- Υδατάνθρακες (σάκχαρα, άμυλο, κλπ), με μεγάλη διαλυτότητα στο νερό και υψηλό ρυθμό βιοαποδόμησης
- Φυσικές και Τεχνητές Ίνες (crude fibers), όπως τα υφάσματα και τα δέρματα
- Πρωτεΐνες
- Συνθετικά Οργανικά Υλικά, που είναι κατά βάση τα πλαστικά, τα οποία βιοαποδομούνται δύσκολα και έχουν υψηλή θερμογόνο δύναμη (γύρω στα 53.000 kJ/kg)
- Ανόργανα Υλικά, όπως γυαλιά, μέταλλα, κεραμικά, χώμα, και τέφρα.

Ανάλυση Καταλληλότητας για Καύση (Proximate Analysis).

Αναφέρεται στον προσδιορισμό τεσσάρων χαρακτηριστικών που είναι καθοριστικά για την καταλληλότητα των ΑΣΑ ως καύσιμο [2]:

- Υγρασία: Έχει ήδη επεξηγηθεί σε προηγούμενη παράγραφο. Προσθέτει βάρος στα ΑΣΑ αλλά μειώνει τη θερμογόνο δύναμη.
- Τέφρα: Είναι το υπόλειμμα της καύσης (στους 575 °C) ή τα υλικά στα ΑΣΑ που δεν καίγονται. Όπως και η υγρασία, προσθέτει βάρος στα ΑΣΑ αλλά μειώνει τη θερμογόνο δύναμη.

- Πτητική Καύσιμη Ύλη (volatile matter): Είναι το % κατά βάρος των ΑΣΑ που μετατρέπεται σε αέρια όταν η θερμοκρασία αυξηθεί μέχρι τους 950 °C.
- Μη Πτητικός Άνθρακας (fixed carbon): Είναι η μη πτητική οργανική ύλη (άνθρακας) που απομένει μέσα στον κλίβανο μετά την καύση (στους 950°C). Είναι και αυτή καύσιμη ύλη, αλλά σε πολύ μεγαλύτερες θερμοκρασίες (π.χ. σε 1200 °C).

Ενδεικτικές τιμές των παραπάνω χαρακτηριστικών δείχνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4-12).

Πίνακας 4-12. Ανάλυση καταλληλότητας ΑΣΑ για Καύση (όπως απορρίπτονται)

Χαρακτηριστικό	Διακύμανση Τιμών % "ξηρού" βάρους	Τυπική Τιμή % "ξηρού"
Υγρασία	10-65	37,5
Πτητικά	30-60	50,0
Μη Πτητικός Άνθρακας	5-15	8,0
Τέφρα	10-30	20,0

Πηγές: [2], [13]

Στοιχειακή Ανάλυση. Με τον όρο αυτό εννοούμε τον προσδιορισμό του ποσοστού καθενός από τα χημικά στοιχεία που υπάρχουν σε μια ουσία - εν προκειμένω, στα συστατικά των ΑΣΑ. Τα πέντε κύρια στοιχεία που αφορούν 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 αυτά, 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 (Πίνακας 4-13) δείχνονται ενδεικτικές τιμές των ποσοστών των χημικών στοιχείων στα συστατικά υλικά των ΑΣΑ.

Ο άνθρακας, το οξυγόνο και το υδρογόνο περιέχονται με το μεγαλύτερο ποσοστό σε όλα τα συστατικά. Η τέφρα (τελευταία στήλη, Πίνακας 4-13) περιέχει τα υπολείμματα της καύσης. Το ποσοστό της τέφρας είναι ελάχιστο για τα οργανικά υλικά, σχεδόν μηδενικό, και πολύ μεγάλο για τα ανόργανα υλικά. Αν τα ανόργανα υλικά αποσυρθούν από τα ΑΣΑ πριν από την καύση,

τότε το ποσοστό της τέφρας περιορίζεται περίπου στο 10 % της ποσότητας που θα προέκυπτε χωρίς την απόσυρση.

Για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης (σε ξηρή βάση) ενός τύπου ΑΣΑ, π.χ. της τυπικής σύνθεσης του πίνακα 4-5 για μεγάλους ΟΤΑ, ακολουθούμε την κάτωθι διαδικασία:

1. Θεωρούμε δείγμα 100 kg
2. Για κάθε συστατικό των ΑΣΑ, υπολογίζουμε το αντίστοιχο βάρος, με βάση τα ποσοστά του πίνακα 4-5
3. Για κάθε συστατικό των ΑΣΑ, υπολογίζουμε το ξηρό βάρος (αφαιρείται δηλαδή το % υγρασίας, χρησιμοποιώντας τις τιμές του πίνακα 4-10.
4. Με βάση τα ποσοστά (Πίνακας 4-13), και για κάθε συστατικό των ΑΣΑ, υπολογίζουμε το επί μέρους βάρος κάθε χημικού στοιχείου στο συνολικό βάρος
5. Η συνολική ποσότητα ενός χημικού στοιχείου στο δείγμα των ΑΣΑ, είναι το άθροισμα των ποσοτήτων του στοιχείου αυτού σε όλα τα συστατικά των ΑΣΑ.

Πίνακας 4-13. Στοιχειακή ανάλυση των συστατικών των ΑΣΑ

	Ποσοστό Χημικού Στοιχείου (κατά "ξηρό" βάρος)					
	C	H	O	N	S	Τέφρα
<u>Οργανικά Υλικά</u>						
Τροφικά	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
<u>Ανόργανα Υλικά</u>						
Γυαλί	0.5	0.1	0.4	<0.1	-	98.9
Μέταλλα	4.5	0.6	4.3	<0.1	-	90.5
Άλλα Αδρανή (τέφρα, χώμα, κτλ.)	26.3	3.0	2.0	0.5	0.2	68.0

Πηγές: [2]

Θερμογόνος Δύναμη. Η θερμογόνος δύναμη του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ είναι η θερμότητα (θερμική ενέργεια) που εκλύεται όταν αυτό καίγεται πλήρως. Ένα ποσοστό της μάζας του υλικού παραμένει ως αδρανές υπόλειμμα (τέφρα).

Η ανώτερη θερμογόνος δύναμη (Α.Θ.Δ.) ορίζεται σαν το ποσό της θερμότητας που παράγεται μέσω πλήρους καύσης σε θερμιδόμετρο (bomb calorimeter) μιας ποσότητας δείγματος σε ατμόσφαιρα οξυγόνου υποθέτοντας ότι τόσο το νερό που περιέχονταν στο δείγμα όσο και αυτό που παράχθηκε από το υδρογόνο παραμένει σε υγρή μορφή [14].

Αν θεωρήσουμε ότι το νερό των προϊόντων παραμένει σε μορφή ατμών υπολογίζεται η κατώτερη θερμογόνος δύναμη (Κ.Θ.Δ.).

Ενδεικτικές τιμές της θερμογόνου δύναμης συστατικών των ΑΣΑ δίνονται σε επόμενο πίνακα (Πίνακας 4-14). Οι τιμές αναφέρονται σε ΑΣΑ «στον κάδο», όπως απορρίπτονται, σε «υγρή» κατάσταση.

Πίνακας 4-14. Χαρακτηριστικά θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ: Αδρανή υπολείμματα και θερμογόνος δύναμη («Υγρά» ΑΣΑ, «στον κάδο»)^α

Συστατικό ΑΣΑ	Αδρανή Υπολείμματα (%)		Θερμογόνος Δύναμη (kJ/ kg)	
	Διακύμανση	Τυπική Τιμή	Διακύμανση	Τυπική Τιμή
<u>Οργανικά Υλικά</u>				
Τροφικά	1-7	6 ^β	3000-6000	5000
Χαρτί	3-8	6	12000-19000	17000
Χαρτόνι	3-8	6	12000-19000	17000
Πλαστικά	5-20	10	30000-37000	33000
Υφάσματα	2-4	2.5	15000-19000	17000
Λάστιχα	5-20	10	20000-28000	23000
Δέρματα	8-20	10	15000-20000	17000
Απορρίμματα	2-6	4.5	2000-19000	7000
Ξύλα	0.5-2	1.5	17000-20000	19000
<u>Ανόργανα Υλικά</u>				
Γυαλιά	96-99	98	100-250	150
Μη Σιδηρούχα	90-99	96	-	-
Άλλα Μέταλλα	95-99	98	250-1200	700
Άλλα Αδρανή	60-80	70	2000-11600	7000

α. Πηγές: [2]

β. Οι τιμές του υπολείμματος διαφοροποιούνται από αυτές του Πίνακας 4-13 διότι αναφέρονται σε «υγρό» βάρος.

Οι μετρήσεις για τη θερμογόνο δύναμη των ΑΣΑ στη χώρα μας είναι περιορισμένες και οι τιμές που αναφέρονται δεν είναι πάντα αξιόπιστες. Έχουν αναφερθεί τιμές που κυμαίνονται από 1.000 έως 2.500 kcal/ kg, ή περίπου από 4.200 μέχρι 10.000 kJ/kg. (Η θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου ντήζελ είναι 10.000-11.000 kcal/ kg).

Σημειώνεται ότι τα στοιχεία (Πίνακας 4-12, Πίνακας 4-13 και Πίνακας 4-14) έχουν προκύψει κυρίως από αναλύσεις στη Β. Αμερική. Τα σχετικά στοιχεία για τη χώρα μας είναι περιορισμένα και δεν μπορεί να διαμορφωθεί στατιστικά αξιόπιστη «τυπική» εικόνα [9].

Προσδιορισμός βαρέων μετάλλων. Ο προσδιορισμός των βαρέων μετάλλων γίνεται με τις παρακάτω μεθόδους φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης [10].

- **ICP-AES.** Ικανή για τον προσδιορισμό υψηλών επιπέδων ή ιχνών των παρακάτω στοιχείων: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, Tl, V και Zn.
- **FAAS.** Για τον προσδιορισμό υψηλών επιπέδων ή ιχνών των παρακάτω στοιχείων: Ag, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, V και Zn.
- **ET-AAS.** Για τον προσδιορισμό ιχνοσυγκεντρώσεων των παρακάτω στοιχείων: Ag, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Tl. Σε σύγκριση με άλλες μεθόδους η ET-AAS δείχνει ανοχή στις υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων.
- **HG-AAS.** Για τον προσδιορισμό ιχνοσυγκεντρώσεων των παρακάτω στοιχείων: As, Ge, Sb, Se, Sn.
- **CV-AAS.** Για τον προσδιορισμό του Hg.
- **ICP-MS.** Χρησιμοποιείται για την πλειοψηφία των μετάλλων εφόσον το διάλυμα περιέχει λιγότερο από 0,5% διαλυμένα άλατα. Βέβαια η μεγάλη ευαισθησία της

μεθόδου επιτρέπει την αραίωση του δείγματος ώστε να ξεπεραστεί ο περιορισμός αυτός.

Ο προσδιορισμός όμως των βαρέων μετάλλων μέσω των παραπάνω μεθόδων απαιτεί τη μεταφορά των μετάλλων από τη στερεή φάση (στερεά απορρίμματα) στην υγρή (υγρό διάλυμα). Μέθοδοι διαλυτοποίησης ή χώνευσης (digestion) των στερεών δειγμάτων των απορριμμάτων έχουν παρουσιασθεί στη βιβλιογραφία [15] και γενικά περιλαμβάνουν μεθόδους υγρής χώνευσης με τη χρήση διάφορων συνδυασμών οξέων όπως, $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ [16, 17], $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ [18, 19], $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4 + \text{HF}$ [18], $\text{HNO}_3 + \text{HCl} + \text{HF}$ [20, 21], $\text{HNO}_3 + \text{HF}$ [22]. Επίσης τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται η μέθοδος με συστήματα microwave [23, 24].

Οι παραπάνω μέθοδοι διαφέρουν μόνο ως προς την επιλογή του αντιδραστηρίου.

Οι εφαρμογές της AAS περιλαμβάνουν:

- Βιολογικά, ιατρικά και κλινικά δείγματα (αίμα και άλλα σωματικά υγρά, ιστός, μαλλιά, δόντια, νύχια)
- Περιβαλλοντικά δείγματα (νερά, στερεά, ιζήματα)
- Μεταλλοβιομηχανίες
- Φαρμακοβιομηχανία
- Βιομηχανία τροφών
- Αέρας
- Βιομηχανική υγιεινή
- Μελέτες ρύπανσης

Οι συνηθέστερες πηγές των κυριότερων βαρέων μετάλλων (Pb, Cd, Hg) στα ΑΣΑ είναι [25]:

- **Pb:** Πλαστικά, είδη αλιείας, οθόνες CRT, κεραμικά, κολλήσεις κ.α.
- **Cd:** Λόγω περιορισμού της χρήσης Cd συναντάται κυρίως σε απορριπτόμενες ποσότητες μπαταριών NiCd, επίσης εμφανίζεται σε πιγμέντα και σταθεροποιητές σε πλαστικά που κατασκευάζονταν μέχρι 1-2 δεκαετίες πριν και άλλα αγαθά όπως τα πλαίσια PVC των παραθύρων.

- **Hg:** Σημαντικές πηγές Hg αποτελούν οδοντιατρικά αμαλγάματα, συσκευές όπως θερμόμετρα, μπαταρίες, λυχνίες τηλεόρασης και λάμπες.

Οι τιμές βαρέων μετάλλων στα ΑΣΑ που εμφανίζονται στη βιβλιογραφία δείχνουν ένα σχετικά μεγάλο εύρος που μπορεί να δικαιολογηθεί από διαφοροποιήσεις σε τοπικές συνήθειες και χαρακτηριστικά παραγωγής και κατανάλωσης. Για παράδειγμα στον πίνακα (Πίνακας 4-1) φαίνονται κάποιες χαρακτηριστικές τιμές βαρέων μετάλλων (Pb, Cd, Hg) σε ΑΣΑ στην Ελλάδα και το εξωτερικό [26, 27].

Πίνακας 4-15. Τιμές βαρέων μετάλλων σε ΑΣΑ σε Ελλάδα και εξωτερικό.

	Χανιά 1991		Καλαμάτα 1992		Ηνωμένο Βασίλειο 1994
	<i>Z (Ξ)</i>	<i>K (Ξ)</i>	<i>Z (Ξ)</i>	<i>K (Ξ)</i>	<i>Ολικές τιμές</i>
Pb, ppm	21,4	16,8	19,2	14,6	33 - 247
Cd, ppm	0,6	1,5	0,6	1,2	0,4 - 1,9
Hg, ppm	-	-	-	-	0,02 - 0,12

Ξ: ξηρό κλάσμα, Z: ανάλυση με προσανατολισμό τη βιοσταθερότητα, K: ανάλυση με προσανατολισμό την καύση

4.4.4 Βιολογικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ

Υπάρχουν ορισμένα χαρακτηριστικά ή ιδιότητες των ΑΣΑ, αναφερόμενα ως βιολογικά, τα οποία επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα εκείνων των μορφών επεξεργασίας οι οποίες συνεπάγονται βιοαποικοδόμηση (ή βιοδιάσπαση ή βιοσταθεροποίηση) της οργανικής ύλης των ΑΣΑ. Τα χαρακτηριστικά αυτά αναφέρονται στη βιοαποδομησιμότητα, στις παραγόμενες οσμές, και στην ανάπτυξη εντόμων [2].

Βιοαποδομησιμότητα: Στους πίνακες 4-5 και 4-7, τα ΑΣΑ διαχωρίζονται σε οργανικά και ανόργανα συστατικά (σε οργανικό και ανόργανο κλάσμα). Το βασικότερο βιολογικό χαρακτηριστικό των ΑΣΑ είναι ότι το οργανικό κλάσμα τους είναι βιοαποδομήσιμο. Αυτό σημαίνει ότι το κλάσμα αυτό μπορεί να μετατραπεί με βιολογικές διεργασίες (κυρίως δια μέσου μικροβιακών διεργασιών) σε αέρια και σε σχετικώς αδρανή οργανικά και ανόργανα στερεά. Η βιολογική αυτή διαδικασία μπορεί να λάβει χώρα:

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

Τα διάφορα οργανικά υλικά βιοαποδομούνται με διαφορετικό ρυθμό (έχουν διαφορετικό δείκτη βιοαποδομησιμότητας), ο οποίος μπορεί να εκτιμηθεί εμπειρικά. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το βιοαποδομήσιμο κλάσμα των τροφικών υπολειμμάτων είναι διπλάσιο του βιοαποδομήσιμου κλάσματος του χαρτονιού και τετραπλάσιο του χαρτιού εφημερίδας. Γενικά, τα οργανικά συστατικά των ΑΣΑ διαχωρίζονται σε βραδέως και ταχέως βιοαποδομήσιμα. Ορισμένα οργανικά, όπως πλαστικά, ελαστικά και δέρματα, βιοαποδομούνται με τόσο βραδύ ρυθμό ώστε σε πρακτικό επίπεδο να χαρακτηρίζονται ως μη βιοαποδομήσιμα.

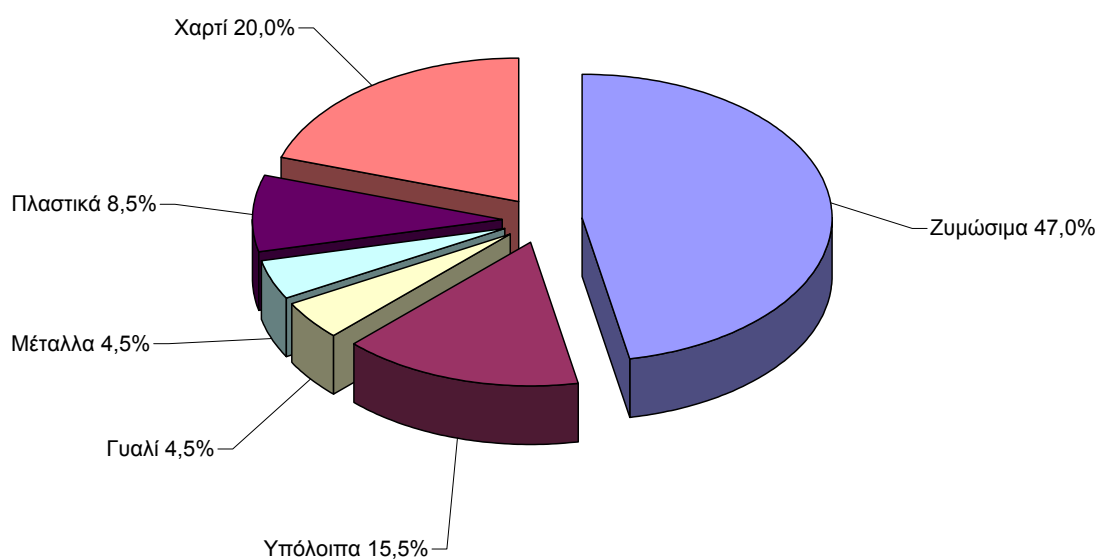
Παραγωγή Οσμών: Η παραγωγή οσμών είναι αποτέλεσμα αναερόβιων διεργασιών στους χώρους συσσώρευσης των ΑΣΑ (κάδους, σταθμούς μεταφόρτωσης, χώρους εδαφικής διάθεσης, κ.τ.λ.) και βεβαίως ευνοείται σε ψηλές θερμοκρασίες. Σε τέτοιο περιβάλλον ευνοείται ο σχηματισμός υδρόθειου και μερκαπτανών από οργανικές ουσίες που περιέχουν θείο [28].

Ανάπτυξη Εντόμων: Η κοινή μύγα αναπτύσσεται σε 9 με 11 μέρες από τη στιγμή παραγωγής των αυγών, γεγονός που υποδεικνύει όρια στο χρόνο μεταξύ αποκομιδής των ΑΣΑ.

Η υφιστάμενη μέση ποιοτική σύσταση των παραγόμενων οικιακών αποβλήτων δίνεται στη συνέχεια (Διάγραμμα 4-2), όπως προκύπτει από στοιχεία που έχουν συλλεχθεί για το 30% του πληθυσμού της χώρας καλύπτοντας αστικές, αγροτικές καθώς και τουριστικές περιοχές σε συνδυασμό με εκτιμήσεις για τον υπόλοιπο πληθυσμό. Στα συνολικά παραγόμενα οικιακά απόβλητα τα απορριπτόμενα υλικά συσκευασίας αποτελούν περίπου το 20% κατά βάρος.

4.4.5 Ειδικά Απόβλητα

Τα ειδικά επικίνδυνα απόβλητα που περιέχονται στα απορριπτόμενα οικιακά περιλαμβάνουν κυρίως φάρμακα, υλικά καθαρισμού, χρώματα-βερνίκια-διαλυτικά, μπαταρίες και φυτοφάρμακα. Τα απόβλητα αυτά είναι είτε οικιακής προέλευσης είτε προέρχονται από διάφορες επαγγελματικές δραστηριότητες (π.χ. γραφεία, εμπορικά καταστήματα κ.λ.π.). Η συνολική ποσότητα των αποβλήτων αυτών για το 1997 εκτιμάται ότι ανήλθε στους 4.525 τόνους περίπου (0,12% επί των συνολικά παραγόμενων οικιακών αποβλήτων) [7]. Το παραπάνω ποσοστό περιλαμβάνεται στο ποσοστό των «υπολοίπων» στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 4-2). Στον πίνακα (Πίνακας 4-16) δίνονται οι ποσότητες των παραγόμενων ειδικών επικίνδυνων αποβλήτων ανά κατηγορία πληθυσμού.



Διάγραμμα 4-2. Μέση ποιοτική σύσταση των οικιακών αποβλήτων στην Ελλάδα (1997).

Πίνακας 4-16. Παραγωγή ειδικών επικίνδυνων αποβλήτων ανά κατηγορία πληθυσμού

Είδος πληθυσμού	Ποσότητα tn/έτος	%
Αστικός	2.417	53,4
Ημιαστικός	661	14,6
Αγροτικός	1.447	32,0
ΣΥΝΟΛΟ	4.525	100

Πηγή: [7]

4.5 Μελέτες σύστασης ΑΣΑ στην Ελλάδα και το εξωτερικό

4.5.1 Ελλαδικός χώρος

Στον ελλαδικό χώρο έχουν εκπονηθεί κατά καιρούς μελέτες της σύνθεσης των ΑΣΑ αλλά η πλειοψηφία τους είναι αποτέλεσμα περισσότερο μιας αποσπασματικής αντιμετώπισης του προβλήματος της διαχείρισης των απορριμμάτων παρά μιας συνολικής και πιο προσεκτικής αντιμετώπισης από την πολιτεία και την τοπική αυτοδιοίκηση. Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 4-17) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από μελέτες σύνθεσης ΑΣΑ που έχουν εκπονηθεί για διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

Παρατηρώντας τον πίνακα (Πίνακας 4-17) βλέπουμε ότι ο Εθνικός Σχεδιασμός (τελευταία στήλη) διαφέρει αρκετά από πρόσφατες μελέτες που έχουν γίνει, π.χ. Θεσσαλονίκη 1998 αλλά και από την παρούσα μελέτη όπως θα δούμε στη συνέχεια. Αυτό είναι απόρροια εν μέρει της μεγάλης ετερογένειας που παρουσιάζει ο ελλαδικός χώρος όσον αφορά τα χαρακτηριστικά παραγωγής και σύνθεσης απορριμμάτων αλλά και εξαιτίας της αλλαγής των καταναλωτικών προτύπων. Αλλά περισσότερα για αυτό το θέμα θα αναφερθούν στο σχολιασμό των αποτελεσμάτων.

4.5.2 Εξωτερικό

Πρέπει να σημειωθεί ότι μελέτες σύνθεσης απορριμμάτων στο εξωτερικό και κυρίως στις ΗΠΑ γίνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα κάτι που έρχεται σε πλήρη αντίθεση με την ελληνική κατάσταση, την έλλειψη δηλαδή αρχείων δεδομένων. Είναι χαρακτηριστικό ότι στις ΗΠΑ παρόμοιες μελέτες διεξάγονται σε επίπεδο πολιτείας (statewide study) [29] και για κάθε περιοχή υπάρχουν στατιστικά στοιχεία ανά έτος [30, 31, 32].

Στοιχεία σύνθεσης απορριμμάτων για διάφορες πόλεις του εξωτερικού δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4-18).

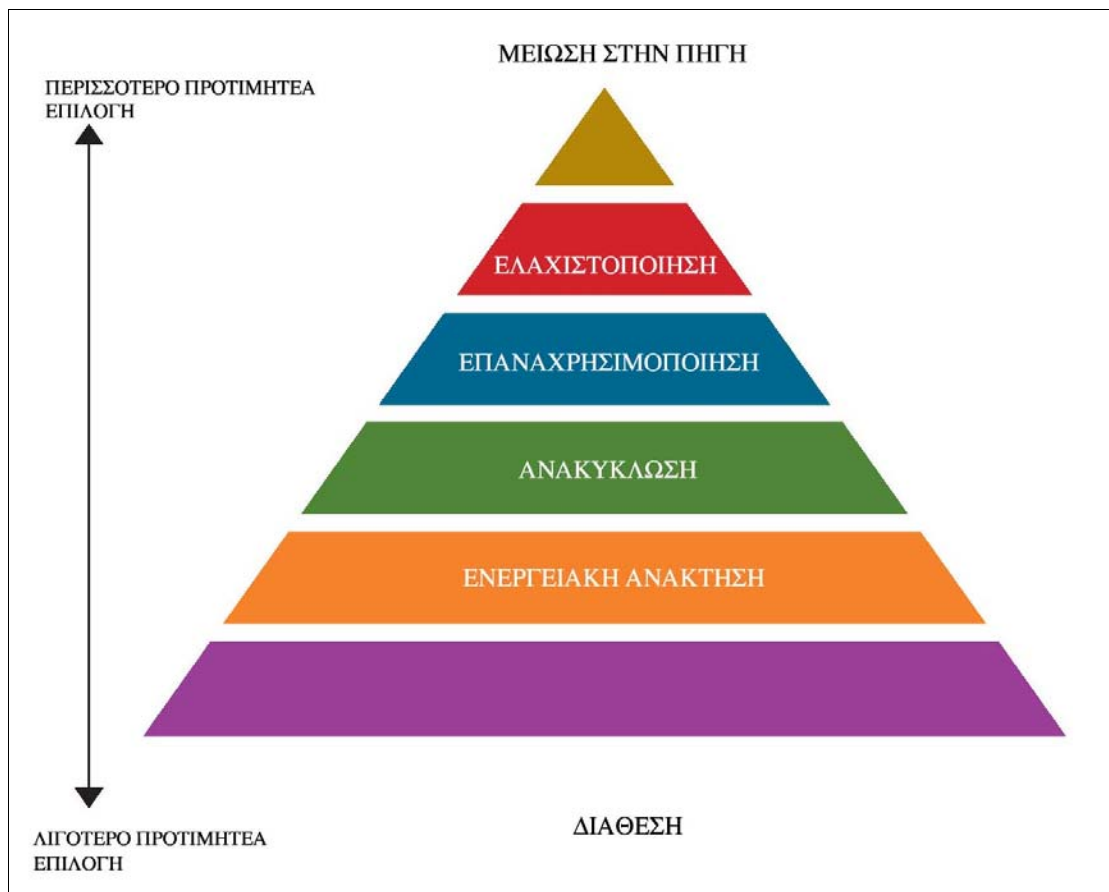
Πίνακας 4-17. Ποιοτική ανάλυση ΑΣΑ σε διάφορες πόλεις της Ελλάδας (ποσοστά %) [7, 9, 11, 33 34, 35, 36, 37, 38].

Περιοχή Δήμος	Αθήνα (6/83- 6/84)	Θεσσαλονίκη (4/86-3/87)	Θεσσαλονίκη 1998	Πυλαία 1998	Ηράκλειο 1987	Ρόδος 9/87- 8/88	Κως 1989	Χανιά 1990	Κομοτηνή 1992-1993	Ξάνθη 1992- 1993	Καλαμάτα 1992	Εθνικός Σχεδιασμός
Ζυμώσιμα	59	52	26,6	41	52,5	42	37	55	67	62	47	47
Χαρτί	19,5	18	29	23	17,2	14	25	19	9	15	25	20
Αδρανή + Υπόλ.	4,5	6	9	10	11,8		5	6	13	11	8	15,5
ΔΞΥΛ	3,5	8	9	6		4	5	4			6	
Αλουμίνιο	4	5	1	4	0,3	10	2	1	3	3	0,5	4,5
Μέταλλα			3,4		2,5		3	3			3	
Πλαστικά	7	7	18	13	14,3	12	11	8	6	7	7,5	8,5
Γυαλί	2,5	4	4	3	1,4	2	12	4	2	2	3	4,5
Ειδικό Βάρος (kgr/m³)	167,2	-	-		-	119,8	113	137,9	-	-	140	-

Πίνακας 4-18. Ποιοτική ανάλυση ΑΣΑ σε διάφορες χώρες (ποσοστά %) [6, 29, 30, 31, 32].

	Σουηδία	Δανία	Γαλλία	Μεγ. Βρετανία	Δυτ. Γερμανία	Ολλανδία	Ιταλία	Ισπανία	ΗΠΑ (2000)	ΗΠΑ 2001
Χαρτί – Χαρτόνι	35-45	34	30	23,5	23	22,5	25	15	37,4	35,7
Οργανικά – Ζυμώσιμα	28-35	30	25	40,5	45,5	53	42	50	23,2	23,6
Πλαστικό	8-10	6	6	5	7	6,5	7	5	10,7	11,1
Μέταλλα	2-4	8	5	8	4	2,5	3	3	7,8	7,9
Γυαλί	6-8	6	12	9	13	8	10	9	5,5	5,5
Υλικά που δεν καίγονται	-	-	-	7	3	3			3,2	3,4
Υλικά που καίγονται	9-14	16	22	6	4	4	13	18	12,2	12,8

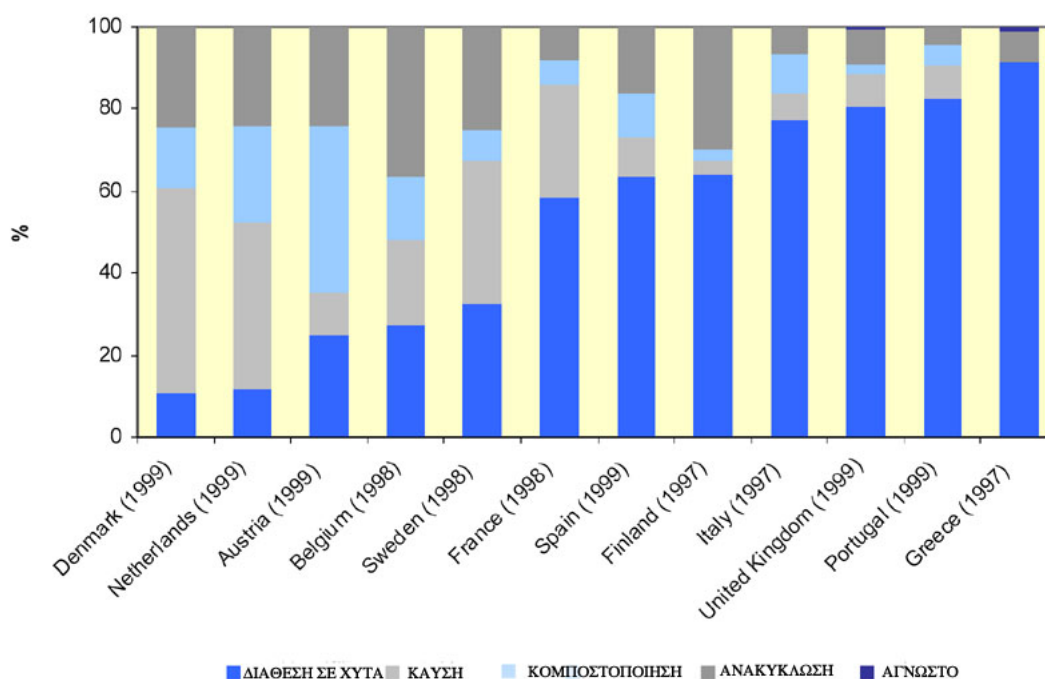
5 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Στερεών Απορριμμάτων



5.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με το άρθρο 4 της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 15^{ης} Ιουλίου 1975 περί των Στερεών Αποβλήτων¹, τα κράτη μέλη πρέπει να λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα για να εξασφαλίζουν ότι η διάθεση ή η αξιοποίηση των αποβλήτων πραγματοποιείται χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η υγεία του ανθρώπου και χωρίς να βλάπτεται το περιβάλλον.

Η κοινοτική στρατηγική για τα απορρίμματα² θεσπίζει μια ιεραρχική σειρά προτίμησης για τις επιλογές διαχείρισης των απορριμμάτων, ως εξής: ελαχιστοποίηση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση υλικών, ανάκτηση ενέργειας και ασφαλής διάθεση, η οποία βασίζεται στα αποτελέσματα που έχουν οι εν λόγω επιλογές ως προς την επίτευξη του στόχου της αειφορίας³.



Σχήμα 5-1. Διαχείριση Αστικών Στερεών Απορριμμάτων στην Ε.Ε.

Προκειμένου να υπάρξει πρόοδος προς πιο αειφόρες πρακτικές ολοκληρωμένης διαχείρισης των απορριμμάτων, είναι αναγκαία η μετακίνηση

¹ Όπως τροποποιήθηκε από την απόφαση 350/96/ΕΚ

² Όπως ορίζεται στην ανακοίνωση της Επιτροπής για την αναθεώρηση της κοινοτικής στρατηγικής για τη διαχείριση στερεών απορριμμάτων[COM(97) 399 τελικό της 30.7.1996].

³ Ψήφισμα του Συμβουλίου για την πολιτική στερεών απορριμμάτων (ΕΕ C76 της 11.3.1997, σ. 1).

των απορριμμάτων πιο «ψηλά στην ιεραρχία» σε σχέση με την τρέχουσα κατάσταση όπου ένα σημαντικό μέρος των απορριμμάτων σε μερικές ευρωπαϊκές χώρες οδηγείται σε χώρους υγειονομικής ταφής (Σχήμα 5-1), [39].

5.2 Διαλογή στην πηγή

5.2.1 Γενικά

Με τη διαλογή υλικών στην πηγή παραγωγής των στερεών αποβλήτων - απορριμμάτων επιτυγχάνεται μείωση της ποσότητας που οδηγείται προς τελική διάθεση, με παράλληλη αξιοποίηση υλικών [52]. Η διαλογή στην πηγή αποτελεί εναλλακτικό και συμπληρωματικό στάδιο της συνολικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Οι παράμετροι από τους οποίους εξαρτάται η λειτουργικότητα ενός προγράμματος διαλογής στην πηγή είναι:

- το είδος και η ποσότητα των προς διαλογή – ανακύκλωση υλικών
- η ποιότητα των ανακτώμενων υλικών
- η ύπαρξη αγορών για την απρόσκοπτη απορρόφησή τους
- η ευκολία υλοποίησης και το κόστος άλλων εναλλακτικών τεχνικών διαχείρισης των στερεών αποβλήτων που εφαρμόζονται στην υπό εξέταση περιοχή.

5.2.2 Πρακτικές Διαλογής στην Πηγή

Για την ανάκτηση υλικών με χωριστή συλλογή κλασμάτων των στερεών αποβλήτων στην πηγή ακολουθούνται διάφορες πρακτικές και συστήματα. Με κριτήριο τον αριθμό των υλικών που ανακτώνται, υφίστανται οι πρακτικές διαλογής ενός υλικού και ομάδας υλικών. Με κριτήριο τον τρόπο συλλογής από τις πηγές παραγωγής, υφίστανται τα συστήματα:

- κέντρα συλλογής
- κέντρα αγοράς
- συλλογής πόρτα- πόρτα
- συλλογής σε ειδικούς κάδους
- συνδυασμού των παραπάνω συστημάτων

5.2.3 Διαλογή ενός υλικού

Με την πρακτική αυτή, ανακτάται ξεχωριστά κάθε υλικό – στόχος (π.χ. χαρτί, χαρτόνι, γυαλί, αλουμίνιο, πλαστικά). Δηλαδή επιτυγχάνεται διαχωρισμός των αποβλήτων σε δύο ρεύματα:

- στο ρεύμα του υλικού που ανακτάται με το συγκεκριμένο σύστημα διαλογής στην πηγή και
- στο ρεύμα των υπολοίπων μικτών αποβλήτων τα οποία οδηγούνται προς περαιτέρω διαχείριση.

Η ανάκτηση ενός μόνο υλικού πραγματοποιείται με τη χρήση κατάλληλων κάδων. Οι κάδοι πρέπει να έχουν τέτοια κατασκευαστικά χαρακτηριστικά, έτσι ώστε εκτός από τη χρήση τους ως μέσα προσωρινής αποθήκευσης του κάθε υλικού, να μην επιφέρουν οποιαδήποτε ρύπανση του υλικού - στόχου με ξένα υλικά και προσμίξεις. Για τα διάφορα υλικά - στόχους ακολουθούνται οι εξής μέθοδοι διαλογής στην πηγή:

Γυαλί

Για το γυαλί (υλικό εύθραυστο, ασυμπίεστο, μεγάλου ειδικού βάρους) χρησιμοποιούνται κάδοι τύπου «καμπάνας» ή συμβατικοί κάδοι (πλαστικοί ή μεταλλικοί). Επίσης, είναι δυνατή η διαλογή και ανάκτηση γυαλιού ανάλογα με το χρώμα του υλικού: σκούρο (πράσινο-καφέ) και διαφανές - λευκό. Για τη συλλογή του υλικού από κάδους τύπου καμπάνας χρησιμοποιούνται συνήθως ανοικτά γερανοφόρα φορτηγά με υψηλή υπερκατασκευή. Επίσης, όταν συλλέγεται γυαλί ενός χρώματος, αποφεύγεται η χρήση οχήματος συλλογής τύπου «μύλος» διότι προκαλείται θραύση των φιαλών και δυσχεραίνεται ο περαιτέρω απαιτούμενος διαχωρισμός λόγω της πιθανής ανάμιξης με φιάλες άλλων χρωμάτων.

Χαρτί, πλαστικά, αλουμίνιο

Για τη συλλογή χαρτιού ή πλαστικών ή κουτιών αλουμινίου χρησιμοποιούνται κάδοι μηχανικής αποκομιδής με κατάλληλα διαμορφωμένο κάλυμμα (καπάκι). Τα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή του

υλικού από τον κάδο είναι τύπου «πρέσας». Τονίζεται ότι η τοποθέτηση των υλικών σε κάδους τύπου καμπάνας και η συλλογή τους από αυτούς με χρήση ανοικτών φορτηγών δεν ενδείκνυται για τους εξής λόγους:

- το μεταφερόμενο ανά δρομολόγιο οχήματος φορτίο είναι σχετικά μικρό
- υπάρχει αυξημένη πιθανότητα εκπομπής αερίων ρύπων
- υφίσταται αυξημένη κατανάλωση ενέργειας από το σύστημα συλλογής – μεταφοράς

5.2.4 Διαλογή ομάδας υλικών

Η ταυτόχρονη διαλογή ομάδας υλικών μπορεί να εφαρμοσθεί με τη μέθοδο συλλογής πόρτα-πόρτα ή με χρήση κατάλληλων κάδων συλλογής. Η καθιέρωση ενός συστήματος ταυτόχρονης συλλογής ομάδας υλικών αποτελεί ταυτόχρονα και εφαρμογή συστήματος δύο ξεχωριστών ρευμάτων συλλογής στερεών αποβλήτων: το ρεύμα της προς ανάκτηση ομάδας υλικών και το ρεύμα των υπολοίπων μικτών αποβλήτων. Η διαλογή στην πηγή ομάδας υλικών έχει τα εξής κύρια χαρακτηριστικά:

- Είναι αποδοτικότερη σε σχέση με τη διαλογή κάθε υλικού ξεχωριστά, διότι στοχεύει στην ανάκτηση - ανακύκλωση μεγαλύτερου κλάσματος των αποβλήτων και επομένως μειώνεται η ποσότητα των υπολοίπων αποβλήτων που οδηγούνται προς περαιτέρω διαχείριση.
- Εξοικονομούνται μέσα προσωρινής αποθήκευσης και συλλογής των υλικών.
- Υφίστανται μικρότερες απαιτήσεις σε προσωπικό και χώρο προσωρινής αποθήκευσης στις κατοικίες.
- Εφαρμόζεται ευκολότερα, σε σχέση με τη διαλογή κάθε υλικού ξεχωριστά, διότι οι καταναλωτές δεν είναι υποχρεωμένοι να προ-διαχωρίσουν τα υλικά ανά είδος.
- Συνδυάζεται υποχρεωτικά με Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (Κ.Δ.Α.Υ.), αφού η συλλογή πολλών ανακυκλώσιμων

υλικών ταυτόχρονα καθιστά υποχρεωτική τη δημιουργία Κέντρου, όπου τα υλικά αυτά θα υφίστανται διαχωρισμό ανά είδος, επεξεργασία και τέλος, αποθήκευση ως έτοιμα δευτερογενή υλικά.

- Υπάρχει η πιθανότητα αυξημένου ποσοστού ξένων υλικών και προσμίξεων στα προς ανάκτηση υλικά.
- Απαιτείται ο επανασχεδιασμός όλου του δικτύου συλλογής, μεταφοράς και μεταφόρτωσης (σε περίπτωση που υφίσταται) των στερεών αποβλήτων - απορριμμάτων.

Οι ομάδες υλικών-στόχων αποτελούν τουλάχιστον το 30 - 35% κατά βάρος των συνολικών αποβλήτων, επομένως η διαλογή και εκτροπή τους από το ρεύμα των μικτών αποβλήτων επηρεάζει άμεσα το υφιστάμενο σύστημα διαχείρισης των στερεών αποβλήτων της περιοχής (το οποίο έχει σχεδιασθεί για να ανταποκρίνεται σε μεγαλύτερες ποσότητες αποβλήτων). Τα δύο ρεύματα συλλογής (ανακτήσιμα και υπόλοιπα μικτά στερεά απόβλητα) μπορούν να αξιοποιούν τις ίδιες διατάξεις μεταφόρτωσης (αποκλειομένων συνήθως των μηχανισμών συμπίεσης για να μην δυσχεραίνεται το έργο του περαιτέρω διαχωρισμού των υλικών στο Κέντρο ανακύκλωσης) αρκεί να μην αυξάνονται κατά τη μεταφόρτωση οι πιθανότητες ρύπανσης των υλικών-στόχων με νέες ξένες προσμίξεις. Επίσης, είναι δυνατή η χωροθέτηση των κάδων συλλογής των δύο ρευμάτων σε ενιαίο δίκτυο.

5.2.5 Συλλογή πόρτα - πόρτα

Η πρακτική αυτή αφορά στη διαλογή των υλικών (ανά είδος ή ομάδα) σε επίπεδο νοικοκυριού. Για την εφαρμογή της πρέπει να τηρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

- Για τη διευκόλυνση του προσωπικού συλλογής, οι καταναλωτές πρέπει να τοποθετούν τα υλικά - στόχους σε ειδικούς σάκους με κατάλληλη σήμανση, σε τελάρα ή δέματα, ανά νοικοκυριό ή ανά πολυκατοικία. Τα υλικά εκφορτώνονται χειρωνακτικά ή μηχανικά στο φορτηγό συλλογής

που συνήθως διαθέτει άνω του ενός διαμερίσματα για ένα στοιχειώδη πρώτο διαχωρισμό των υλικών.

- Η συλλογή πόρτα – πόρτα πρέπει να διακρίνεται από τη συνέπεια του μηχανισμού συλλογής για την αποτροπή συσσώρευσης υλικών στα νοικοκυριά.
- Η τοποθέτηση των υλικών από τους καταναλωτές στα προκαθορισμένα σημεία συλλογής τους, διενεργείται την ημέρα κατά την οποία έχει προγραμματιστεί η συλλογή από το φορέα υλοποίησης του προγράμματος.

5.2.6 Συλλογή σε κάδους

Αποτελεί το πιο συνηθισμένο σύστημα προσωρινής αποθήκευσης - συλλογής υλικών διαλογής στην πηγή. Ως τεχνική, παρουσιάζει πολλά κοινά χαρακτηριστικά (π.χ. αριθμός και διαστασιολόγηση κάδων) με τη συλλογή των μικτών στερεών αποβλήτων. Διαφοροποιείται ως προς το είδος των κάδων, τα μέσα συλλογής και τη συχνότητα συλλογής.

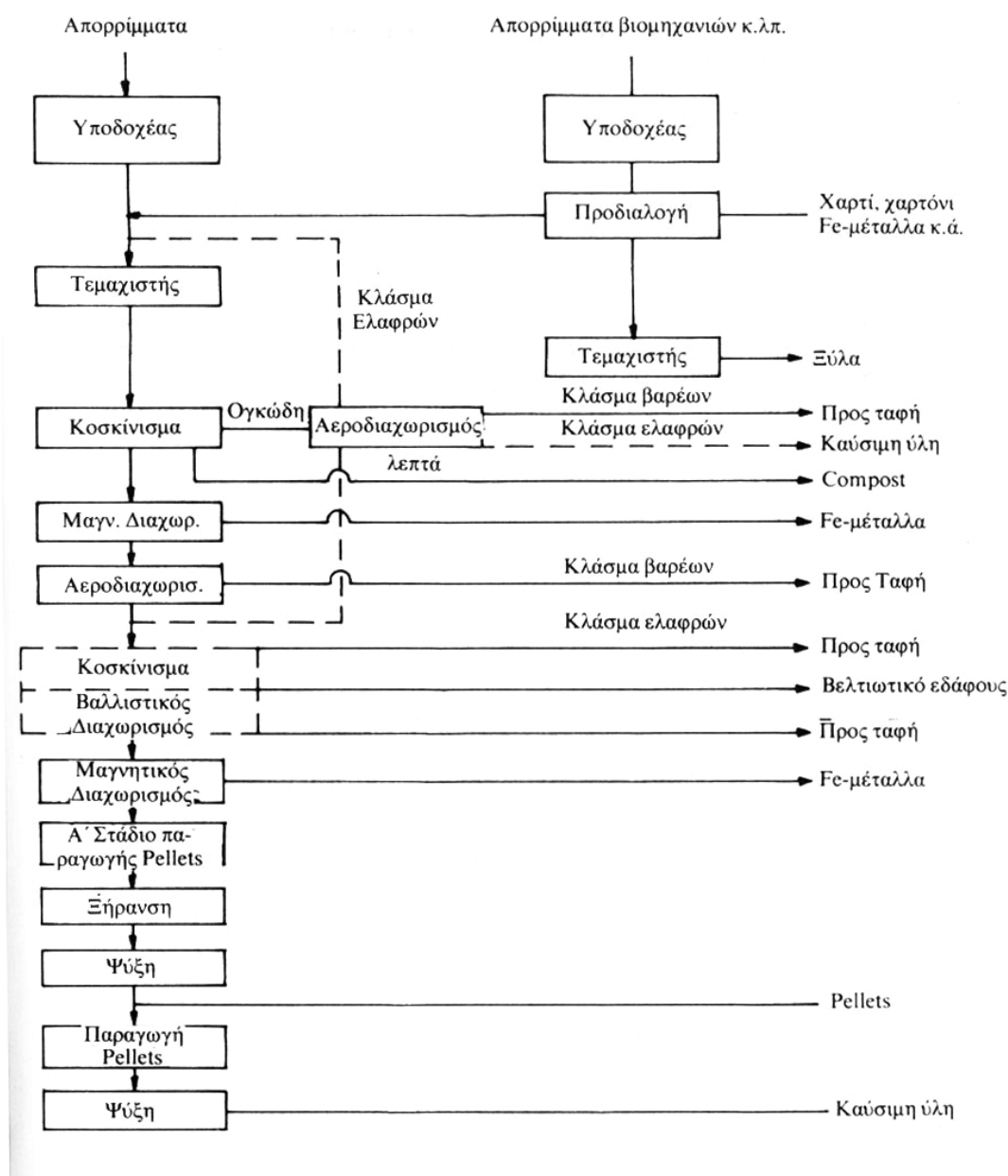
Οι κάδοι τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις του οικιστικού ιστού σε συνδυασμό με το σύστημα προσωρινής αποθήκευσης και αποκομιδής των υπολοίπων μικτών απορριμμάτων. Το κοινό τοποθετεί τα υλικά - στόχους στους κάδους αφού τα έχει προ-διαχωρίσει.

5.3 Ανακύκλωση

5.3.1 Βασικές Αρχές

Κάθε διεργασία ανακύκλωσης αποτελεί μια τεχνική μετατροπής υλικών [56]. Συγκεκριμένα από ένα μίγμα αποβλήτων είναι δυνατό να ανακτηθούν ανακυκλώσιμα υλικά μέσα από διεργασίες διαχωρισμού και ταξινόμησης (Σχήμα 5-2). Τα υλικά που ανακτώνται ονομάζονται και δευτερογενείς πρώτες ύλες. Για το λόγο αυτό μια διεργασία ανακύκλωσης μπορεί να χαρακτηριστεί και ως διαδικασία παραγωγής νέων υλικών. Η παραγωγική αυτή διαδικασία αποτελείται από διαφορετικά στάδια τα οποία και αλληλοσυμπληρώνονται έτσι

ώστε να αποτελέσουν τη βάση για την τροποποίηση των υπαρχόντων υλικών και την ανάκτηση νέων υλικών από αυτά.



Σχήμα 5-2. Μονάδα ανακύκλωσης υλικών στη Βιέννη

Τόσο η πρωτογενής παραγωγική διαδικασία όσο και η ανακύκλωση δέχονται και δημιουργούν νέα απόβλητα. Τα υλικά που εισέρχονται στη διεργασία ονομάζονται ρεύμα εισόδου ενώ αυτά που εξέρχονται χαρακτηρίζονται ως ρεύμα εξόδου.

Για την αύξηση της αποδοτικότητας και την ανάπτυξη νέων διεργασιών ανακύκλωσης από τις οποίες τελικά θα προκύπτουν υλικά υψηλής αξίας απαιτείται ο καθορισμός της σύνθεσης του ρεύματος των αποβλήτων.

Σε μια διεργασία ανακύκλωσης ανάλογα με το σύστημα συλλογής ή διαχωρισμού δημιουργούνται διαφορετικά μίγματα ποσοτήτων των αποβλήτων, τα οποία αποτελούν το ρεύμα εισόδου (input) για τη διεργασία της ανακύκλωσης. Για το λόγο αυτό θα πρέπει κατά τον σχεδιασμό μιας διεργασίας να λαμβάνεται υπόψη και ο τρόπος συλλογής των αποβλήτων.

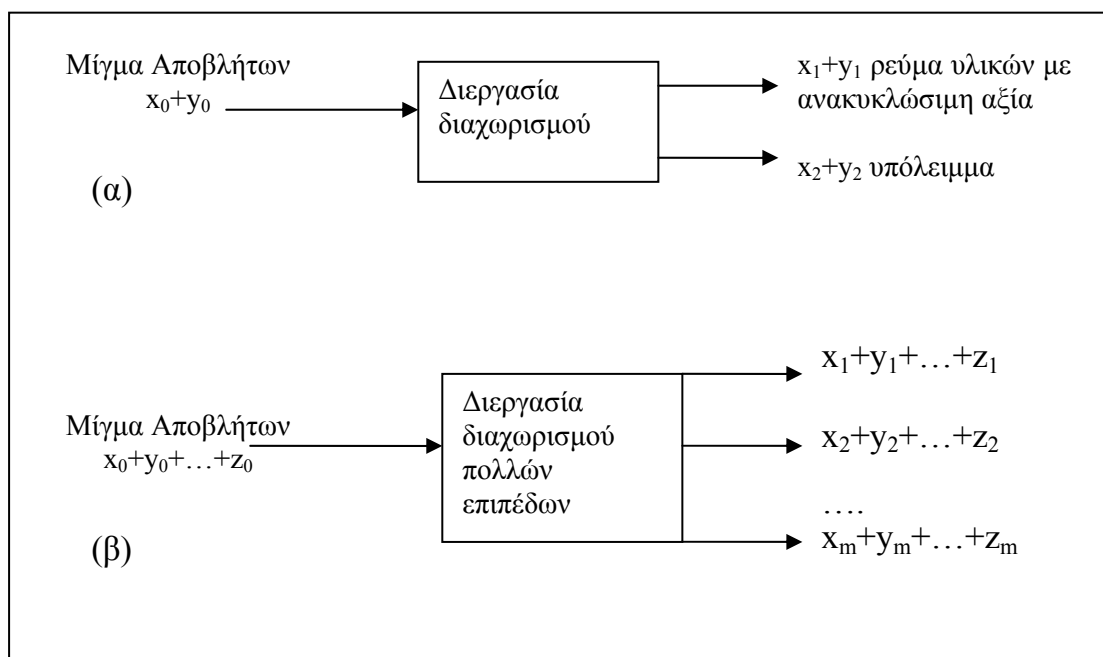
Το είδος και ο τρόπος ανάμιξης του μίγματος είναι επίσης κύριος παράγων για τη διαμόρφωση της τεχνικής που θα εφαρμοστεί σε μια μονάδα ανακύκλωσης αποβλήτων.

Κατά το διαχωρισμό των επιμέρους υλικών από ένα μίγμα αποβλήτων που υφίσταται ανακύκλωση διακρίνουμε ένα ρεύμα εισόδου (input) και διαφορετικά ρεύματα εξόδου (output).

Στο σχήμα 5-3 φαίνεται η διαδικασία ανακύκλωσης και τα ρεύματα προϊόντων – αποβλήτων που παράγει ανάλογα με τη διεργασία διαχωρισμού [56].

Στην είσοδο (input) υπάρχει ένα μίγμα υλικών (Mg/h, όγκος/h) x_n και y_n ενώ μετά τη διαδικασία της ανακύκλωσης έχουν δημιουργηθεί δύο νέα ρεύματα:

- x_1+y_1 , ανακυκλωμένο υλικό που μπορεί να επαναεισαχθεί στον κύκλο ζωής χωρίς κανένα πρόβλημα
- x_2+y_2 , υπόλειμμα που περιέχει χρήσιμα προς ανάκτηση υλικά και μπορεί να υποστεί περαιτέρω επεξεργασία.



Σχήμα 5-3. Διεργασίες διαχωρισμού με δύο (α) και πολλαπλά ρεύματα εξόδου (β).

5.3.2 Υλικά ανακύκλωσης

Από τα υλικά τα οποία περιλαμβάνονται στα οικιακά απορρίμματα το χαρτί, το γυαλί, τα σιδηρούχα μέταλλα, το αλουμίνιο, τα πλαστικά και τα απορρίμματα κήπων (και γενικότερα τα βιοαποικοδομήσιμα οργανικά) θεωρούνται κατά τεκμήριο ανακυκλώσιμα.

Συγκεκριμένα τα απορρίμματα που μπορούν να ανακυκλώνονται περιλαμβάνουν:

- Χαρτιά, χαρτόνια.
- Γυαλιά.
- PVC και άλλα πλαστικά.
- Μέταλλα όπως σίδηρος, αλουμίνιο, ψευδάργυρος κ.λ.π.
- Οργανικά απόβλητα
- Παλιά υφάσματα, ρούχα, κουρέλια.
- Ορυκτέλαια.
- Μεγάλα απορρίμματα όπως έπιπλα που γίνονται αντίκες, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και άλλες ηλεκτρικές-ηλεκτρονικές συσκευές, κ.λ.π.

Χαρτί

Τα είδη του χαρτιού που συνήθως ανακτώνται μέσω των προγραμμάτων ανακύκλωσης είναι εφημερίδες, χαρτοσακούλες, χαρτόνι και χαρτί γραφείου.

Το χαρτί των απορριμμάτων χωρίζεται σε κατηγορίες (ποιότητες), ανάλογα με την ποιότητα των ινών και το βαθμό των ξένων προσμίξεων. Γενικά θεωρείται ότι όσο μεγαλύτερες είναι οι ίνες τόσο καθαρότερο και καλύτερης ποιότητας είναι το χαρτί και κατά συνέπεια υψηλότερη η τιμή αγοράς του. Με την ανακύκλωση υποβαθμίζονται οι ίνες του χαρτιού (π.χ. η ανάμειξη και επεξεργασία του με νερό θραύει και μικραίνει τις ίνες). Κατά συνέπεια δεν μπορεί να ανακυκλώνεται απεριόριστα, λόγω της φθοράς που οι ίνες αυτές υφίστανται.

Η ανάκτηση του χαρτιού γίνεται με πολλούς τρόπους, όπως συλλογή στο σπίτι ή την επιχείρηση και συλλογή σε κάδους (με πιθανή τη διαλογή του χαρτιού κατά ποιότητα).

Η κατάσταση στο χώρο της ανακύκλωσης χαρτιού έχει υποστεί αρκετές αλλαγές από την αναθεώρηση του ευρωπαϊκού προτύπου EN643 [40]. Το πρότυπο αυτό είναι ένας ευρωπαϊκός κατάλογος που διαβαθμίζει το ανακτώμενο χαρτί και χαρτόνι σε κατηγορίες αποσκοπώντας στην υποστήριξη επαγγελματιών χάρτου στην αγορά και πώληση πρώτων υλών που μπορούν να ανακυκλωθούν από τη βιομηχανία χάρτου. Ο κατάλογος αυτός περιλαμβάνει μια ομάδα πέντε (5) διαβαθμίσεων ανακτώμενου χάρτου που στις περισσότερες περιπτώσεις μπορεί να ανακυκλωθεί χρησιμοποιώντας ειδική διαδικασία ή που μπορεί να προκαλέσει κάποια συγκεκριμένα προβλήματα στην ανακύκλωση.

Διάφορα είδη χαρτιού παρουσιάζονται στη συνέχεια.

- **Εφημερίδες**: Η ανακύκλωση εφημερίδων αποτελεί βασική συνιστώσα των περισσότερων προγραμμάτων ανακύκλωσης και ιδιαίτερα Διαλογής στην Πηγή (ΔσΠ). Στο σπίτι οι εφημερίδες δένονται ή τοποθετούνται σε σακούλες, ώστε να είναι έτοιμες για συλλογή και μεταφορά στο κέντρο ανακύκλωσης. Εκεί το χαρτί συνήθως δεματοποιείται για να μεταφερθεί ευκολότερα και οικονομικότερα στον τελικό αγοραστή-χρήστη.

- **Χαρτόνι:** Συνήθως το χαρτόνι αποτελεί τη συσκευασία για μεταφορά άλλων προϊόντων. Πηγές παραγωγής απορριμμάτων χαρτονιού είναι τα super-markets, οι αποθήκες χοντρικής, τα εργοστάσια κλπ. Η ανάκτηση και ανακύκλωση για το χαρτόνι είναι διαφορετική από αυτήν για τις εφημερίδες. Τα κουτιά γίνονται επίπεδα και δένονται για μεταφορά σε χαρτοβιομηχανίες με στόχο την κατασκευή χαρτονιού και κουτιών διαφορετικού τύπου.
- **Χαρτί υψηλής ποιότητας:** Είναι το χαρτί γραφείου (φωτοτυπικό, εκτύπωσης κ.λ.π.) που περιέχει ίνες υψηλής ποιότητας. Το παραγόμενο νέο προϊόν μπορεί να είναι χαρτί γραφής ή tissue (χαρτομάντιλα, χαρτοπετσέτες κ.λ.π.).
- **Μικτό χαρτί:** Περιλαμβάνει περιοδικά, βιβλία, εφημερίδες που αποτελούν τη χαμηλότερη ποιότητα χαρτιού που περιέχεται στα οικιακά απορρίμματα. Μετά τη συλλογή, το χαρτί μεταφέρεται στον τελικό χρήστη ως έχει ή μετά από επιλογή, ανάλογα με τις ποσότητες και το κόστος της πρόσθετης διαλογής του. Τα προϊόντα που παράγονται από ανακυκλωμένο χαρτί είναι πισσόχαρτο, χαρτί μονώσεων, χαρτί γραφής, tissue και χάρτινα κουτιά. Για λόγους καλαισθησίας μπορεί να προστεθεί λευκό χαρτί στην εξωτερική επιφάνεια του νέου προϊόντος.

Οι προσμίξεις που συνήθως απαντώνται στο χαρτί που ανακτάται είναι πλαστικά, μεταλλικά αντικείμενα (π.χ. συνδετήρες), πλαστική ή κέρινη επικάλυψη και φαγητά.

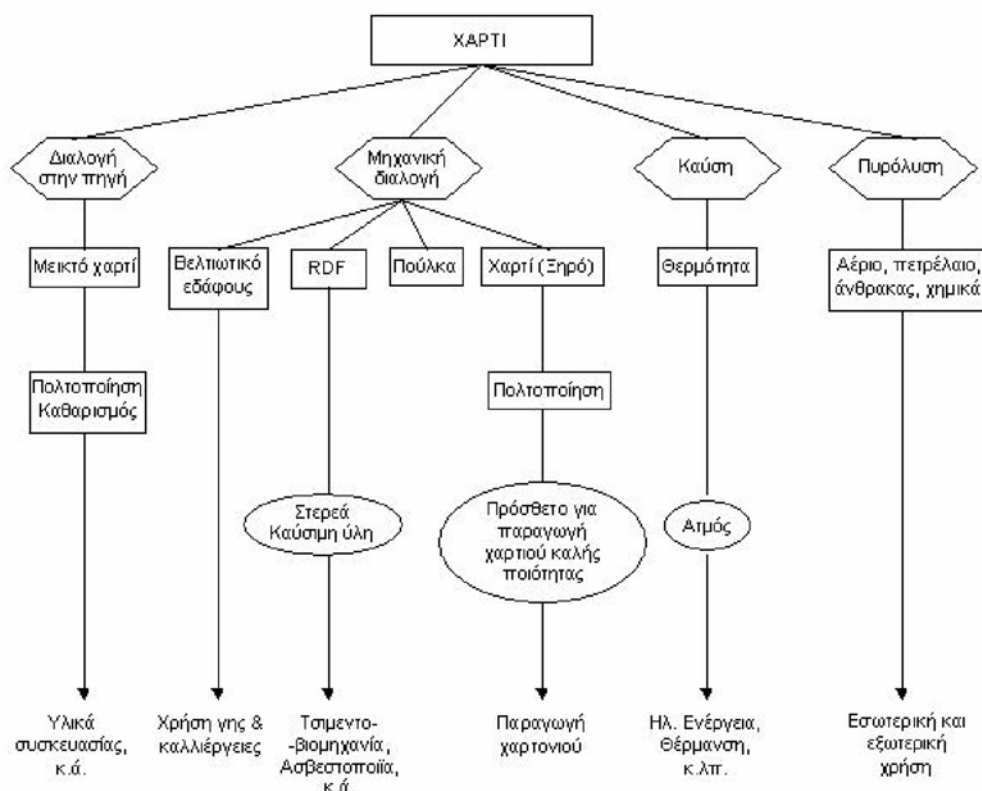
Στο σχήμα 5-4 φαίνονται οι δυνατότητες διαχείρισης (ανακύκλωσης) του χαρτιού [41].

Γυαλί

Η ανακύκλωση του γυαλιού αφορά τις φιάλες, τα γυάλινα δοχεία και άλλα γυάλινα υλικά (τζάμια, πιάτα, γυαλιά υψηλής αντοχής σε θερμότητα, κρύσταλλα κ.λ.π.). Πηγές παραγωγής απορριμμάτων γυαλιού είναι τα εργοστάσια κατασκευής, εμφιάλωσης και συσκευασίας, τα κέντρα

διασκέδασης, τα ξενοδοχεία, τα εστιατόρια, τα νοικοκυριά και διάφορα καταστήματα.

Το γυαλί υποδιαιρείται σε τρεις κατηγορίες λευκό, πράσινο και καφέ. Κατά τη συλλογή, θραύεται για να μειωθεί ο όγκος του και δημιουργείται το υαλόθραυσμα. Γυαλί καφέ χρώματος χρησιμοποιείται για μπουκάλια μύρας και φαρμάκων τα οποία είναι χημικά ευαίσθητα στο φως και πράσινου χρώματος για μπουκάλια κρασιού και αναψυκτικών.



Σχήμα 5-4. Δυνατότητες διαχείρισης χαρτιού.

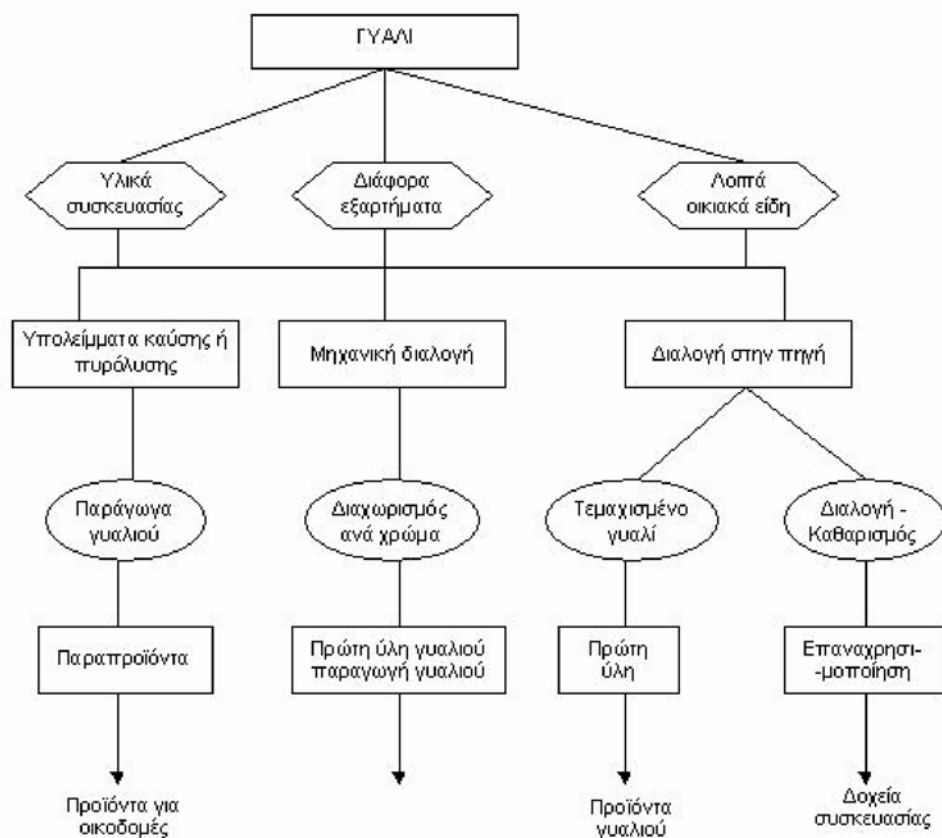
Το προς ανακύκλωση γυαλί συλλέγεται ανάμεικτο σε χωριστούς υποδοχείς (containers) για το σύνολο του γυαλιού, σε δοχεία για κάθε χρώμα, σε κέντρα ανακύκλωσης, ή με τη μέθοδο της συλλογής πόρτα-πόρτα.

Οι τιμές αγοράς του διαχωρισμένου γυαλιού είναι υψηλότερες από εκείνες του ανάμεικτου, το οποίο χρησιμοποιείται μόνο για παραγωγή πράσινου γυαλιού.

Το τελικό προϊόν της ανακύκλωσης γυαλιού μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή υαλοβάμβακα, fiberglass, σημάτων για τους δρόμους κ.λ.π. Το υαλόθραυσμα μικτού χρώματος χρησιμοποιείται στα πυρότουβλα, τα τούβλα, το τσιμέντο και την άσφαλτο.

Όσον αφορά τις προσμίξεις, οι ετικέτες δεν αποτελούν πρόβλημα. Προβληματικά κατά την επεξεργασία είναι τα πώματα, τα μεταλλικά αντικείμενα και δαχτυλίδια, τα κεραμικά, η σκόνη και οι πέτρες που πιθανόν να καταστήσουν τα προϊόντα ακατάλληλα για χρήση, επειδή μερικά από αυτά δεν τήκονται στο φούρνο και δημιουργούν φυσαλίδες στο τελικό προϊόν.

Στο σχήμα 5-5 φαίνονται οι δυνατότητες διαχείρισης (ανακύκλωσης) του γυαλιού [38].



Σχήμα 5-5.Δυνατότητες διαχείρισης γυαλιού.

Σιδηρούχα μέταλλα

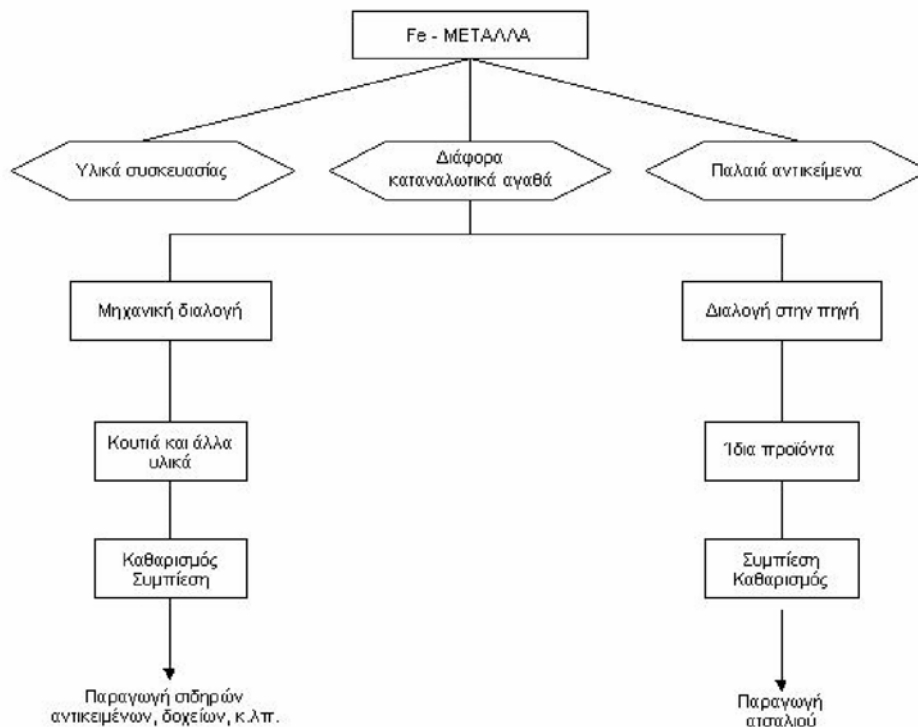
Τα σιδερένια κουτιά που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία αποτελούνται από χάλυβα με λεπτή εσωτερική επικάλυψη κασσίτερου (tin cans) για να

αποφεύγεται το σκούριασμα και για να προστατεύεται το περιεχόμενο του κουτιού. Η επικάλυψη του κουτιού μπορεί να είναι και από χρώμιο. Ο κασσίτερος είναι υλικό αξίας μεγαλύτερης αυτής του χάλυβα, και αντιπροσωπεύει το 0.5-1% του συνολικού βάρους του κουτιού.

Η διαλογή για ανακύκλωση των σιδερένιων κουτιών μπορεί να γίνει στο σπίτι ή σε containers και από εκεί να μεταφερθούν σε κέντρο ανακύκλωσης. Εκεί με τη χρήση μαγνητικού διαχωριστή τα σιδερένια κουτιά διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα υλικά (π.χ. κουτιά αλουμινίου, πλαστικές φιάλες) και αφού θραυτούν και δεματοποιηθούν μεταφέρονται στη βιομηχανία.

Τα διμεταλλικά είναι ορισμένα κουτιά μπίρας και αναψυκτικών που αποτελούνται από χάλυβα και έχουν αλουμινένιο καπάκι. Το πρόβλημα στην περίπτωση αυτή είναι ότι και μετά τον ειδικό τεμαχισμό μπορεί να παραμένουν προσμίξεις αλουμινίου στο χάλυβα.

Στο σχήμα 5-6 φαίνονται οι δυνατότητες διαχείρισης (ανακύκλωσης) των σιδηρούχων μετάλλων [41].



Σχήμα 5-6. Δυνατότητες διαχείρισης των σιδηρούχων μετάλλων.

Αλουμίνιο

Η ανακύκλωση αλουμινίου αφορά κυρίως τα κουτιά αναψυκτικών και μπύρας, ενώ άλλα είδη αλουμινίου που μπορούν να ανακυκλωθούν είναι υδροροές, πλαίσια παραθύρων, έπιπλα κήπων, εξαρτήματα αυτοκινήτων κ.λ.π.

Η μεταφορά των προς ανάκτηση αλουμινένιων κουτιών στη βιομηχανία μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους, όπως χύμα, δεματοποιημένα και συμπιεσμένα.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα του αλουμινίου είναι η υψηλή τιμή που το υλικό έχει ως scrap (λόγω της σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας που έχει η βιομηχανία όταν το χρησιμοποιεί αντί για πρώτη ύλη), γεγονός που ευνοεί την ανακύκλωσή του.

Η ανάκτηση του αλουμινίου μπορεί να γίνει σε κάδους ή/και σε κέντρα ανακύκλωσης. Μετά τη συλλογή τους, τα κουτιά αλουμινίου διαχωρίζονται από τα σιδηρούχα και τα διμεταλλικά με τη χρήση μαγνητικού διαχωριστή. Τα κουτιά του αλουμινίου μπορούν να ανακυκλωθούν απεριόριστα χωρίς το τελικό προϊόν να χάσει τις ιδιότητές του.

Στο σχήμα 5-7 φαίνονται οι δυνατότητες ανακύκλωσης των μη σιδηρούχων μετάλλων [41].

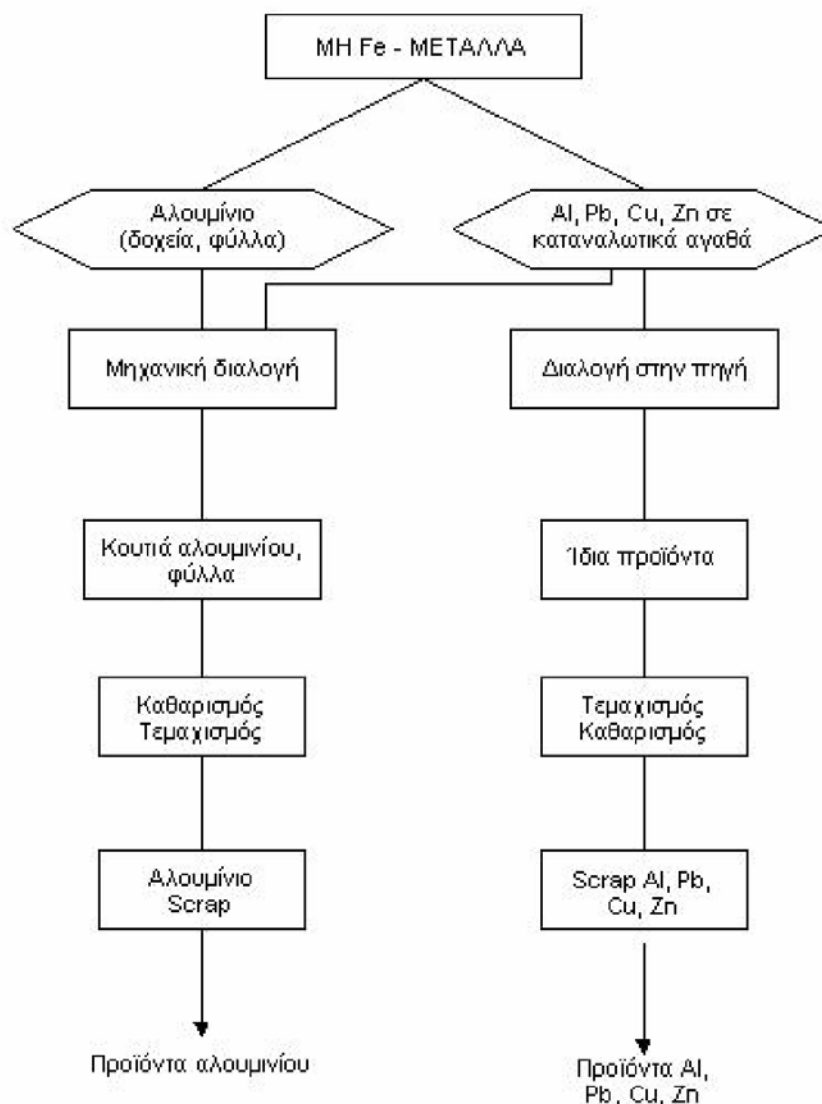
Πλαστικό

Τα πλαστικά προϊόντα προέρχονται από πολλά ή από ένα είδος ρητίνης ή από σύνδεση ρητινών. Χαρακτηριστικό γνώρισμα των πλαστικών, είναι η σχέση του βάρους προς τον όγκο που καταλαμβάνουν, η οποία φτάνει και μέχρι 1:3. Η αλλαγή της συσκευασίας των προϊόντων προς όφελος του πλαστικού είχε ως συνέπεια τη δραματική αύξηση της συμμετοχής του στα απορρίμματα, τα τελευταία κυρίως χρόνια.

Υπάρχουν πολλά προβλήματα με τα πλαστικά σε σχέση με τη δυνατότητα ανακύκλωσης. Αυτά οφείλονται στα εξής:

- υπάρχουν πολλές ποιότητες και τύποι πλαστικών με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες και χημική σύσταση,
- τα διάφορα είδη είναι αρκετά δύσκολο να αναγνωρισθούν

- υπάρχουν σε αυτά πολλές προσμίξεις.



Σχήμα 5-7. Δυνατότητες διαχείρισης μη σιδηρούχων μετάλλων.

Τα διάφορα είδη πλαστικών που παρουσιάζονται στα αστικά απορρίμματα και οι χρήσεις τους παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 5-1).

Η ανακύκλωση των πλαστικών αφορά κυρίως τα PVC (Polyvinyl / Vinyl Chloride), PET (PolyEthynene Terephthalate) και HDPE (High Density PolyEthelene).

Λόγω της χαρακτηριστικής σχέσης όγκου/ βάρους, τα πλαστικά μπουκάλια θραύονται και δεματοποιούνται για την οικονομικότερη μεταφορά τους στη βιομηχανία, όπου κατά την επεξεργασία τους απομακρύνονται οι προσμίξεις

(ετικέτες, κατάλοιπα και σκόνη). Τα θερμοπλαστικά διαθέτουν τη δυνατότητα επαναθέρμανσης και επαναδιαμόρφωσης, αν και η επαναθέρμανση τελικά τα υποβαθμίζει. Άλλα προβλήματα στα ανακυκλωμένα πλαστικά εμφανίζονται λόγω βιολογικών προσμίξεων που δεν καταστρέφονται. Τα μπουκάλια PET και HDPE δεν μπορούν να ξαναγίνουν μπουκάλια για τροφές.

Αλεσμένες φιάλες PVC χρησιμοποιούνται στην παραγωγή σωλήνων ύδρευσης, αποχέτευσης, άρδευσης κλπ.

Πίνακας 5-1. Κατάταξη και χρήσεις των πιο συνηθισμένων πλαστικών [2].

Υλικό	Κωδικός SPI ⁴	Χρήσεις
Τερεφθαλικό Πολυαιθυλένιο	1-PETE	φιάλες ανθρακούχων αναψυκτικών ή εμφιαλωμένου νερού
Υψηλής πυκνότητας Πολυαιθυλένιο	2-HDPE	κατασκευάζονται φιάλες γάλακτος, αναψυκτικών και απορρυπαντικών
Χλωριούχο βινύλιο / πολυβινύλιο	3-PVC	φιάλες για μεταλλικό νερό, βρώσιμα λάδια, χυμούς, καλλυντικά κλπ, πλαστικά σκαφίδια για τρόφιμα (π.χ. λαχανικά)
Χαμηλής πυκνότητας Πολυαιθυλένιο	4-LDPE	Μεμβράνες συσκευασίας, λεπτά περιτυλίγματα
Πολυπροπυλένιο	5-PP	Κιβώτια, θήκες, ετικέτες
Πολυστυρένιο	6-PS	Ποτήρια και πιάτα από αφρώδες υλικό (μιας χρήσεως)
Άλλες ρητίνες και σύνθετα υλικά (πολυεπίπεδα).	7-Other	Σύνθετα, ανάμικτα πλαστικά

Στο σχήμα 5-8 απεικονίζονται κωδικοποιημένα οι διάφοροι τύποι πλαστικών [2].



Σχήμα 5-8. Κωδικοποιημένη απεικόνιση διάφορων τύπων πλαστικών.

Η ανακύκλωση στις μονάδες κατεργασίας πλαστικού είναι πιο εύκολη σε πολλές περιπτώσεις.

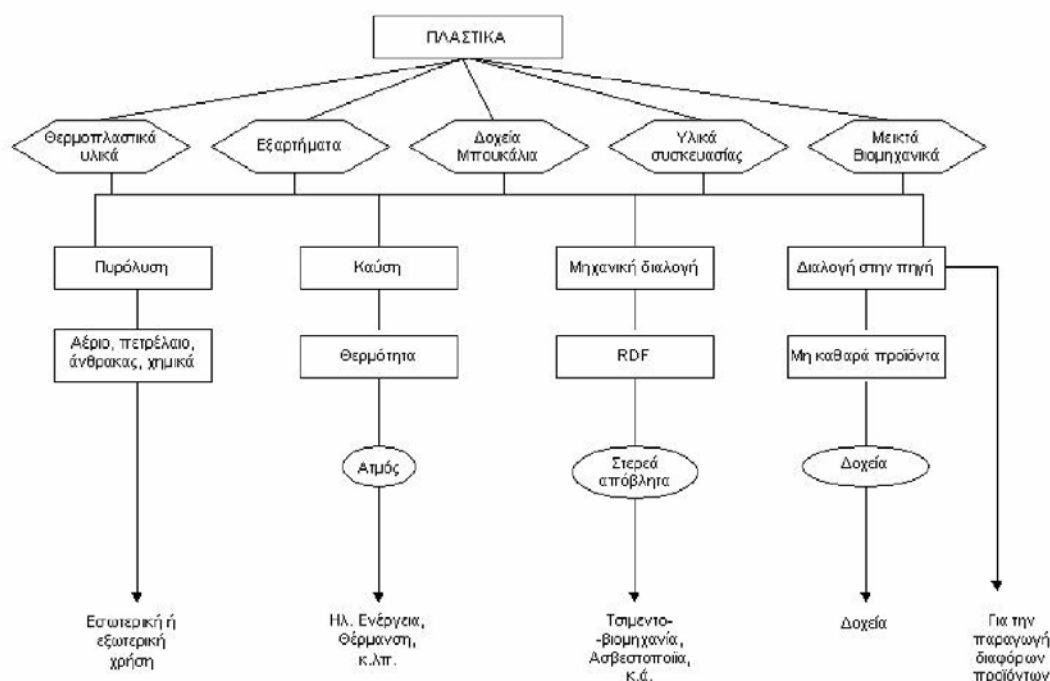
⁴ SPI: Society of the Plastics Industry.

Το πλαστικό σκραπ λειοτεμαχίζεται, αναμιγνύεται με παρθένους κόκκους (ρητίνες) και τήκεται στην κανονική διαδικασία κατασκευής πλαστικού. Σε πολλές περιπτώσεις, η επαναχρησιμοποίηση πλαστικού είναι πιο πολύπλοκη διαδικασία. Κλειδί στην ανακύκλωση πλαστικού είναι η διάθεση ρητίνης γνωστού μοριακού βάρους χωρίς προσμίξεις. Εκτός των άλλων, αυτό αποτελεί κριτήριο για τη δυνατότητα της μετέπειτα ανακύκλωσής του. Ακριβώς λόγω των προβλημάτων που αναφέρθηκαν, η ανακύκλωση των πλαστικών βρίσκεται ακόμη σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Οι πηγές παραγωγής πλαστικών στα απορρίμματα είναι:

- Μεταφορές, όπως αυτοκίνητα, ποδήλατα, μοτοσικλέτες, φορτηγά κ.λπ.
- Συσκευασία, όπως μπουκάλια, δοχεία τροφίμων, σακούλες και πλαστικά περιτυλίγματα.
- Οικοδομές και κατασκευές όπως σωλήνες, αποχετεύσεις, πατώματα, μονώσεις, πόρτες και παράθυρα.
- Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά όπως καλώδια και συσκευές επικοινωνίας.
- Επιπλώσεις όπως έπιπλα, καρπέτα, κουρτίνες, έπιπλα γραφείου και καλύμματα τοίχων.
- Καταναλωτικά όπως τσάντες, παιχνίδια, εργαλεία κήπων και εξοπλισμός εργαστηρίων.
- Βιομηχανία.
- Θερμοκήπια. Σημειώνεται εδώ το πανελλήνιο δίκτυο που έχει αναπτυχθεί με έδρα την Κρήτη για τη συλλογή των χρησιμοποιημένων καλυμμάτων των θερμοκηπίων από PE, τα οποία οδηγούνται στην Κρήτη όπου και ανακυκλώνονται από τοπική βιομηχανία.

Τέλος, προϊόντα από ανακυκλωμένο PET είναι διάφορα υποβοηθητικά υλικά για επιστρώσεις και επενδύσεις, σχοινιά και σπάγκοι, γεωυφάσματα και διαμορφωμένα πλαστικά, ενώ προϊόντα από ανακυκλωμένο HDPE είναι οι διάφορες βιομηχανικές επιστρώσεις δαπέδων, δεξαμενές και κάδοι, γλάστρες.

Στο σχήμα 5-9 φαίνονται οι δυνατότητες ανακύκλωσης του πλαστικού [41].



Σχήμα 5-9. Δυνατότητες διαχείρισης των πλαστικών απορριμμάτων.

Μπαταρίες

Η διάθεση των μπαταριών έχει αυξημένη περιβαλλοντική σημασία, παρά τον μικρό όγκο που αυτές αντιπροσωπεύουν στο σύνολο των απορριμμάτων, λόγω της ύπαρξης βαρέων μετάλλων, όπως υδραργύρου, μολύβδου και καδμίου.

Οι μπαταρίες χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες για τις οποίες ενδείκνυνται διαφορετικές πρακτικές διαχείρισης και διάθεσης: οι μπαταρίες οχημάτων και οι συνήθεις μπαταρίες οικιακών συσκευών (ραδιοφώνων, φακών, ρολογιών).

Η εφαρμογή προγράμματος ανάκτησης των μπαταριών από τον κύριο όγκο των οικιακών απορριμμάτων αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση των ποσοτήτων μπαταριών που καταλήγουν σε ΧΥΤΑ, σε αποτεφρωτήρες ή εγκαταστάσεις κομποστοποίησης. Η ρύπανση των νερών που μπορεί να προκληθεί από την ύπαρξη μπαταριών σε ένα ΧΥΤΑ, είναι συνάρτηση της παραμένουσας φόρτισης της μπαταρίας, των συνθηκών που επικρατούν μέσα στο ΧΥΤΑ, της

αποτελεσματικότητας του συστήματος στεγανοποίησης και της εγγύτητας του υδροφόρου ορίζοντα.

Υλικά οικοδομών

Στη συγκεκριμένη κατηγορία κατατάσσονται απορρίμματα που προκύπτουν κατά τη διαδικασία ανέγερσης οικοδομών καθώς και κατά την κατεδάφιση οικοδομών και λοιπών κατασκευών. Έξαρση στις ποσότητες υλικών οικοδομών που διατίθενται προς απόρριψη παρατηρείται προφανώς σε περιόδους κρίσης όπως πολέμων, σεισμών ή άλλων καταστροφών.

Τα απορρίμματα αυτού του τύπου περιέχουν κυρίως σκυρόδεμα (>60% κ.β.), τούβλα, κεραμίδια και άλλα δομικά στοιχεία κατασκευασμένα από άργιλο (15%), ξύλο (~20%), σίδηρο, χαλκό, μόλυβδο, αλουμίνιο, πλαστικό, γυαλί, κ.λ.π. Ενδιαφέρον για την ανακύκλωση παρουσιάζουν κυρίως το ξύλο, το οποίο βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες (οροφή, πατώματα, κουφώματα, ντουλάπια, κ.λ.π) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά ως δομικό υλικό ή ως καύσιμο, και τα διάφορα μέταλλα. Τα υλικά από τούβλα και σκυρόδεμα χαρακτηρίζονται ως αδρανή και είναι προτιμότερο να μη διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής, περιορίζοντας έτσι το διαθέσιμο για την υποδοχή οικιακών απορριμμάτων όγκο.

«Λευκά» απορρίμματα

Ως «λευκά» απορρίμματα χαρακτηρίζονται λόγω του συνήθους χρώματός τους, τα ψυγεία, τα πλυντήρια, οι κουζίνες, οι θερμοσίφωνες και άλλες ηλεκτρικές οικιακές συσκευές. Το ενδιαφέρον της βιομηχανίας ανακύκλωσης για τις συσκευές αυτές προέρχεται από τη δυνατότητα ανάκτησης σημαντικών ποσοτήτων σιδηροκραμάτων. Ένα ψυγείο, για παράδειγμα, περιέχει περίπου 35 Kg χάλυβα, η μεγαλύτερη ποσότητα του οποίου βρίσκεται σε μορφή φύλλων τοποθετημένων στα τοιχώματα και την πόρτα του.

5.3.3 Απόβλητα συσκευασίας

Νομικό πλαίσιο

Τα απόβλητα συσκευασίας αποτελούν σημαντικό μέρος του συνόλου των σύγχρονων ΑΣΑ γι' αυτό και η εθνική νομοθεσία [42] με το νόμο 2939/2001 δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα και προσοχή στη σωστή και οργανωμένη διαχείρισή τους. Άλλωστε για τη διαχείριση των αποβλήτων συσκευασίας προβλέπεται και η ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.).

Ως «συσκευασία» εννοείται κάθε προϊόν, κατασκευασμένο από οποιοδήποτε είδος υλικού από πρώτες ύλες μέχρι επεξεργασμένα υλικά και προοριζόμενο να χρησιμοποιείται για να περιέχει αγαθά με σκοπό την προστασία, τη διακίνηση, τη διάθεση και την παρουσίασή τους από τον παραγωγό μέχρι το χρήστη ή τον καταναλωτή. Ως συσκευασίες θεωρούνται όλα τα είδη μίας ή πολλαπλής χρήσης που χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό.

Η εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων βασίζεται στις ακόλουθες αρχές:

1. στην αρχή της πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων από τη διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων με τη μείωση του συνολικού όγκου τους και των επικίνδυνων συστατικών τους, και περαιτέρω:
 - στην αρχή της κατά προτεραιότητα επαναχρησιμοποίησης των συσκευασιών και της ανάκτησης υλικών και της ανακύκλωσης των αποβλήτων των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και εν συνεχεία,
 - στην ανάκτηση ενέργειας, χωρίς ρύπανση του περιβάλλοντος, ώστε να μειώνεται η τελική διάθεση των αποβλήτων αυτών,
2. στην αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει»,
3. στην αρχή της ευθύνης όλων των εμπλεκόμενων οικονομικών παραγόντων, δημόσιων και ιδιωτικών,

4. στην αρχή της δημοσιότητας προς τους χρήστες και καταναλωτές ως προς τα μέτρα που λαμβάνονται για την εφαρμογή αυτού του νόμου προκειμένου να αναδειχθεί ο ρόλος τους ως παράγοντες συμβολής στην επαναχρησιμοποίηση ή αξιοποίηση (εναλλακτική διαχείριση) των συσκευασιών και άλλων προϊόντων.

Στην αρχή της δημοσιότητας υπάγονται και τα μέτρα της υποχρεωτικής αναγραφής στη συσκευασία του εγγυοδοτικού αντιτίμου⁵, όπου επιβάλλεται, καθώς και της ειδικής σήμανσης ότι η συσκευασία υπόκειται σε εναλλακτική διαχείριση.

Σύμφωνα με το άρθρο 7 του Ν.2939/2001, η διαχείριση των συσκευασιών γίνεται από τους «διαχειριστές» οι οποίοι και υποχρεώνονται να οργανώνουν ή να συμμετέχουν σε συστήματα διαχείρισης των αποβλήτων αυτών. Τα συστήματα αυτά αποβλέπουν:

- στη συλλογή και επιστροφή χρησιμοποιημένων συσκευασιών ή αποβλήτων συσκευασίας,
- στην επαναχρησιμοποίηση ή αξιοποίηση (π.χ. ανακύκλωση) των αποβλήτων αυτών με τη χρήση καθαρών τεχνολογιών.

Η οργάνωση των συστημάτων αυτών γίνεται είτε ατομικά με την υποχρέωση εφαρμογής συστημάτων εγγυοδοσίας, είτε συλλογικά με οποιαδήποτε νομική μορφή (Α.Ε., Ε.Π.Ε., κοινοπραξίες, συνεταιρισμοί) αρκεί να έχει λάβει έγκριση από τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.).

Συγκεκριμένα για τα δημοτικά απόβλητα η εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων συσκευασίας είναι υποχρεωτική για τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) (άρθρο 8, Ν.2939/2001) και γίνεται είτε από τους δήμους, τις κοινότητες και τους ενιαίους συνδέσμους αυτών, είτε από τους «διαχειριστές» σε συνεργασία με τους παραπάνω φορείς.

⁵ Χρηματικό αντίτιμο που καταβάλλει ο αγοραστής συσκευασμένου προϊόντος στον πωλητή το οποίο του αποδίδεται κατά την επιστροφή της συσκευασίας (μίας ή πολλαπλής χρήσεως) με σκοπό την εναλλακτική διαχείριση της.

Ήδη έχει συσταθεί και λειτουργεί μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα οργανισμός με την ονομασία «Ελληνική Εταιρεία Ανακύκλωσης και Ανάκτησης» (ΕΕΑΑ) με αποστολή την ανάληψη των ευθυνών της βιομηχανίας που απορρέουν από το νόμο 2939/2001.

Σημαντικό σημείο του νόμου για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών αποτελεί η δυνατότητα των φορέων διαχείρισης να επιβάλλουν πρόστιμο στον καταναλωτή ή τελικό χρήστη αν ο τελευταίος δεν συμμορφωθεί με την υποχρέωση συλλογής και επιστροφής των συσκευασιών. Επίσης προβλέπεται ο ανά τριετία έλεγχος του συστήματος που εφαρμόζει ο κάθε «διαχειριστής» και η απονομή του Πιστοποιητικού Εναλλακτικής Διαχείρισης (Π.Ε.Δ.) στην περίπτωση που εφαρμόζεται με επιτυχία. Σε κάθε περίπτωση μη συμμόρφωσης με τις διατάξεις του νόμου για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών προβλέπονται κυρώσεις (ποινικές, διοικητικές, αστική ευθύνη).

Με το άρθρο 10 του Ν.2939/2001 τίθενται οι βασικοί ποσοτικοί στόχοι για την αξιοποίηση – επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων των συσκευασιών. Μέχρι την 31^η Δεκεμβρίου 2005 πρέπει να αξιοποιείται τουλάχιστον το 50% κατά βάρος των αποβλήτων συσκευασίας με ανώτατο όριο το 65%. Στο πλαίσιο του παραπάνω στόχου και για το ίδιο χρονικό διάστημα πρέπει να ανακυκλώνεται από το σύνολο των υλικών συσκευασίας τουλάχιστον το 25% κατά βάρος με ανώτατο όριο το 45%. Στο ποσοστό αυτό πρέπει να ανακυκλώνεται τουλάχιστον το 15% κάθε υλικού συσκευασίας.

Κατηγορίες υλικών συσκευασίας

Η μελέτη των υλικών συσκευασίας που περιλαμβάνονται στα ΑΣΑ [43, 44] έδειξε ότι οι συσκευασίες που πρέπει μετά τη χρήση τους να διατεθούν ως απόβλητα περιλαμβάνουν:

- **Μεταλλικές συσκευασίες**

Οι μεταλλικές συσκευασίες χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία τροφίμων και χημικών προϊόντων (χρώματα, κόλλες, κ.λπ.).

- **Πλαστικές συσκευασίες**

Οι πλαστικές συσκευασίες χρησιμοποιούνται στους κλάδους τροφίμων και ποτών, χημικών προϊόντων, απορρυπαντικών, λιπαντικών και καλλυντικών, ρουχισμού, κ.λ.π.

Οι συνηθέστερες μορφές πλαστικής συσκευασίας περιλαμβάνουν:

- Κιβώτια – Κουτιά – Καφάσια – Κουβάδες
- Φιάλες
- Σακούλες – Τσάντες – Σάκοι
- Μεμβράνες – Φιλμ
- Καπάκια

Οι διάφοροι τύποι πρώτης ύλης πλαστικού που χρησιμοποιούνται στις πλαστικές συσκευασίες περιλαμβάνουν:

- Πολυαιθυλένιο – PE
- Πολυπροπυλένιο – PP
- Πολυβινυλοχλωρίδιο – PVC
- Πολυστυρένιο – PS
- Τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο – PET

- **Γυάλινες συσκευασίες**

Οι γυάλινες συσκευασίες κατηγοριοποιούνται με τρεις τρόπους (Environmental Management Consultants Ltd, Εργαστήριο Γενικής Χημείας ΕΜΠ, 2001):

- Ανάλογα με τη χρήση τους σε:
 - Φιάλες για τρόφιμα και ποτά (διαφόρων μεγεθών)
 - Φιαλίδια για χρήση κυρίως από το φαρμακευτικό κλάδο
 - Φιάλες για αποστείρωση
 - Βάζα τροφίμων
 - Γυάλινες συσκευασίες για τα υπόλοιπα προϊόντα
- Ανάλογα με το χρώμα τους:
 - Άχρωμες (διαφανείς)
 - Έγχρωμες (από καφέ, πράσινο γυαλί)

- Ανάλογα με τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησής τους
 - Επαναχρησιμοποιήσιμες
 - Μιας χρήσης

- ***Χάρτινες συσκευασίες***

Οι χάρτινες συσκευασίες χρησιμοποιούνται στους κλάδους τροφίμων και ποτών, χημικών προϊόντων, απορρυπαντικών, λιπαντικών και καλλυντικών, ρουχισμού, κ.λ.π.

Οι συνηθέστερες μορφές χάρτινης συσκευασίας περιλαμβάνουν:

- Χαρτοκιβώτια
- Χαρτόκουτα
- Χαρτοσακούλες, χάρτινες τσάντες, χαρτόσακοι
- Tetrapak

- ***Ξύλινες συσκευασίες***

Οι συνηθέστερες μορφές ξύλινων συσκευασιών αφορούν σε:

- Ξύλινα κιβώτια
- Ξύλινες παλέτες

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε δύο τύπους σύνθετης συσκευασίας που δεν καλύπτονται από την περιγραφή που δώσαμε στην προηγούμενη παράγραφο (παράγραφος 5.3.2).

Tetrapak συσκευασίες

Με τον όρο αυτό εννοούμε συσκευασίες υγρών (πόσιμων). Οι συσκευασίες αυτές είναι σύνθετες και αποτελούνται από κυτταρίνη και πολυαιθυλένιο (PE). Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται για προϊόντα μεγαλύτερης διάρκειας προστίθεται και ένα φύλλο αλουμινίου. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε συσκευασία 1L προϊόντος μόνο το 3% κ.β. είναι η συσκευασία.

Οι μακριές ίνες χαρτιού των συσκευασιών αυτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή χαρτονιών και χαρτιού υγείας ενώ το αλουμίνιο και το PE μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην τσιμεντοβιομηχανία.

Συσκευασίες Blister

Οι συσκευασίες αυτές αποτελούνται από ένα διάφανο πλαστικό φύλλο και από ένα φύλλο αλουμινίου ή χαρτιού κολλημένα μαζί. Χρησιμοποιούνται συνήθως για τη συσκευασία χαπιών αλλά και άλλων προϊόντων (οδοντόβουρτσες, σωληνάρια κόλλας κ.α.).

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται η χρήση blister για τη συσκευασία κόλλας και η αντικατάσταση της συσκευασίας με ένα έξυπνα σχεδιασμένο καπάκι το οποίο φέρει γάντζο.



Σχήμα 5-10. Συσκευασία blister και αντικατάστασή της από τη βιομηχανία.

Συλλογή και διαχωρισμός στην Ελλάδα

Σύμφωνα με το σύστημα που έχει αναπτυχθεί από την ΕΕΑΑ [45] η συλλογή των απορριμμάτων συσκευασίας υλοποιείται με το συνδυασμό:

- διαχωρισμού του ξηρού κλάσματος από τα οργανικά και
- διαλογής στην πηγή.

Για το λόγο αυτό θεωρείται ότι στην πηγή δημιουργούνται δύο παράλληλα ρεύματα αποβλήτων, τα ανακυκλώσιμα και τα βιοαποικοδομήσιμα.

Τα απορρίμματα συσκευασίας που συλλέγονται, διαχωρίζονται και ανακτώνται είναι: μεταλλικά κουτιά, κουτιά αλουμινίου, γυάλινα μπουκάλια, χαρτόνια, σύνθετες συσκευασίες για υγρές τροφές, PET, PVC, HDPE, LDPE,

και PS. Εκτός από τις συσκευασίες ανακτάται και χαρτί (λευκό χαρτί, εφημερίδες, περιοδικά κ.λ.π.).

Η συλλογή γίνεται από κάθε νοικοκυριό ξεχωριστά με τη χρήση επαναχρησιμοποιήσιμων τσαντών (33L) μπλε χρώματος και από ειδικούς κάδους χρώματος μπλε και χωρητικότητας 1.100L. Το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα τοποθετείται σε πράσινους κάδους χωρητικότητας 1.100L.

5.4 Κομποστοποίηση (Λιπασματοποίηση)

5.4.1 Εισαγωγή

Η λιπασματοποίηση είναι μία μέθοδος διαχείρισης στερεών απορριμμάτων, όπου το οργανικό (ζυμώσιμο) κλάσμα αποικοδομείται βιολογικά υπό ελεγχόμενες συνθήκες με αποτέλεσμα τη σταδιακή μετατροπή του σε ένα υλικό βιολογικά σταθερό (compost), το οποίο μπορεί να χρησιμεύσει σαν εδαφοβελτιωτικό.

Οι φράσεις κλειδιά που χρησιμοποιούνται στον ορισμό και διαφοροποιούν τη λιπασματοποίηση από άλλες μεθόδους, είναι οι εξής:

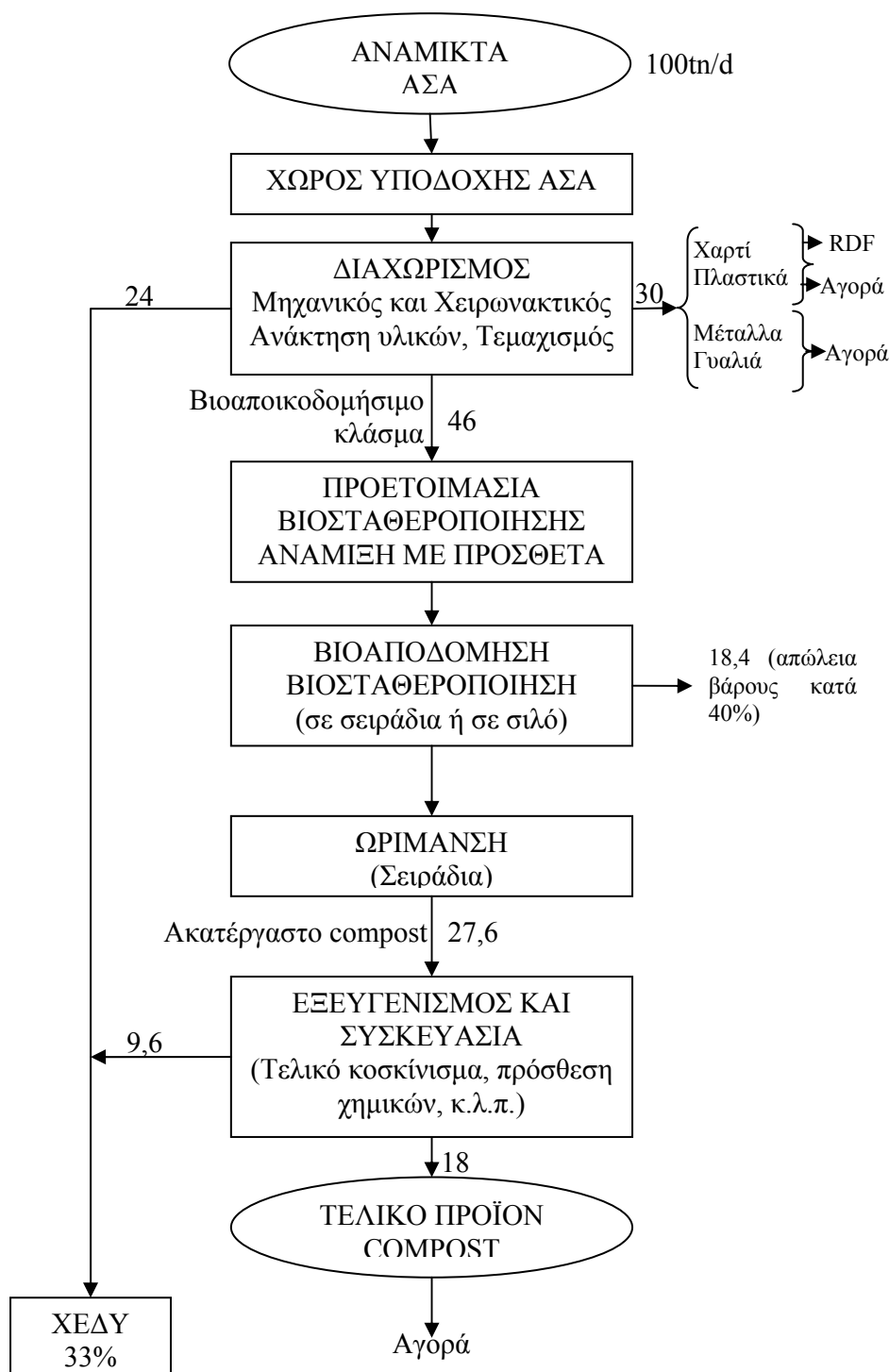
- αποικοδομείται βιολογικά,
- οργανικό κλάσμα και
- υπό ελεγχόμενες συνθήκες.

Η φράση «αποικοδομείται βιολογικά» διαφοροποιεί την εν λόγω μέθοδο από άλλες μεθόδους διαχείρισης στερεών απορριμμάτων, όπως είναι η καύση, η πυρόλυση, η υγειονομική ταφή κ.λ.π. [46]. Ο όρος «οργανικό κλάσμα» έχει να κάνει με τη βιολογική αποικοδόμηση. Γενικά, μόνο τα βιολογικής προέλευσης υλικά (π.χ. ξύλο, χαρτί, υπολείμματα κηπουρικής κ.λ.π.) μπορούν να αποικοδομηθούν βιολογικά. Η φράση «υπό ελεγχόμενες συνθήκες» είναι ίσως η πιο σημαντική από τις φράσεις-κλειδιά, γιατί διαφοροποιεί τη λιπασματοποίηση από τη βιολογική αποικοδόμηση που λαμβάνει χώρα στη φύση και είναι υπεύθυνη για την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων. Ένας πολύ πρακτικός λόγος που η φράση περιέχει τη λέξη «ελεγχόμενες» είναι ότι,

χωρίς τον έλεγχο, ακόμα και η πιο απλή περίπτωση βιολογικής ανοικοδόμησης θα χαρακτηριζόταν σαν λιπασματοποίηση.

Η τελευταία φράση του ορισμού, «ένα υλικό βιολογικά σταθερό (compost), το οποίο μπορεί να χρησιμεύσει σαν εδαφοβελτιωτικό», αν και δεν αποτελεί κάποια φράση-κλειδί, εν τούτοις υποδηλώνει ότι το υλικό έχει βιολογικά σταθεροποιηθεί. Αποτελεί επίσης μία ένδειξη του σκοπού της όλης διαδικασίας και ένα μέτρο που υποδηλώνει την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Ακόμα και εάν παραλείψουμε τη φράση αυτή, ο ορισμός παραμένει δόκιμος.

Στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 5-11) δίνεται το διάγραμμα ροής μαζί με ένα ενδεικτικό ισοζύγιο μάζας μιας εγκατάστασης λιπασματοποίησης.



Σχήμα 5-11. Διάγραμμα ροής και ενδεικτικό ισοζύγιο μάζας εγκατάστασης λιπασματοποίησης (αριθμοί σε tn/d)

Όπως προαναφέρθηκε, το οργανικό (ζυμώσιμο) κλάσμα των στερεών απορριμμάτων είναι υλικό που μπορεί να αποικοδομηθεί βιολογικά και να

παράγει ποσότητες compost. Το οργανικό κλάσμα των στερεών αστικών απορριμμάτων περιλαμβάνει:

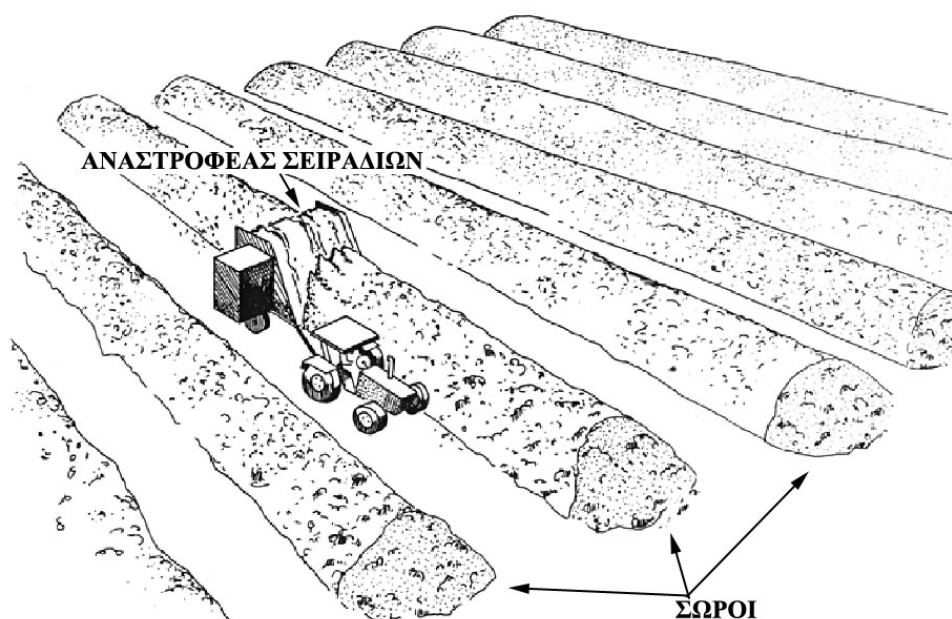
- Τα οργανικά υπολείμματα της κουζίνας, όπως φλούδες, φύλλα, χαλασμένους καρπούς, υπολείμματα από σαλάτες, κρέατα, κόκαλα και ψάρια. Επίσης, τα κατακάθια του καφέ και τα υπολείμματα από κάθε είδος αφεψήματα, εκχυλίσματα κ.λ.π.
- τα φυτικά υπολείμματα από πάρκα, δέντρα, κήπους, βεράντες(φύλλα, κλαριά, φλούδες, ρίζες, κλαδέματα από δένδρα, θάμνους, κ.λ.π.).

5.4.2 Είδη λιπασματοποίησης

Η αερόβια βιολογική επεξεργασία του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ έχει εφαρμοστεί με διάφορες μορφές όπως [51]:

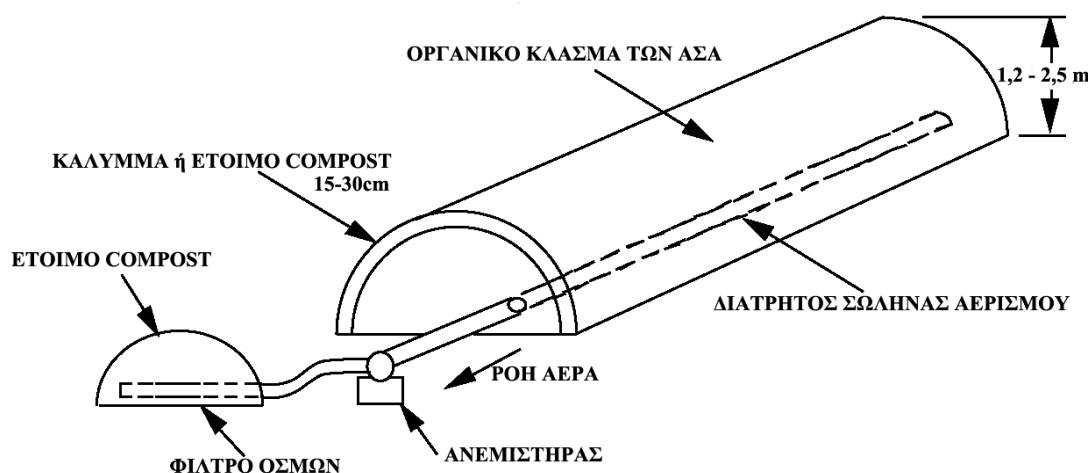
- μέθοδος αναδευόμενων σωρών,
- μέθοδος δυναμικά αεριζόμενων σωρών,
- μέθοδος βιοαντιδραστήρων (κλειστά συστήματα).

Η μέθοδος των αναδευόμενων σωρών: Απαιτεί τη χρήση μεγάλου μήκους σωρών του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ. Οι σωροί αυτοί είναι συνήθως τριγωνικής διατομής με λόγο (πλάτος βάσης)/ύψος τουλάχιστον 2. Ο λόγος απαίτησης του σχήματος αυτού είναι από τη μια πλευρά η ύπαρξη ενός επαρκούς μεγέθους σωρού ώστε να υπάρχει παραγωγή αρκετής θερμότητας η οποία να διατηρείται στο εσωτερικό του και από την άλλη ο σωρός να είναι αρκετά μικρός ώστε το οξυγόνο να μπορεί να διαχέεται ελεύθερα στο εσωτερικό του. Οι σωροί τοποθετούνται σε σταθερό έδαφος ώστε να μπορούν να αναδύνονται περιοδικά (Σχήμα 5-12). Ο αερισμός του σωρού γίνεται στατικά, δηλαδή με την περιοδική ανάδευση του σωρού. Ένας τυπικός σχηματισμός είναι τα *σειράδια* (ελεύθερα ή σε κανάλια) μήκους μέχρι 100m και πλάτους μέχρι 5m [9]. Τα συστήματα αυτά είναι ανοικτά και λειτουργούν συνήθως κάτω από υπόστεγο.



Σχήμα 5-12. Αναστροφέας σειραδίων

Μέθοδος δυναμικά αεριζόμενων σωρών: Η μέθοδος αυτή (Σχήμα 5-13) [51] απαιτεί ομοίως την τοποθέτηση των υλικών προς λιπασματοποίηση σε σωρούς. Στη συγκεκριμένη περίπτωση όμως οι σωροί αερίζονται μηχανικά και τα συστήματα αυτά ονομάζονται και δυναμικά [9]. Οι σωροί τοποθετούνται πάνω σε ένα δίκτυο αεριστήρων οι οποίοι παρέχουν τον απαραίτητο αέρα για τη λιπασματοποίηση. Ο αέρας είτε παρέχεται με θετική πίεση (τροφοδοσία αέρα στο σωρό) είτε με αρνητική πίεση (αναρρόφηση αέρα από το σωρό). Μέσω σωστού προγραμματισμού της συχνότητας και της ποσότητας του αερισμού μπορεί να ελεγχθεί και η θερμοκρασία που αναπτύσσει ο σωρός, ενώ τα απαέρια μπορούν εύκολα να καθαριστούν από οσμές. Επειδή όμως οι σωροί δεν αναδεύονται υπάρχει το ενδεχόμενο η εξωτερική επιφάνεια του σωρού να μην αποκτήσει την επιθυμητή θερμοκρασία (55°C) για την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών. Για το λόγο αυτό τοποθετείται ένα κάλυμμα από έτοιμο compost, το οποίο δρα ως θερμομονωτικό. Οι απαιτήσεις χώρου για τη μέθοδο αυτή είναι αρκετά μικρότερες από τη μέθοδο των αναδευόμενων σωρών. Η περίοδος ωρίμανσης είναι από έξι έως δώδεκα (6-12) εβδομάδες.



Σχήμα 5-13. Μέθοδος δυναμικά αεριζόμενων σωρών

Μέθοδος βιοαντιδραστήρων (κλειστά συστήματα): Στα συστήματα αυτά το προς λιπασματοποίηση μίγμα των ΑΣΑ τοποθετείται μέσα σε βιοαντιδραστήρα όπου και βιοαποικοδομείται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες αερισμού, υγρασίας και συνεχούς ανάδευσης. Οι αντιδραστήρες μπορούν να περιλαμβάνουν περισσότερα του ενός διαμερίσματα (π.χ. πολυώροφα σιλό), να περιστρέφονται ή να περιλαμβάνουν μηχανισμούς περιστροφής και ανάδευσης των υλικών και μπορούν να τοποθετηθούν ακόμα και μέσα σε κτίρια. Συνήθως είναι συστήματα συνεχούς ροής αλλά έχουν παρουσιαστεί και συστήματα batch. Σημαντικό πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών είναι ότι η διαδικασία λαμβάνει χώρα κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες ώστε να επιταχύνεται η λιπασματοποίηση. Η μέθοδος αυτή αν και πιο πολύπλοκη από τις μεθόδους των σωρών παράγει ελάχιστες οσμές και ελάχιστα ή καθόλου στραγγίσματα. Επίσης η παροχή αέρα μπορεί να ελεγχθεί πλήρως, αφού με τη χρήση αισθητήρων οξυγόνου ο αέρας μπορεί να κατευθυνθεί ακριβώς στην περιοχή που παρουσιάζεται έλλειμμα οξυγόνου. Ο χρόνος ωρίμανσης ποικίλει από μία έως τέσσερις εβδομάδες.

5.4.3 Το Προϊόν της διαδικασίας λιπασματοποίησης

Τα τελικά προϊόντα που προκύπτουν από τη διαδικασία της λιπασματοποίησης είναι (Σχήμα 5-14) [47]:

- διοξείδιο του άνθρακα (CO_2),

- νερό και
- ένα χουμοειδές υλικό που δεν μπορεί να περιγραφεί με ακρίβεια. Η διεθνής βιβλιογραφία το ονομάζει γενικά compost, χωρίς σαφή αναφορά σε συγκεκριμένο στάδιο λιπασματοποίησης.

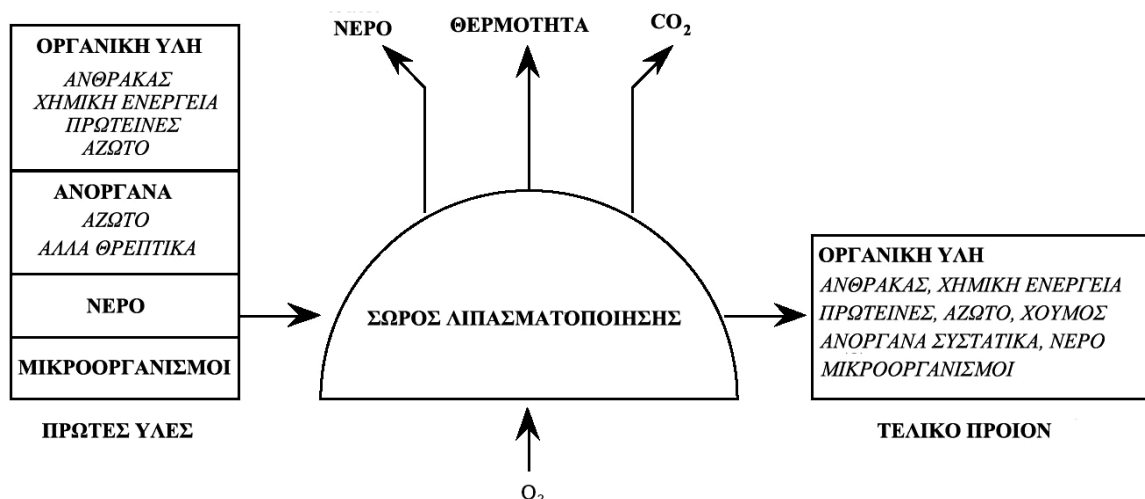
Η λιπασματοποίηση αποσκοπεί και στα παρακάτω [2]:

- την καταστροφή παθογόνων και άλλων ανεπιθύμητων οργανισμών, τα οποία είναι πιθανό να βρίσκονται στα στερεά απορρίμματα
- τη διατήρηση του θρεπτικού επιπέδου του οργανικού υλικού σε υψηλά επίπεδα (περιεκτικότητα σε N, P και K), ώστε το προϊόν (compost) που θα προκύψει να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους.

Γενικά, τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του compost ποικίλουν ανάλογα με την αρχική ύλη που διατέθηκε για λιπασματοποίηση, τις συνθήκες οι οποίες επικράτησαν κατά τη διαδικασία και την έκταση της αποικοδόμησης. Το compost έχει σκούρο χρώμα, εύθραυστη, χωμάτινη υφή και οσμή που μοιάζουν με αυτές του εδάφους. Το τελικό προϊόν δεν έχει καμία σχέση, όσον αφορά τη φυσική μορφή, με αυτή του αρχικού οργανικού υλικού από το οποίο παράχθηκε. Το καλής ποιότητας compost έχει απαλλαγεί από ζιζάνια και παθογόνα.

Μερικά από τα χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν το compost από άλλα οργανικά υλικά είναι [2]:

- το χρώμα του, το οποίο ποικίλλει από σκούρο καφέ έως μαύρο
- ο χαμηλός λόγος C/N σε σχέση με άλλα οργανικά υλικά
- η συνεχώς μεταβαλλόμενη σύνθεσή του, εξαιτίας της δράσης των μικροοργανισμών, ακόμα και μετά το στάδιο της ωρίμανσης
- η υψηλή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων και προσρόφησης νερού



Ο άνθρακας, η χημική ενέργεια, οι πρωτεΐνες και το νερό είναι σε μικρότερη ποσότητα στο τελικό προϊόν από ότι στις πρώτες ύλες. Το τελικό προϊόν περιέχει περισσότερο χούμο, ενώ ο όγκος (του τελικού προϊόντος) είναι μικρότερος από το 50% του όγκου των πρώτων υλών.

Σχήμα 5-14. Προϊόντα της λιπασματοποίησης

5.4.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Μεθόδου

Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 5-2) [46] καταγράφονται τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της λιπασματοποίησης, ως τρόπου διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων.

Πίνακας 5-2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της λιπασματοποίησης [46]

Πλεονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> • Παραγωγή προϊόντος (compost) ή προϊόντων που διατίθενται στην αγορά • Δυνατή η από κοινού χουμοποίηση με λάσπη από βιολογική επεξεργασία • Αύξηση ζωής του χώρου υγειονομικής ταφής • Χαμηλότερα κόστη επένδυσης από ότι τα συστήματα καύσης • Συμβατή με προγράμματα ανακύκλωσης και καύσης • Χαμηλού επιπέδου περιβαλλοντικές επιπτώσεις • Καλύτερης ποιότητας απορρίμματα για ταφή στο ΧΥΤΑ
Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> • Αργός ρυθμός διαδικασίας • Πλήθος απρόβλεπτων παραγόντων που δυσχεραίνουν τον έλεγχο της διαδικασίας • Απαραίτητη η διάθεση / πώληση του προϊόντος (compost) • Μεγαλύτερες απαιτήσεις έκτασης σε σχέση με την καύση • Μεγαλύτερες απαιτήσεις εργατικού προσωπικού σε σχέση με την καύση

5.4.5 Η διαδικασία λιπασματοποίησης ΑΣΑ.

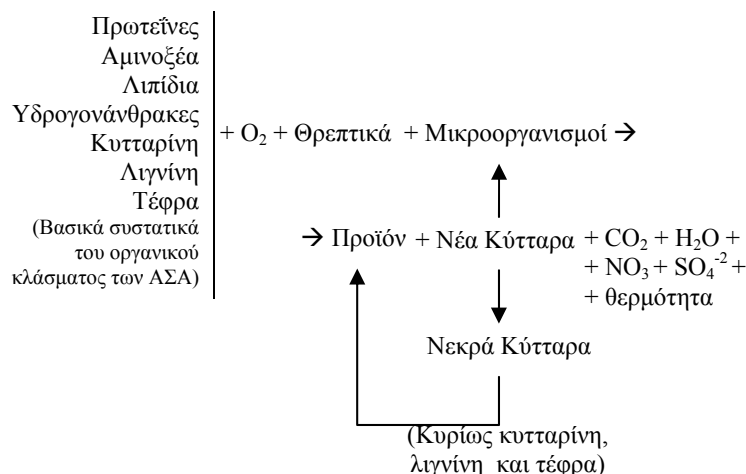
Για μία αποτελεσματική και επιτυχημένη διαδικασία λιπασματοποίησης ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στους εξής παράγοντες: α) στην προεπεξεργασία, β) στον έλεγχο της θερμοκρασίας και γ) στις απαιτήσεις, όσον αφορά τον αερισμό και το ανακάτεμα των σωρών.

5.4.6 Τα Στάδια της λιπασματοποίησης

Η διαδικασία λιπασματοποίησης περιλαμβάνει τη δράση μικροοργανισμών σε βιοαποικοδομήσιμο οργανικό υλικό, το οποίο έχει σχηματιστεί σε σωρούς με αρκετά μεγάλο μήκος. Συγκεκριμένα, οι μικροοργανισμοί αποσυνθέτουν το προς λιπασματοποίηση υλικό, καθώς τρέφονται από αυτό (θρεπτικό υπόστρωμα). Οι μικροοργανισμοί σπάζουν τους χημικούς δεσμούς με τους οποίους συνδέονται τα άτομα του άνθρακα μεταξύ τους. Στη συνέχεια, σχηματίζουν πρωτεΐνες, συνδυάζοντας τη χημική ενέργεια που εκλύεται, με τα άτομα άνθρακα και αζώτου, που βρίσκονται προσωρινά σε διάσπαση. Επειδή οι πρωτεΐνες αποτελούν το κύριο συστατικό των μικροοργανισμών, έχουμε αύξηση του πληθυσμού αυτών.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται όσο οι συνθήκες το επιτρέπουν και για την πραγματοποίησή της είναι απαραίτητο να υπάρχει μία κατάλληλη, για να αφομοιωθεί από τους μικροοργανισμούς, πρώτη ύλη, ένας κατάλληλος μικροβιακός πληθυσμός και φυσικά οι συνθήκες εκείνες που θα επιτρέψουν την αποικοδόμηση.

Το οργανικό κλάσμα των στερεών απορριμμάτων, όπως όλες οι οργανικές ενώσεις, θεωρείται ότι αποτελείται από πρωτεΐνες, αμινοξέα, λιπίδια, υδρογονάνθρακες, κυτταρίνη, λιγνίνη και τέφρα [46]. Έτσι, η παραπάνω διαδικασία, μπορεί να παραστεί σε μορφή εξίσωσης ως εξής:



Τα νέα κύτταρα που παράγονται, αποτελούν μέρος της ενεργού βιομάζας που είναι υπεύθυνη για τη μετατροπή του οργανικού υλικού. Τελικά, με το θάνατό τους, αποτελούν μέρος του τελικού προϊόντος (compost).

Τα στάδια της λιπασματοποίησης είναι τέσσερα και σχηματικά αποδίδονται στη συνέχεια (Σχήμα 5-15) [48]:

1^ο Στάδιο

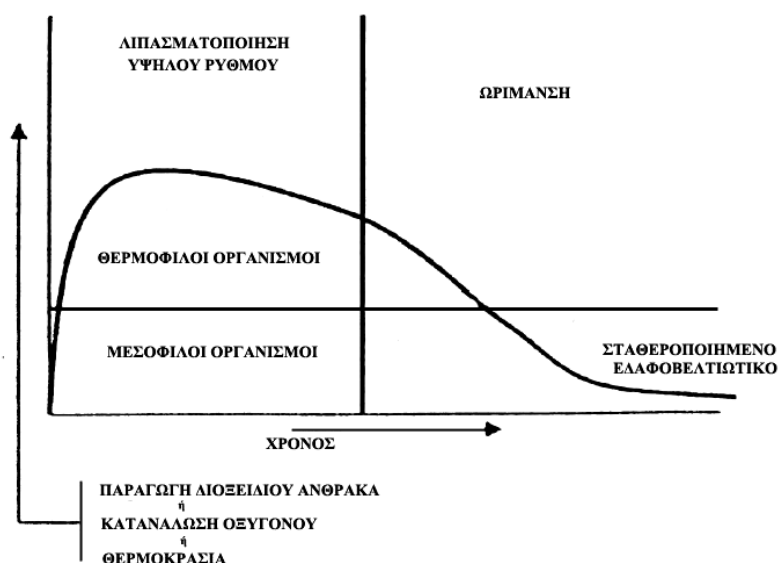
Κατά το στάδιο αυτό επικρατούν οι μεσόφιλοι οργανισμοί που αρχίζουν την αποσύνθεση των οργανικών ουσιών. Απαιτείται αρκετός αερισμός, υγρασία και θερμότητα. Το pH μειώνεται εξαιτίας του σχηματισμού των οργανικών οξέων. Τρία είναι τα είδη που εμπλέκονται στην αποσύνθεση του οργανικού υλικού: βακτήρια, μύκητες και ακτινομύκητες. Τα δύο πρώτα πρωτοστατούν στη φάση αυτή.

2^ο Στάδιο

Το pH της μάζας μετατρέπεται σε αλκαλικό και είναι δυνατό να ελευθερωθεί NH₃, αν υπάρχει περίσσεια N. Στο τέλος αυτού του σταδίου, η μεταβολική δράση αυτών των μικροοργανισμών είναι τέτοια, ώστε η θερμοκρασία φτάνει τους 60-70°C. Έτσι, μόνο θερμοφιλικά βακτήρια και ακτινομύκητες μπορούν να συνεχίσουν την αποικοδόμηση του υλικού.

3^ο Στάδιο

Με τη συνεχή κατανάλωση του υποστρώματος, ο ρυθμός αποικοδόμησης μειώνεται, όπως και η θερμοκρασία. Έτσι, τα μη θερμοφιλικά βακτήρια και οι μύκητες ξαναγίνονται ενεργά.



Σχήμα 5-15. Στάδια της διαδικασίας λιπασματοποίησης

4^ο Στάδιο

Στο τελικό αυτό στάδιο συμβαίνουν περίπλοκες αντιδράσεις πυκνώσης και πολυμερισμού. Το τελικό προϊόν αποτελείται από ένα σταθεροποιημένο οργανικό υπόλειμμα, παρόμοιο με τα χουμικά υλικά του εδάφους, που σχηματίζονται στη φύση από ζωικά και φυτικά υπολείμματα με ανάλογη βιολογική διαδικασία.

Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 5-3) [51] δείχνονται οι χημικοί και φυσικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία της λιπασματοποίησης.

Οι χημικοί παράγοντες είναι η υγρασία, ο λόγος C/N, το pH, και το οξυγόνο που υπάρχει κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, μέσω του αερισμού.

Οι φυσικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία της λιπασματοποίησης είναι το μέγεθος των τεμαχίων και η θερμοκρασία.

Πίνακας 5-3. Χημικοί και φυσικοί παράγοντες επιρροής λιπασματοποίησης

Παράγοντες	Βέλτιστες τιμές
Χημικοί	
• Υγρασία	40-60%
• Λόγος C/N	20-30
• pH	6-8
• Οξυγόνο	10-15%

Φυσικοί

- Μέγεθος Τεμαχίων ♦
 - θερμοκρασία 32-60⁰C
-

5.4.7 Χημικοί παράγοντες επιρροής της διαδικασίας

Υγρασία

Το νερό είναι μία απαραίτητη παράμετρος για όλες τις μορφές της ζωής. Οι μικροοργανισμοί που αποικοδομούν το οργανικό υλικό σε ένα σωρό λιπασματοποίησης δεν αποτελούν εξαίρεση.

Τα περισσότερα οργανικά υλικά έχουν πολύ χαμηλά ποσοστά υγρασίας που έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης της λιπασματοποίησης. Η δράση των μικροοργανισμών μειώνεται σημαντικά αν το ποσοστό υγρασίας στο σωρό πέσει κάτω από 40%. Αν αντίθετα το ποσοστό αυξηθεί πάρα πολύ (> 60%), οι πόροι αέρος που βρίσκονται μέσα στο υλικό γεμίζουν με νερό δημιουργώντας αναερόβιες συνθήκες, που προκαλούν δυσάρεστες οσμές και τη δημιουργία διασταλλαγμάτων. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της αποσύνθεσης πολύπλοκων οργανικών ενώσεων, που οδηγούν στη δημιουργία CH₄ και CO₂.

Λόγω της εξάτμισης υπάρχει συνήθως ένα έλλειμμα υγρασίας στο σωρό, παρόλο που η μικροβιακή δράση αυξάνει την υγρασία σε αυτόν κατά τη διάρκεια της ανοικοδόμησης. Σε μία τέτοια περίπτωση, η προσθήκη νερού στο σωρό είναι απαραίτητη για τη σωστή πορεία της διαδικασίας. Βέβαια, υπάρχει η δυνατότητα μείωσης της εξάτμισης ελέγχοντας το μέγεθος των σωρών (σωροί μεγάλου όγκου έχουν μικρότερη επιφάνεια εξάτμισης ανά μονάδα όγκου από σωρούς μικρότερου όγκου). Το προστιθέμενο νερό πρέπει να ανακατεύεται με όλο το σωρό, ώστε κάθε σημείο του προς λιπασματοποίηση υλικού να λαμβάνει μέρος στη διαδικασία κάτω από ίδιες συνθήκες.

♦ Το «βέλτιστο μέγεθος» τεμαχίου είναι αυτό που έχει αρκετή επιφάνεια για μικροβιακή δράση, αλλά και αρκετό χώρο (κενά) για την απαιτούμενη ροή αέρα.

Λόγος C/N

Ο λόγος άνθρακα προς άζωτο χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της καταλληλότητας ενός είδους απορρίμματος, ως υποστρώματος για λιπασματοποίηση. Τα αποτελέσματα της εμπειρίας των ερευνητών στον τομέα της λιπασματοποίησης τις δύο τελευταίες δεκαετίες, οδήγησαν στο συμπέρασμα πως μία τιμή του λόγου C/N μεταξύ 20 και 30 είναι «βέλτιστη» για τους περισσότερους τύπους απορριμμάτων και ειδικά για ΑΣΑ. Εάν ο λόγος διαφοροποιηθεί από αυτές τις τιμές, το όλο σύστημα θα χάσει σε απόδοση.

Για παράδειγμα, εάν τα απορρίμματα περιέχουν ένα μεγάλο ποσοστό ξυλώδους υλικού ή εφημερίδων, ο λόγος που προκύπτει είναι από 35/1 έως 40/1. Αντίθετα, τα λεγόμενα πράσινα απόβλητα, όπως τα φρέσκα αγριόχορτα, τα κλαδέματα, η κοπριά και απομεινάρια από την κουζίνα, περιέχουν σχετικά μεγάλα ποσοστά αζώτου. Η ανάμειξη των δύο παραπάνω ειδών απορριμμάτων θα επιφέρει τις επιθυμητές αλλαγές στην τιμή του λόγου C/N και θα επιταχύνει τη διαδικασία αποικοδόμησης.

Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 5-4,) [49], [50] δίνονται ενδεικτικά οι τιμές των λόγων C/N για διάφορα είδη απορριμμάτων.

Πίνακας 5-4. Ενδεικτικές τιμές λόγου C/N διάφορων ειδών.

Υλικά με μεγάλη περιεκτικότητα σε N	C/N
Δραστική Λάσπη	6/1
Χώμα	10/1
Γρασίδι	12/1-15/1
Υπολείμματα Τροφών	15/1
Κοπριά Πουλερικών	15/1
Χωνεμένη Λάσπη	16/1
Υπολείμματα Χλοοκοπής	19/1
Κοπριά Βοοειδών	20/1
Κοπριά Αλόγων	25/1
Φλούδες Πατάτας	25/1
Υλικά με μεγάλη περιεκτικότητα σε C	C/N
Φρούτα	35/1
Φυλλώματα	40/1-80/1
Άχυρο	80/1
Φλοιός Δέντρου	100/1-130/1
Χαρτί	150-200/1
Ξύλο και Πριονίδι	100/1-500/1

pH

Άλλος ένας παράγοντας, ο οποίος είναι πολύ χρήσιμος στη διάγνωση και επίλυση ορισμένων λειτουργικών προβλημάτων κατά τη διαδικασία της λιπασματοποίησης, είναι το pH του σωρού. Με την έναρξη της διαδικασίας, η τιμή του pH αρχίζει να μειώνεται. Αυτό το γεγονός είναι συνέπεια της δράσης των μικροοργανισμών, που δημιουργούν οξέα με τη διάσπαση των σύνθετων οργανικών ενώσεων. Όταν η τιμή του pH πέσει κάτω από 6 η διαδικασία λιπασματοποίησης επιβραδύνεται. Ο επιπλέον αερισμός μπορεί να αποτελέσει λύση αυτού του προβλήματος, αλλά σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να είναι χρήσιμη η πρόσθεση ασβεστίου ή άλλου ουδέτερου χημικού παράγοντα για την επαναφορά του pH στην προηγούμενη τιμή του. Από την άλλη μεριά, καλό είναι να αποφεύγονται τιμές άνω του 8, που μπορούν να προκαλέσουν εκπομπή ανεπιθύμητης αέριας αμμωνίας.

Οξυγόνο

Κατά τη διάρκεια της λιπασματοποίησης, κατά κανόνα, λαμβάνουν χώρα αερόβιες συνθήκες. Όμως, οι αναερόβιες συνθήκες που ίσως προκύψουν κατά τη διάρκεια της αποικοδόμησης είναι δυνατό να προκαλέσουν τη δημιουργία ανεπιθύμητων οσμών. Συνεπώς, ο σωρός θα πρέπει να επιτρέπει τη ροή του απαραίτητου για τη διαδικασία αέρα, αλλά και την έξοδο του CO₂ και άλλων παραγόμενων αερίων. Η ροή του αέρα μπορεί να επιτευχθεί είτε μηχανικά, με την τοποθέτηση σωλήνων αερισμού που ελέγχουν το επίπεδο του οξυγόνου στο σωρό, ή με ανάδευση του σωρού, με τη βοήθεια ειδικών μηχανημάτων, που εκθέτουν τα μικρόβια στον ατμοσφαιρικό αέρα και δημιουργούν περισσότερα κενά στο σωρό, τα οποία βοηθούν τη ροή του αέρα.

Μία συγκέντρωση οξυγόνου της τάξης του 10-15% θεωρείται επαρκής [51]. Μεγαλύτερες τιμές καλό είναι να αποφεύγονται γιατί υπάρχει η πιθανότητα μείωσης της απαιτούμενης, για τη διαδικασία, θερμοκρασίας. Επίσης, μία μεγαλύτερη ροή αέρα μπορεί να προκαλέσει επιπλέον εξάτμιση, που επιβραδύνει το ρυθμό αποικοδόμησης και αυξάνει το κόστος λειτουργίας της εγκατάστασης λιπασματοποίησης.

5.4.8 Φυσικοί παράγοντες επιρροής της διαδικασίας

Μέγεθος Τεμαχίων

Η μικροβιακή δράση λαμβάνει χώρα στην επιφάνεια κάθε μικρού τεμαχίου του προς λιπασματοποίηση υλικού. Τεμάχια με μεγαλύτερο εμβαδόν επιφανείας ανά μονάδα όγκου, επιτρέπουν στους μικροοργανισμούς την αποικοδόμηση περισσότερου υλικού, τη γρηγορότερή τους ανάπτυξη και την παραγωγή περισσότερης θερμότητας. Το «βέλτιστο μέγεθος» τεμαχίου είναι αυτό που έχει αρκετή επιφάνεια για μικροβιακή δράση, αλλά και αρκετό χώρο (κενά) για την απαιτούμενη ροή αέρα.

Θερμοκρασία

Κατά τη λιπασματοποίηση, η πλήρης αποικοδόμηση επιταχύνεται όταν επικρατούν θερμοκρασίες μεταξύ 32-60 °C [51]. Σε θερμοκρασίες κάτω των 32 °C, η διαδικασία επιβραδύνεται σημαντικά, αφού επηρεάζεται αρνητικά ο μεταβολισμός των μικροοργανισμών. Αντίθετα, σε θερμοκρασίες άνω των 60 °C, οι περισσότεροι μικροοργανισμοί δεν μπορούν να επιζήσουν (Πίνακας 5-5) [2].

Πίνακας 5-5. Τυπικές θερμοκρασίες διαφόρων βακτηρίων.

Τύπος	Θερμοκρασία, °C	
	Εύρος	Βέλτιστη
Ψυχροφιλικά (Κρυοφιλικά)	-10 έως 30	15
Μεσοφιλικά	20 έως 50	35
Θερμοφιλικά	45 έως 75	55

Παρόλο που η λιπασματοποίηση λαμβάνει χώρα όταν επικρατούν θερμοκρασίες από 32-60 °C, στην πράξη προτιμούνται θερμοκρασίες που βελτιστοποιούν τη δράση των θερμοφιλικών μικροοργανισμών για δύο λόγους:

- (1) για την επίτευξη ταχύτερης αποικοδόμησης και
- (2) για την καταστροφή παθογόνων και ζιζανίων.

Η θερμοκρασία των σωρών εξαρτάται από τη θερμότητα που παράγεται με τη δράση των μικροοργανισμών, από τον αερισμό του σωρού και από τη νύξη

της επιφάνειας του σωρού λόγω των καιρικών συνθηκών. Σε πολύ ψυχρές περιόδους, οι σωροί ίσως χρειαστεί να είναι μεγαλύτεροι από ότι συνήθως, για τη μείωση των απωλειών από την επιφάνεια.

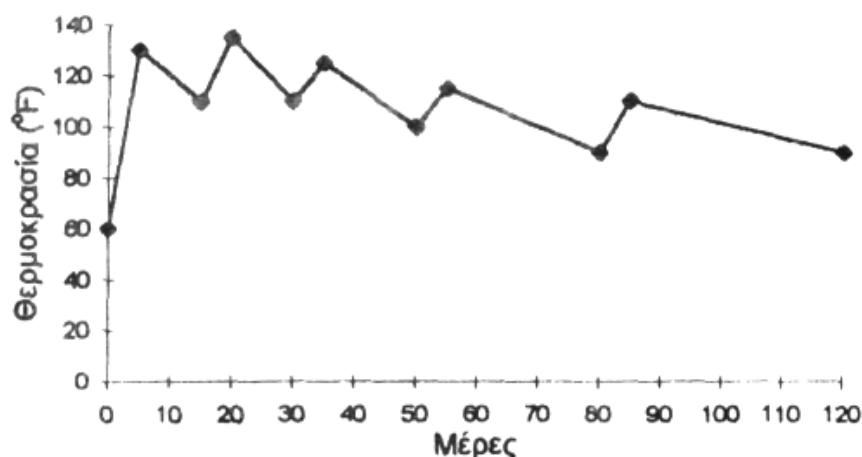
Σε κλειστά συστήματα (in vessel), η καταστροφή των παθογόνων και των ζιζανίων επιτυγχάνεται όταν η θερμοκρασία της μάζας του υλικού διατηρηθεί στους 55 °C, για τουλάχιστον τρεις ημέρες. Σε συστήματα αναδευόμενων σωρών, η καταστροφή των παραπάνω ανεπιθύμητων οργανισμών επιτυγχάνεται όταν η θερμοκρασία διατηρηθεί στο επίπεδο των 53 °C, σε όλο τον όγκο του σωρού, για τουλάχιστον 15 ημέρες. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, οι σωροί πρέπει να αναδευτούν τουλάχιστον πέντε φορές. Στη συνέχεια, και για τα δύο συστήματα, η θερμοκρασία μπορεί να πέσει σε ελάχιστα κατώτερα επίπεδα (51-55 °C). Προσοχή θα πρέπει να δοθεί, ώστε να αποφευχθεί επαφή μεταξύ μαζών του υλικού που έχουν τις παραπάνω ελάχιστες θερμοκρασίες και μαζών που δεν τις έχουν. Μία τέτοια επαφή θα είχε σαν αποτέλεσμα τη μόλυνση όλου του υλικού με παθογόνα και ζιζάνια.

Στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 5-1) [49] φαίνεται η μεταβολή της θερμοκρασίας του σωρού, σε συνάρτηση με το χρόνο. Ενώ τις πρώτες 5-6 ημέρες η θερμοκρασία αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς, στη συνέχεια έχουμε μία σταδιακή μείωσή της.

Το μηχανικό ανακάτεμα του σωρού ανανεώνει την παροχή οξυγόνου και εκθέτει νέες επιφάνειες υλικού για αποικοδόμηση, γεγονός που οδηγεί στην εκ νέου αύξηση της θερμοκρασίας. Όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 20 °C (68°F), η διαδικασία της λιπασματοποίησης έχει σχεδόν ολοκληρωθεί [49].

5.4.9 Απαιτήσεις ποιότητας

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως το compost είναι ένα προϊόν που πρέπει να βρει τη θέση του στην αγορά, επομένως οφείλει να πληρεί κάποιες βασικές ποιοτικές προδιαγραφές (Πίνακας 5-6, Πίνακας 5-7) οι οποίες ορίζονται από τη νομοθεσία [52].



Διάγραμμα 5-1. Τυπικές θερμοκρασίες λιπασματοποίησης.

Η επιτυχημένη εκτροφή των βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων από την υγειονομική ταφή εξαρτάται από τη διαλογή στην πηγή των απορριμμάτων αυτών. Παρόλο που το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα μπορεί να εξαχθεί από μεικτά απορρίμματα, ο τρόπος αυτός είναι επίπονος και παράγει μολυσμένα προϊόντα. Η διαλογή στην πηγή προσφέρει τη δυνατότητα μιας υψηλής ποιότητας πρώτης ύλης για κομποστοποίηση και τη δυνατότητα παραγωγής ενός μη μολυσματικού προϊόντος.

Πίνακας 5-6. Απαιτούμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά compost.

Κάδμιο	10 mg/kg	Ξηρού βάρους
Χαλκός	500 mg/kg	Ξηρού βάρους
Νικέλιο	200 mg/kg	Ξηρού βάρους
Μόλυβδος	500 mg/kg	Ξηρού βάρους
Τρισθενές Χρώμιο	500 mg/kg	Ξηρού βάρους
Εξασθενές Χρώμιο	10 mg/kg	Ξηρού βάρους
Ψευδάργυρος	2000 mg/kg	Ξηρού βάρους
Αρσενικό	15 mg/kg	Ξηρού βάρους
Υδράργυρος	5 mg/kg	Ξηρού βάρους
pH	6-8	
Εντεροβακτήρια	Μηδέν	
Περιεκτικότητα σε πλαστικό	< 0,3%	Ξηρού βάρους
Περιεκτικότητα σε γυαλί	< 0,5%	Ξηρού βάρους
Υγρασία	<40%	

(Πηγή: ΚΥΑ 114218/1997)

Πίνακας 5-7. Οριακές τιμές για τις ποσότητες βαρέων μετάλλων που μπορούν να εισάγονται κατ' έτος στα καλλιεργήσιμα εδάφη (kg / εκτάριο * έτος)

Παράμετρος	Οριακές τιμές
Κάδμιο	0,15
Χαλκός	12
Νικέλιο	3
Μόλυβδος	15
Ψευδάργυρος	30
Χρώμιο	5
Υδράργυρος	0,1

(Πηγή: ΚΥΑ 114218/1997)

Η καθαρή πρώτη ύλη που συλλέγεται μέσω της διαλογής στην πηγή είναι πιο πιθανό να ικανοποιήσει τις προδιαγραφές για το κομπόστ ώστε να είναι κατάλληλο για πώληση ή χρήση, επιφέροντας και περιβαλλοντικά οφέλη. Η χρήση του κομπόστ μειώνει τις απαιτήσεις για χρήση άλλων βελτιωτικών εδάφους, όπως η τύρφη, για αγροτικές ή κηπευτικές δραστηριότητες.

Η διαλογή στην πηγή των βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων καθιστά δυνατή την προώθηση-ενίσχυση της κομποστοποίησης σε οικιακό επίπεδο ή στο επίπεδο μικρών τοπικών κοινοτήτων. Αυτός ο τρόπος διαχείρισης των βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων έχει δύο μεγάλα πλεονεκτήματα:

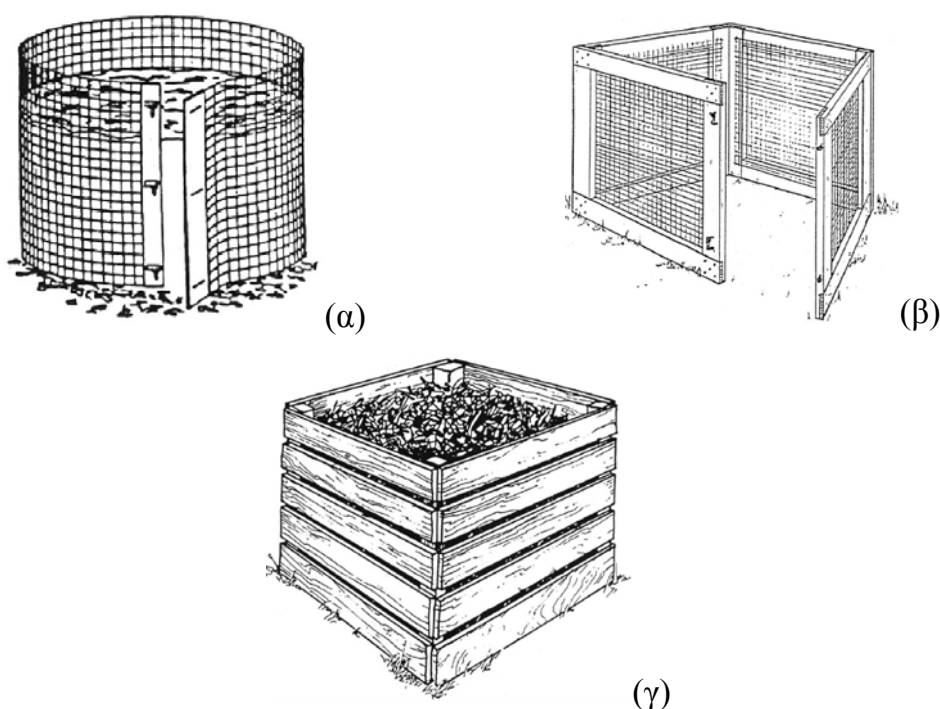
α) οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη μεταφορά και διαχείριση των απορριμμάτων αποφεύγονται και

β) το «κλείσιμο» της αλυσίδας της ανακύκλωσης, σε επίπεδο νοικοκυριού, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα περιβαλλοντικά οφέλη από τη μη χρησιμοποίηση άλλων προϊόντων (σε αντίθεση με τα προβλήματα που ανακύπτουν μερικές φορές από την εξεύρεση αγοράς για κόμποστ που παράγεται από κεντρικές μονάδες).

Επιπλέον, η διαλογή των απορριμμάτων από τα ίδια τα νοικοκυριά θα αυξήσει την ενημέρωση και το ενδιαφέρον τους σχετικά με την παραγωγή των απορριμμάτων και θα βοηθήσει στην ανάπτυξη ενός αισθήματος υπευθυνότητας.

Γενικότερα, η κομποστοποίηση είναι μια τεχνολογία προσαρμόσιμη και κατάλληλη για την επεξεργασία των απορριμμάτων σε ποικίλες κοινωνικοοικονομικές και γεωγραφικές περιοχές. Παρόλο το εύρος των

τεχνολογιών επεξεργασίας από απλή οικιακή κομποστοποίηση (backyard composting) έως υψηλής τεχνολογίας κεντρικά συστήματα, τόσο η τεχνολογία όσο και το σχετιζόμενο με αυτή σύστημα συλλογής μπορούν να εφαρμοστούν σχετικά απλά και χωρίς ιδιαίτερα έξοδα. Στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 5-16), [51] φαίνονται απλές κατασκευές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εφαρμογές λιπασματοποίησης στο σπίτι, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου υπάρχει αυξημένη παραγωγή οργανικών απορριμμάτων όπως υπολείμματα κήπου.



Σχήμα 5-16. Κατασκευές για οικιακή λιπασματοποίηση, (α) καλωδιωτή, (β) συνδυασμός ξύλου και καλωδίου και (γ) ξύλινη

Επιπλέον, το κομποστοποιήσιμο κλάσμα των απορριμμάτων είναι συχνά ένα από τα πιο μολυσματικά, οπότε η εφαρμογή ενός τέτοιου προγράμματος εκτρέπει τα απορρίμματα από παραδοσιακές οδούς διάθεσης όπως η καύση και η υγειονομική ταφή. Ως ένα από τα μεγαλύτερα κλάσματα των οικιακών απορριμμάτων, η εκτροπή των οργανικών απορριμμάτων από την υγειονομική ταφή μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην επίτευξη των τοπικών στόχων για την ανακύκλωση.

5.5 Αναερόβια βιολογική επεξεργασία – Αναερόβια ζύμωση

5.5.1 Περιγραφή διεργασίας

Κατά την αναερόβια βιολογική επεξεργασία (αναερόβια ζύμωση), πραγματοποιείται αποδόμηση των οργανικών ουσιών με τη βοήθεια μικροοργανισμών απουσία οξυγόνου. Το αποτέλεσμα της διεργασίας είναι η παραγωγή σταθεροποιημένου οργανικού υλικού και αερίου υψηλής περιεκτικότητας σε μεθάνιο (CH_4), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας π.χ. σε συστήματα θερμικής επεξεργασίας στερεών αποβλήτων.

Η συνολική διαδικασία διεξάγεται σε τρία στάδια (Σχήμα 5-17), [53]:

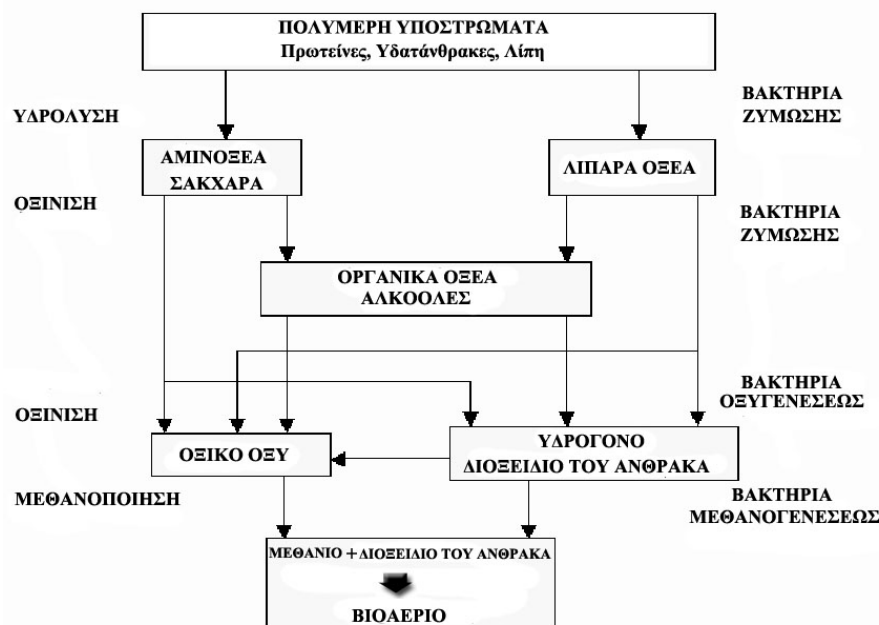
- Υδρόλυση: Πραγματοποιείται ενζυμική μετατροπή των οργανικών ενώσεων υψηλού μοριακού βάρους σε παράγωγα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας και κυτταρικής ύλης.
- Οξυγενής ζύμωση: Οι ενώσεις που προήλθαν από το πρώτο στάδιο μετατρέπονται σε ενδιάμεσα προϊόντα χαμηλού μοριακού βάρους (pH: 4,5 – 6,5).
- Μεθανογενής ζύμωση: Τα προϊόντα της οξυγενοφύς ζύμωσης μετατρέπονται σε απλούστερα τελικά προϊόντα και κυρίως CH_4 και CO_2 (pH: 6,8 – 7,2).

5.5.2 Συστήματα αναερόβιας ζύμωσης

Το βασικότερο στοιχείο των συστημάτων αναερόβιας ζύμωσης είναι η χρήση κλειστών βιοαντιδραστήρων (χωνευτήρων), όπου εξασφαλίζονται αναερόβιες συνθήκες και λειτουργία στη μεσόφιλη ή τη θερμόφιλη περιοχή (απαιτείται εξωτερική πηγή ενέργειας). Τα συστήματα αυτά διακρίνονται με βάση τη συγκέντρωση των στερεών της οργανικής ύλης σε συστήματα αναερόβιας ζύμωσης χαμηλής και υψηλής συγκέντρωσης στερεών.

Αναερόβια ζύμωση χαμηλής συγκέντρωσης στερεών

Σε αυτή τη μέθοδο η οργανική ύλη αποδομείται – σταθεροποιείται σε συγκεντρώσεις στερεών που κυμαίνονται από 4–8%. Η διεργασία διεξάγεται σε τρία κύρια στάδια:

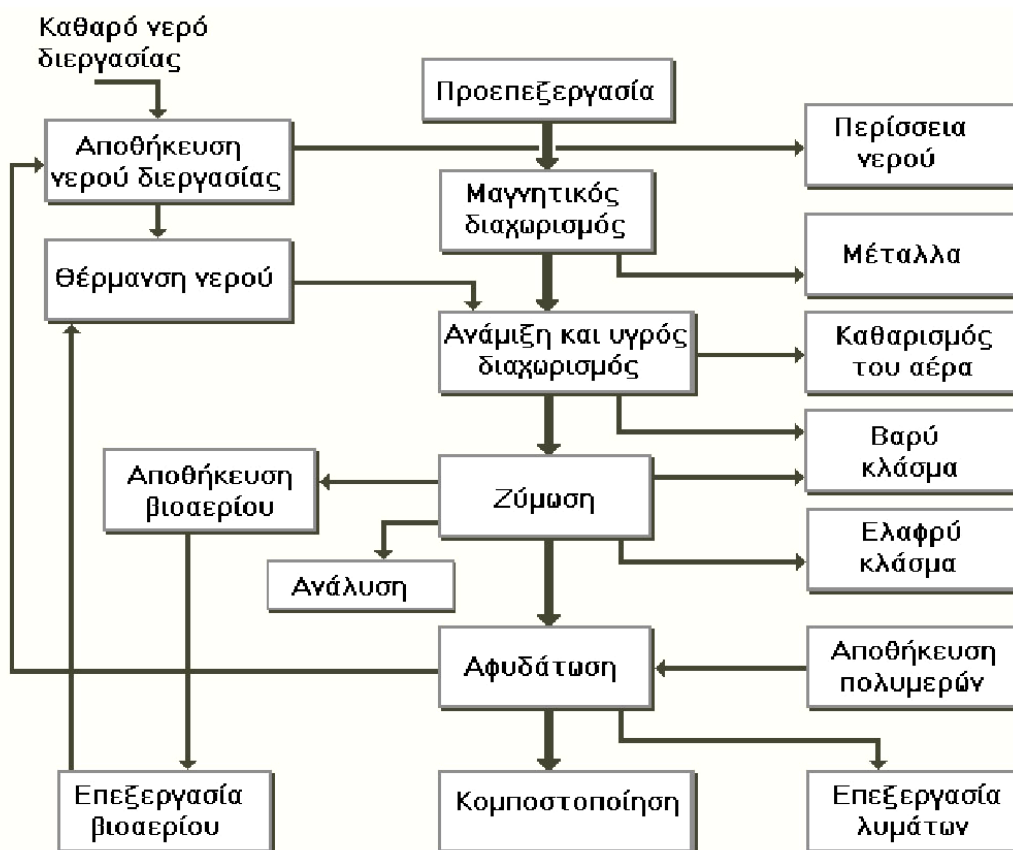


Σχήμα 5-17. Διεργασία αναερόβιας ζύμωσης οργανικών αποβλήτων

Το πρώτο στάδιο αφορά στην προετοιμασία των υλικών. Στο δεύτερο στάδιο πραγματοποιείται προσθήκη υγρασίας και/ή θρεπτικών, ανάμιξη, ρύθμιση του pH γύρω στο 6,8 και θέρμανση στους 55-60 °C. Η προσθήκη υγρασίας και θρεπτικών γίνεται συνήθως με χρήση ιλύος από μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων. Η αναερόβια ζύμωση πραγματοποιείται σε αντιδραστήρες συνεχούς έργου και πλήρους ανάδευσης, ενώ σε μερικές περιπτώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και αντιδραστήρες διαλείποντος έργου. Το τρίτο στάδιο αφορά τη συλλογή, αποθήκευση και προαιρετικό διαχωρισμό των συστατικών του βιοαερίου καθώς και την αφυδάτωση και διάθεση του χωνευμένου στερεού προϊόντος.

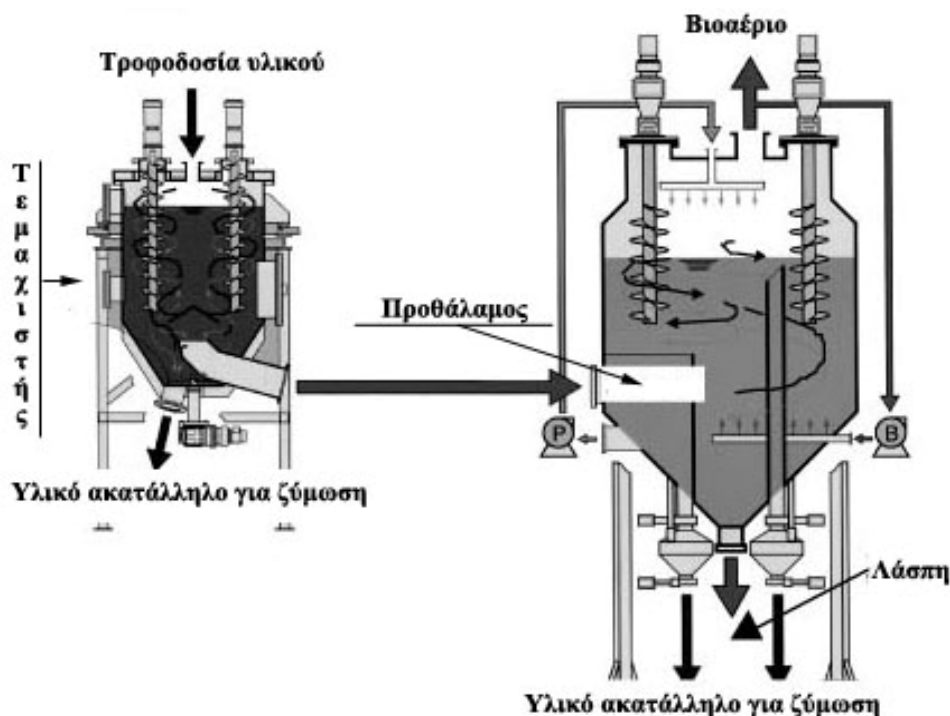
Παράδειγμα αναερόβιας ζύμωσης χαμηλής συγκέντρωσης στερεών είναι η διεργασία Waasa. Η δυναμικότητα αυτών των μονάδων κυμαίνεται μεταξύ 3.000 και 85.000 tn/yr, ενώ οι συνθήκες λειτουργίας μπορεί να είναι είτε

θερμόφιλες είτε μεσόφιλες. Στη μονάδα της Waasa λειτουργούν παράλληλα και οι δύο τύποι διεργασιών, με τη θερμόφιλη διεργασία να έχει ένα χρόνο παραμονής 10 ημέρες σε σύγκριση με τις 20 ημέρες του μεσόφιλου σχεδιασμού. Το διάγραμμα ροής της διεργασίας Waasa φαίνεται στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 5-18), [www.citec.fi].



Σχήμα 5-18. Διάγραμμα ροής της διεργασίας Waasa

Ο αντιδραστήρας είναι μία κλειστή δεξαμενή η οποία έχει υποδιαιρεθεί εσωτερικά για να υπάρχει ένας θάλαμος προζύμωσης. Η ανάμιξη επιτυγχάνεται με την έγχυση βιοαερίου δια μέσου της βάσης του αντιδραστήρα με τη βοήθεια αντλίας (Σχήμα 5-19). Η απόδοση της λειτουργίας συνίσταται στην παραγωγή 100-150 m³ βιοαερίου ανά τόνο εισερχομένων αποβλήτων, τη μείωση του όγκου κατά 60%, τη μείωση του βάρους κατά 50-60% και μια εσωτερική κατανάλωση βιοαερίου 20-30%.



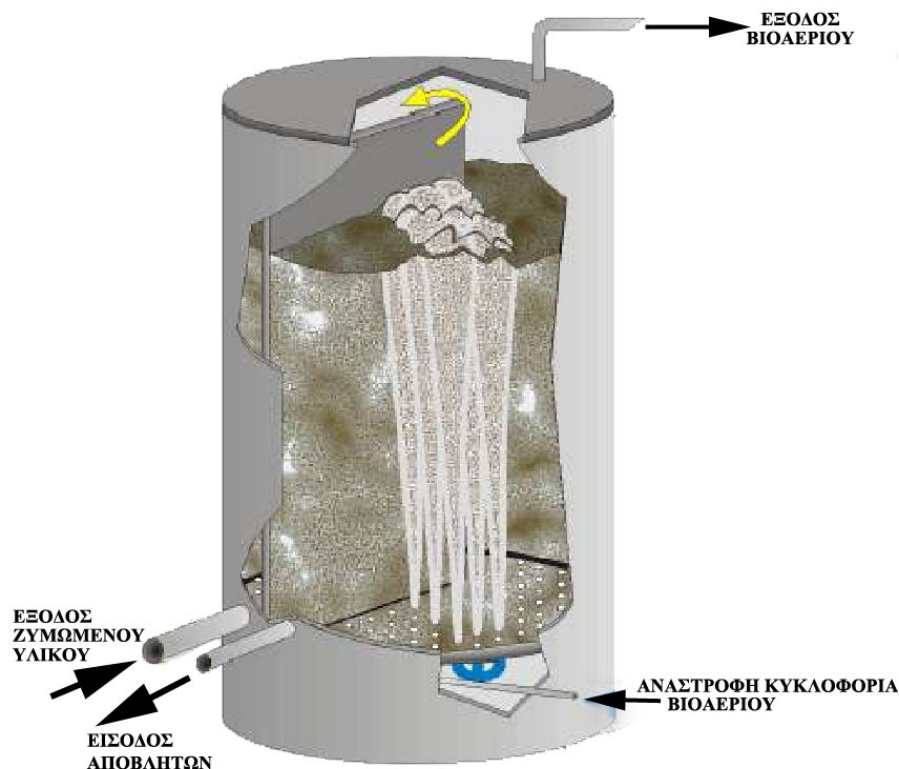
Σχήμα 5-19. Αντιδραστήρας αναερόβιας επεξεργασίας, Waasa

Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι οι μεγάλες απαιτήσεις σε νερό για την επίτευξη των χαμηλών συγκεντρώσεων σε στερεά. Επιπλέον, η αφυδάτωση του τελικού στερεού προϊόντος απαιτεί πρόσθετο εξοπλισμό που αυξάνει το κόστος της μεθόδου καθώς και την ύπαρξη συστήματος επεξεργασίας των υγρών που παράγονται κατά την αφυδάτωση.

Αναερόβια ζύμωση υψηλής συγκέντρωσης στερεών

Σε αυτά τα συστήματα η διεργασία αφορά σε υπόστρωμα με συγκέντρωση στερεών μεγαλύτερη από 22%. Πρόκειται για νέα, σχετικά, τεχνολογία η οποία όμως έχει σημειώσει αλματώδη ανάπτυξη και εφαρμόζεται τα τελευταία έτη σε πλήρη κλίμακα. Τα στάδια της μεθόδου είναι τα ίδια με αυτά που περιγράφηκαν και για τη μέθοδο αναερόβιας ζύμωσης χαμηλής συγκέντρωσης στερεών. Η διαφορά που παρουσιάζεται αναφέρεται στις λιγότερες απαιτήσεις όσον αφορά στην αφυδάτωση του χωνευμένου τελικού προϊόντος, στις ελαττωμένες απαιτήσεις σε νερό και στη μεγαλύτερη παραγωγή βιοαερίου ανά μονάδα όγκου αντιδραστήρα. Λόγω όμως των υψηλών συγκεντρώσεων στερεών στον αντιδραστήρα, απαιτείται αυστηρός έλεγχος των συνθηκών

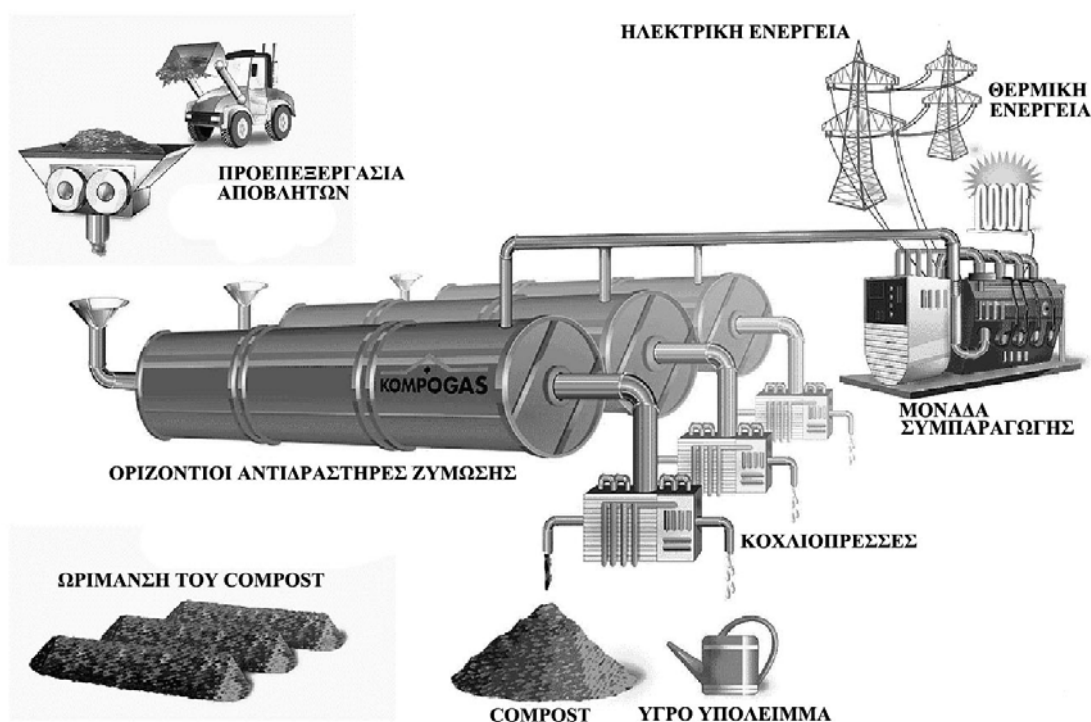
αναερόβιας ζύμωσης για την πρόληψη δυσλειτουργιών. Ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος που πρέπει να ελέγχεται, είναι η παραγωγή αμμωνίας που είναι τοξική για τα μεθανογενή βακτήρια (συνήθως ελέγχεται με ρύθμιση του λόγου C/N της τροφοδοσίας). Εφαρμογές αναερόβιας επεξεργασίας υψηλής συγκέντρωσης στερεών είναι οι διεργασίες Valorga, Kompogas και Dranco (Σχήμα 5-20, Σχήμα 5-21 και Σχήμα 5-22).



Σχήμα 5-20. Αντιδραστήρας μεθόδου Valorga

Η διεργασία της **Valorga** αναπτύχθηκε στη Γαλλία. Το σύστημα λειτουργεί τυπικά με περιεχόμενο σε στερεά ουσία 25-35% κ.β. και χρόνους παραμονής 18-25 ημέρες. Οι αντιδραστήρες είναι κάθετοι κύλινδροι με πλαϊνές τροχιές, για την κυκλοφορία του ζυμωμένου υλικού. Περιέχουν έναν κάθετο, ενδιάμεσο, εσωτερικό τοίχωμα περίπου στα 2/3 της διαμέτρου. Η ανάμιξη μέσα στον αντιδραστήρα επιτυγχάνεται με την ανάστροφη κυκλοφορία μιας μικρής ποσότητας βιοαερίου υπό πίεση. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της διαδικασίας είναι η πλήρης απουσία μηχανικών μερών μέσα στον αντιδραστήρα. Αυτό επιτρέπει την απρόσκοπτη λειτουργία σε συνθήκες

υψηλής περιεκτικότητας σε στερεά με κυκλοφορία της ύλης χωρίς ιδιαίτερη συντήρηση μηχανικών συσκευών.

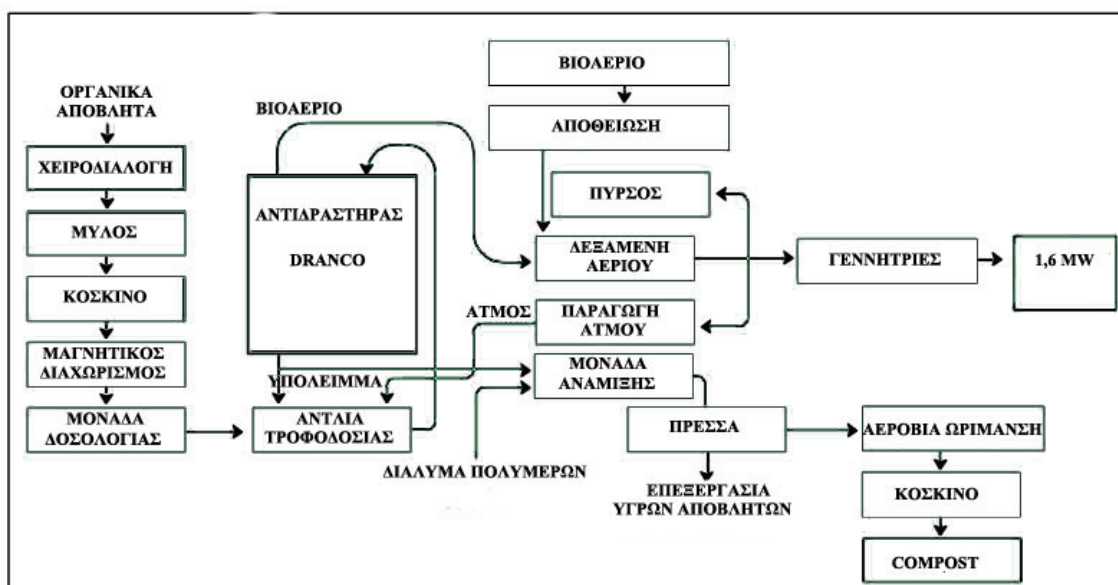


Σχήμα 5-21. Διάγραμμα ροής της διεργασίας Kompogas (www.kompogas.ch)

Το σύστημα της **Kompogas** αναπτύχθηκε στην Ελβετία και δέχεται οργανικά απόβλητα από σύστημα Διαλογής στην Πηγή (ΔσΠ). Λειτουργεί σε θερμοκρασίες 55-60°C και το περιεχόμενο σε στερεά συστατικά είναι υψηλό. Τα απόβλητα συλλέγονται αρχικά σε μια δεξαμενή υποδοχής και στη συνέχεια οδηγούνται στο τμήμα διαλογής, στον τεμαχιστή και στη δεξαμενή αποθήκευσης. Το προθερμασμένο, παχύρρευστο οργανικό υλικό εισέρχεται έπειτα στον οριζόντιο αντιδραστήρα ζύμωσης, όπου η βασική διεργασία λαμβάνει χώρα σε μια περίοδο 15 - 20 ημερών και αναδεύεται περιοδικά. Το στερεό υπόλειμμα υφίσταται μείωση της υγρασίας του σε κοχλιοπρεσσο και στη συνέχεια μεταφέρεται σε ένα αντιδραστήρα δευτερογενούς ζύμωσης, όπου πραγματοποιείται η μετατροπή του σε ώριμο κομπόστ με παρουσία ατμοσφαιρικού οξυγόνου. Το παραγόμενο βιοαέριο (0,1 m³ αερίου ανά kg οργανικού αποβλήτου) υφίσταται επεξεργασία και αποθηκεύεται σε αεριοφυλάκιο. Στη συνέχεια αντλείται στη μονάδα συμπαράγωγής όπου

μετατρέπεται σε θερμική και ηλεκτρική ενέργεια. Εναλλακτικά, το βιοαέριο μπορεί να αναβαθμιστεί μέχρι 98% κ.ο. μεθάνιο και να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε οχήματα μεταφοράς.

Το σύστημα της Dranco (**D**ry **A**naerobic **C**Omposting) αναπτύχθηκε στο Gent του Βελγίου. Η διεργασία λειτουργεί κάτω από θερμοφίλες και ξηρές συνθήκες, με ένα περιεχόμενο σε στερεά συστατικά στον αντιδραστήρα μεταξύ 15 και 40% κ.β. Αναπτύχθηκε με σκοπό την επεξεργασία των στερεών οργανικών αποβλήτων και ειδικότερα του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ. Σαν τελικά προϊόντα λαμβάνονται ενέργεια με τη μορφή βιοαερίου και κομπόστ. Τα απόβλητα που μεταφέρονται σε μια μονάδα Dranco υπόκεινται σε προεπεξεργασία, πριν οδηγηθούν μέσω αντλίας τροφοδότησης στον αντιδραστήρα. Εάν τα εισερχόμενα απόβλητα είναι ανάμικτα, τότε τα πρώτα βήματα της διεργασίας Dranco συνίστανται στη μείωση του όγκου και στο διαχωρισμό των διαφορετικών κλασμάτων στη ροή των αποβλήτων. Τα οργανικά απόβλητα που έρχονται από την προεπεξεργασία αναμιγνύονται σε μια μονάδα ανάμιξης με ζυμωμένο υλικό από τον αντιδραστήρα. Κατά τη διάρκεια της ανάμιξης προσδίδεται θερμότητα για να επιτευχθεί η θερμοκρασία των 50 - 55°C, η οποία είναι απαραίτητη για τη θερμοφιλή αντίδραση. Ο αντιδραστήρας τροφοδοτείται από την κορυφή, ενώ το υπόλειμμα εξάγεται από τον πυθμένα. Ο χρόνος παραμονής των αποβλήτων στον αντιδραστήρα είναι περίπου 20 ημέρες. Μέρος του ζυμωμένου υλικού οδηγείται πίσω στη μονάδα ανάμιξης, ενώ το υπόλοιπο υπόκειται σε περαιτέρω επεξεργασία. Η επεξεργασία αυτή αφορά στην αφαίρεση της υγρασίας και στην αερόβια κομποστοποίηση. Μετά από 10 με 14 ημέρες παράγεται το κομπόστ, το οποίο είναι σταθεροποιημένο και υψηλής ποιότητας, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βελτιωτικό εδάφους. Η παραγωγή βιοαερίου κυμαίνεται μεταξύ 100-200 m³ ανά τόνο εισερχόμενων ΑΣΑ. Το 30% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται στη μονάδα, ενώ το υπόλοιπο διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο. Στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 5-22) φαίνεται η εφαρμογή της μεθόδου Dranco στην Αυστρία, Σάλτζμουργκ.



Σχήμα 5-22. Διάγραμμα ροής της διεργασίας Dranco, (<http://www.ows.be>)

5.5.3 Συνδυασμός αερόβιας και αναερόβιας επεξεργασίας

Υφίστανται συστήματα όπου λαμβάνει χώρα συνδυασμός αερόβιας και αναερόβιας βιολογικής επεξεργασίας. Στην περίπτωση αυτή, το οργανικό υλικό υφίσταται αρχικά αναερόβια ζύμωση (συνήθως με τη μέθοδο υψηλής συγκέντρωσης στερεών) και στη συνέχεια αερόβια επεξεργασία – σταθεροποίηση, οπότε προκύπτει χουμικό υλικό το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό καθώς και για άλλες χρήσεις.

5.6 Θερμική Επεξεργασία

5.6.1 Εισαγωγή

Σκοπός της θερμικής επεξεργασίας των απορριμμάτων είναι η ελάττωση του όγκου τους, η μετατροπή τους σε υλικά μη επιβλαβή για την υγεία του ανθρώπου και η κατά το δυνατόν εκμετάλλευση της ευρισκόμενης στα απορρίμματα ενέργειας ως θέρμανση, ατμό, ηλεκτρικό ρεύμα ή καύσιμο υλικό [52].

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

- αποτέφρωση – καύση (incineration - combustion),
- αεριοποίηση (gasification),
- πυρόλυση (pyrolysis) και
- τεχνική του πλάσματος (plasma technology).

Βασικός στόχος σχεδιασμού πρέπει να αποτελεί η μείωση των αποβλήτων και όχι μόνο η ανάκτηση ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να επιτυγχάνεται πλήρης διάσπαση όλων των οργανικών ουσιών και να αποτρέπεται ο επανασχηματισμός τους κατά τη φάση ψύξης.

Τη διαδικασία της θερμικής επεξεργασίας των απορριμμάτων επηρεάζουν οι εξής παράμετροι:

- Η ομοιογένεια
- Το μέγεθος των κόκκων ή τεμαχίων καθώς και η κατανομή τους
- Η ειδική επιφάνειά τους
- Η θερμική αγωγιμότητά τους
- Η θερμοκρασία ανάφλεξης
- Η δυνατότητα αποθήκευσης
- Το ειδικό βάρος
- Η θερμογόνος τιμή της καύσιμης ύλης
- Η ποσοτική σύνθεση της υπό καύση ύλης, στάχτη και νερό
- Η περιεκτικότητα σε πτητικά
- Η περιεκτικότητα σε βλαβερές ουσίες
- Η τήξη της στάχτης

5.6.2 Αποτέφρωση – Καύση

Περιγραφή διεργασίας

Η αποτέφρωση (ή καύση) των στερεών αποβλήτων είναι η οξείδωση, δηλαδή η ένωση των χημικών στοιχείων που περιέχονται σε αυτά, με το οξυγόνο. Αυτό πραγματοποιείται με χρήση είτε της απαιτούμενης

στοιχειομετρικά ποσότητας αέρα (stoichiometric combustion) είτε με περίσσεια αέρα (excess - air combustion).

Οι προϋποθέσεις για την επίτευξη πλήρους καύσης των αποβλήτων είναι:

- επαρκής ποσότητα καύσιμου υλικού και οξειδωτικού μέσου (O_2) στην εστία καύσης,
- επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας ανάφλεξης,
- σωστή αναλογία μίγματος (καύσιμης ύλης - οξυγόνου),
- συνεχής απομάκρυνση των αερίων τα οποία παράγονται κατά την καύση,
- συνεχής απομάκρυνση των υπολειμμάτων της καύσης.

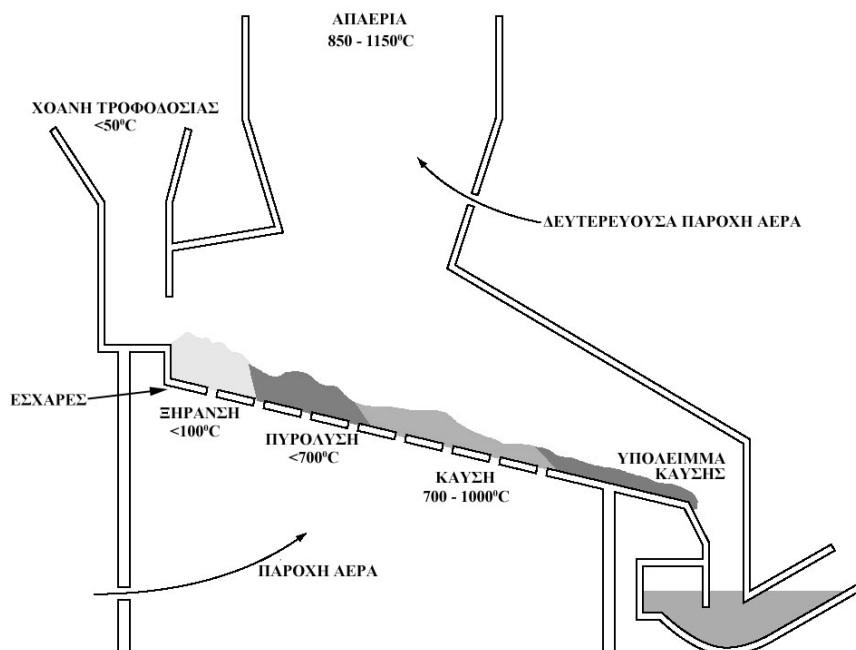
Οι μονάδες καύσης μπορούν να διαχωριστούν ανάλογα με τον τρόπο που κινούνται τα απόβλητα μέσα στη ζώνη καύσης. Οι πιο συχνές μορφές είναι:

- κινούμενων εσχαρών (Σχήμα 5-23),
- περιστρεφόμενου κλιβάνου (Σχήμα 5-24) και
- ρευστοποιημένης κλίνης (Σχήμα 5-25).

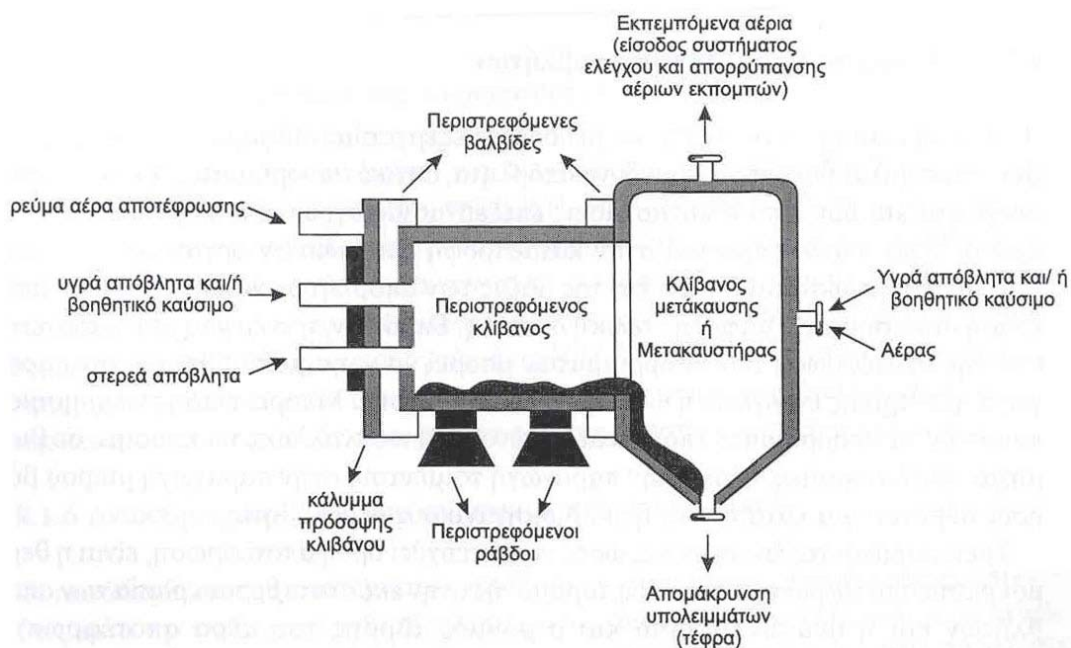
Τα στάδια της διεργασίας της καύσης είναι (Σχήμα 5-23):

- **Ξήρανση:** Τα εισερχόμενα απορρίμματα λαμβάνουν θερμότητα με ακτινοβολία από τη φλόγα και με συναγωγή από την παροχή του θερμασμένου αέρα. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εξατμίζεται η περιεχόμενη στα απορρίμματα υγρασία και τα πτητικά συστατικά.
- **Πυρόλυση:** Με την αύξηση της θερμοκρασίας περισσότερα πτητικά συστατικά εξατμίζονται.
- **Έναυση:** Η απαιτούμενη θερμότητα για την έναυση των καυσίμων υλικών προσδίδεται στα απορρίμματα μέσω ακτινοβολίας από τη φλόγα και τα τοιχώματα του φλογοθαλάμου.
- **Αεριοποίηση και καύση:** Η μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας εξαιτίας της πλήρους έναυσης των απορριμμάτων προκαλεί την αεριοποίηση μιας ποικιλίας υλικών που περιέχονται σε αυτά. Ο εναπομένον άνθρακας οξειδώνεται πλήρως, ενώ στο φλογοθάλαμο καίγονται τα αέρια που παράχθηκαν από τις φάσεις της πυρόλυσης και της αεριοποίησης.

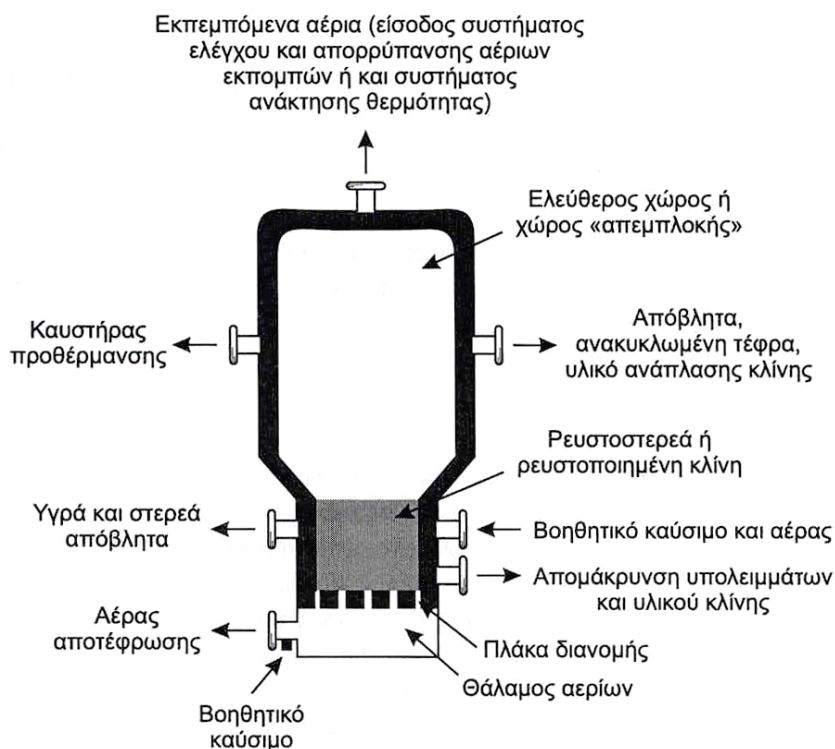
- **Ολοκλήρωση της καύσης:** Η ολοκλήρωση της καύσης αποδίδει αρκετά αδρανοποιημένο (ανόργανο) στερεό υπόλειμμα στο τέλος της εσχάρας.



Σχήμα 5-23. Στάδια της μαζικής καύσης απορριμμάτων σε αποτεφρωτήρα με κινούμενες εσχάρες



Σχήμα 5-24. Αποτεφρωτής περιστροφικού κλιβάνου



Σχήμα 5-25. Αποτεφρωτής ρευστοποιημένης κλίνης

Εκπομπές ρύπων

Κατά την καύση εκτός των τυπικών προϊόντων καύσης (διοξείδιο του άνθρακα, ατμός, μονοξείδιο του άνθρακα) παράγεται ανάλογα με την ποιότητα των αποβλήτων και μια σειρά άλλων ουσιών όπως διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου, υδροχλώριο, υδροφθόριο, πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες κλπ.

Επίσης, κατά την καύση των στερεών αποβλήτων παραμένουν στερεά υπολείμματα, τα οποία αντιστοιχούν στο 25-40% του βάρους των εισερχομένων αποβλήτων. Η ποσότητα των υπολειμμάτων εξαρτάται από τη σύνθεση των αποβλήτων και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Διακρίνονται σε τέφρα που παράγεται στο χώρο της καύσης (απομακρύνονται μετά την εσχάρα), τέφρα από τους λέβητες (υπολείμματα τα οποία δημιουργούνται στις θερμαντικές επιφάνειες των λεβήτων και συγκεντρώνονται στις χοάνες κάτω από το λέβητα), ιπτάμενη τέφρα και σκόνη που κατακρατείται στα φίλτρα (συγκεντρώνεται στις χοάνες κάτω από τα

ηλεκτρόφιλτρα ή σακκόφιλτρα) και υπολείμματα τα οποία παράγονται από τα συστήματα καθαρισμού των αερίων.

Για τον πλήρη έλεγχο των εκπομπών απαιτείται διενέργεια δειγματοληψιών και αναλύσεων για προσδιορισμό της σύστασης των:

- εισερχομένων στερεών αποβλήτων,
- παραγόμενων στερεών (υπολείμματα - ιπτάμενη τέφρα),
- παραγόμενων αερίων,
- υγρών αποβλήτων που παράγονται κατά την επεξεργασία των καυσαερίων.

Η κοινοτική νομοθεσία [54] έχει θέσει τα όρια που πρέπει να πληρούν οι ατμοσφαιρικές εκπομπές, τα υγρά απόβλητα από τον καθαρισμό των καυσαερίων και τα στερεά υπολείμματα από τη λειτουργία μονάδων αποτέφρωσης ΑΣΑ.

Η ελληνική νομοθεσία [52] θέτει τεχνικές προδιαγραφές όσον αφορά την ποιότητα του RDF δηλαδή των καύσιμων κλασμάτων των ΑΣΑ. Συγκεκριμένα η κατώτερη θερμογόνος δύναμη ορίζεται σε 4.000 Kcal/g, η υγρασία < 20% και το ποσοστό των χαρτιών και πλαστικών >95% (ξηρό βάρος).

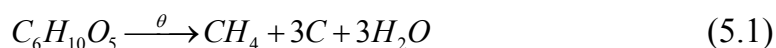
Η τεχνική της αποτέφρωσης (grate combustion) όπως έχει εφαρμοστεί στη Γερμανία [55] μπορεί να περιγραφεί με το επόμενο διάγραμμα ροής (Σχήμα 5-26).

5.6.3 Πυρόλυση

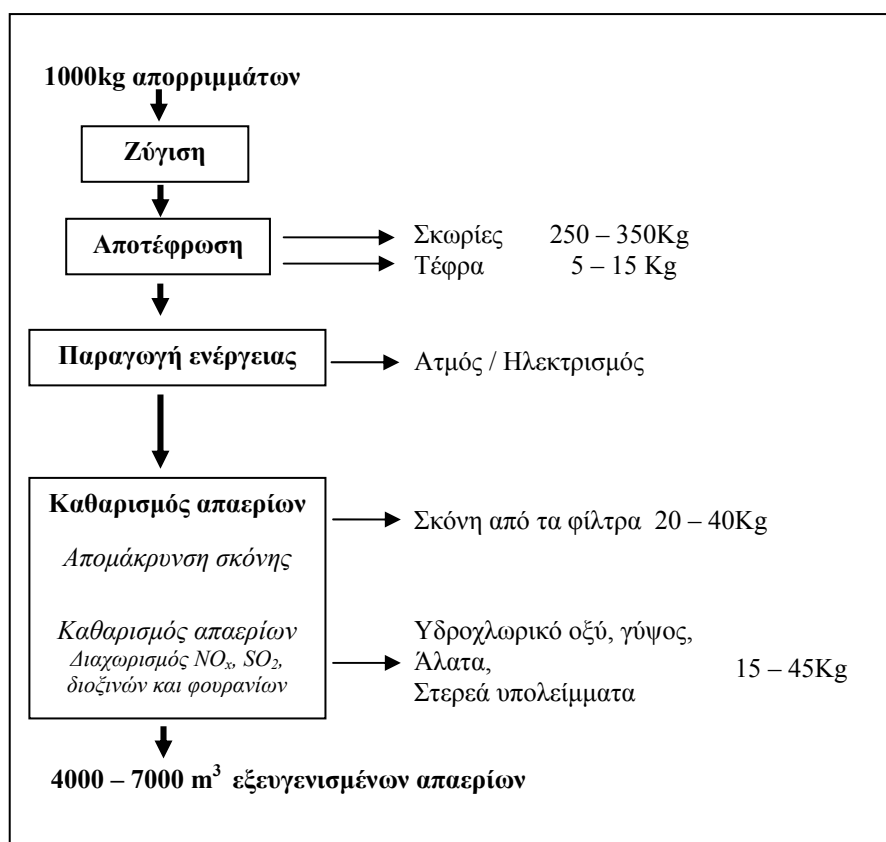
Οι περισσότερες οργανικές ουσίες είναι θερμικά ασταθείς και κατά τη θέρμανσή τους απουσία οξυγόνου διαχωρίζονται μέσω ενός συνδυασμού θερμικής διάσπασης και συμπύκνωσης σε αέρια, υγρά και στερεά κλάσματα.

Η πυρολυτική διεργασία σε αντίθεση με την καύση και την αεριοποίηση είναι ισχυρά ενδόθερμη και για τη διεξαγωγή της απαιτείται εξωτερική πηγή ενέργειας. Βασικές παράμετροι για την εφαρμογή της αποτελούν η σύσταση των στερεών αποβλήτων, η θερμογόνος δύναμή τους, η περιεχόμενη υγρασία κ.λ.π.

Για τις κυτταρίνες λαμβάνει χώρα η ακόλουθη αντίδραση [56]:

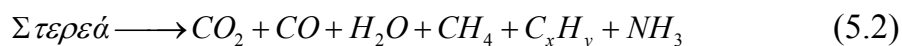


Σε αυτήν την αντίδραση δεν προστίθεται οξυγόνο.



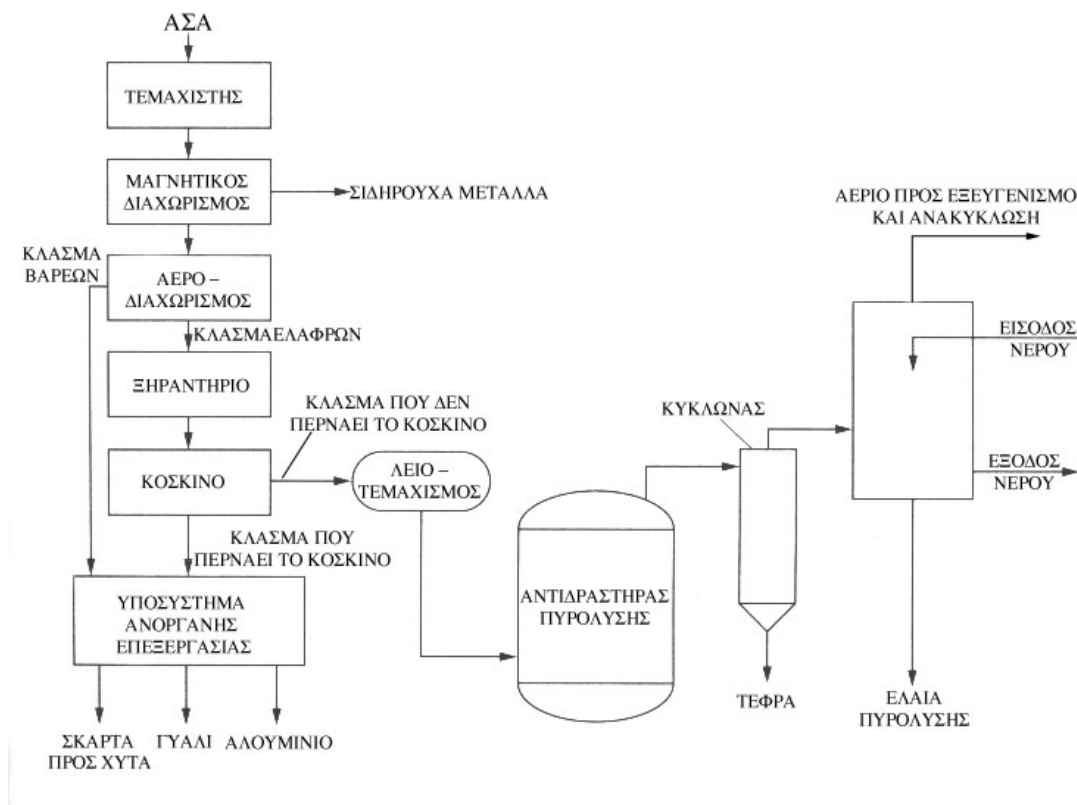
Σχήμα 5-26. Διάγραμμα ροής μιας εγκατάστασης αποτέφρωσης απορριμμάτων

Τυπικά η πυρόλυση των οξυγονωμένων υδρογονανθράκων σε στερεά μορφή είναι η ακόλουθη:



+ οργανικά πτητικά μη υγροποιημένα +πίσσα+κώκ

Η πίσσα περιέχει πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες ενώ το κώκ δεν αποτελείται από καθαρό άνθρακα αλλά περιέχει υδρογόνο και οξυγόνο. Στο σχήμα (Σχήμα 5-27) φαίνεται το διάγραμμα ροής της διεργασίας της πυρόλυσης, [2].



Σχήμα 5-27. Διάγραμμα ροής της διεργασίας της πυρόλυσης

Οι περισσότερες οργανικές ουσίες στα απορρίμματα πυρολύονται κατά 75 – 90 % σε πτητικά και 10 – 25 % σε κώκ. Λόγω όμως της παρουσίας υγρασίας και ανόργανων ουσιών η ποσότητα των πτητικών κυμαίνεται από 60 -70 % και του κώκ από 30 - 40 %.

Με την πυρόλυση των στερεών αποβλήτων σχηματίζονται προϊόντα όπως:

- Αέρια: Αποτελούνται κυρίως από υδρογόνο, μεθάνιο, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα και διάφορα άλλα αέρια, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων
- Υγρά: Το υγρό κλάσμα είναι ελαιώδες με υψηλή πυκνότητα και ιξώδες και περιέχει απλά καρβοξυλικά οξέα (π.χ. οξικό οξύ), κετόνες (π.χ. ακετόνη), αλκοόλες (π.χ. μεθανόλη) καθώς και σύνθετους οξυγονωμένους υδρογονάνθρακες. Με περαιτέρω επεξεργασία το κλάσμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συνθετικό καύσιμο.
- Στερεά: Το στερεό υπόλειμμα περιέχει σχεδόν καθαρό άνθρακα και τυχόν αδρανή υλικά που υπάρχουν στα στερεά απόβλητα.

Η αναλογία των κλασμάτων εξαρτάται σημαντικά από:

- τη σύσταση του αποβλήτου,
- τις συνθήκες θέρμανσης,
- τη θερμοκρασία πυρόλυσης και
- το χρόνο αντίδρασης.

Η αύξηση της θερμοκρασίας μειώνει αισθητά το στερεό υπόλειμμα, ελαττώνει το υγρό κλάσμα και αυξάνει τα αέρια προϊόντα. Το ενεργειακό περιεχόμενο του υγρού κλάσματος εκτιμάται γύρω στα 9.000 Btu/lb, ενώ του αερίου – σε συνθήκες μέγιστης παραγωγής – στα 700 Btu/ft³.

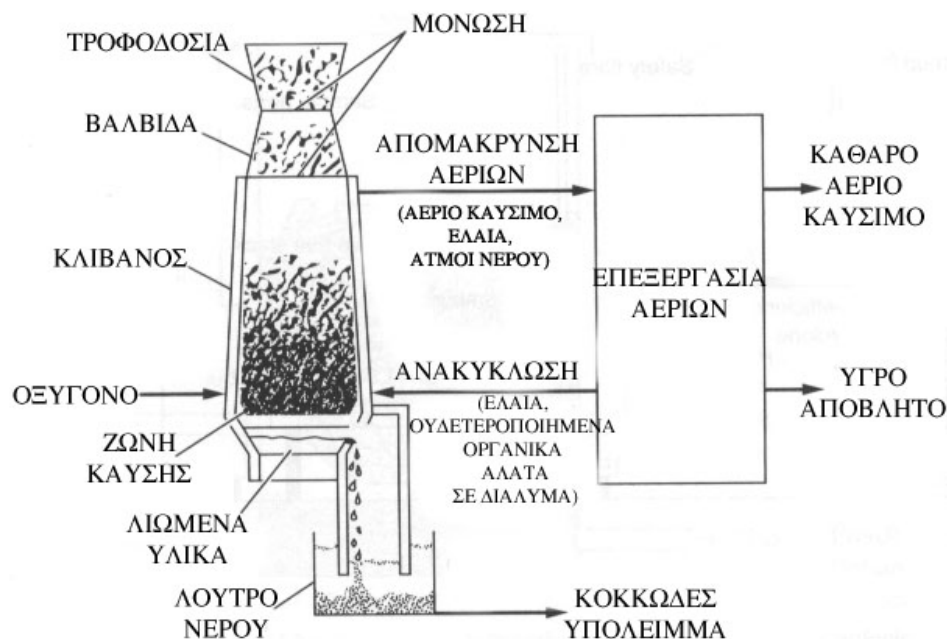
Αν η πυρόλυση λαμβάνει χώρα σε χαμηλές θερμοκρασίες (~500⁰C) τότε στα αέρια υπάρχουν και αρωματικές ενώσεις και φαινόλες. Οι φαινόλες κατά την ψύξη τους συμπυκνώνονται σε πισσώδη υλικά. Η μείωση των οργανικών αυτών ουσιών επιτυγχάνεται με διάσπασή τους κατά τη διάρκεια της πυρόλυσης σε θερμοκρασία 1.000-1.300⁰C.

5.6.4 Αεριοποίηση

Η αεριοποίηση είναι μια μέθοδος θερμικής επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων, η οποία μέσω της ελεγχόμενης ατελούς καύσης τους, επιτυγχάνεται η παραγωγή καύσιμου αερίου πλούσιο σε H₂ και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως CH₄).

Η διαφορά της αεριοποίησης με την πυρόλυση έγκειται στο γεγονός ότι στην αεριοποίηση τροφοδοτείται πρόσθετο καύσιμο αέριο για την επιπλέον μετατροπή των οργανικών υπολειμμάτων σε αέρια προϊόντα.

Στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 5-28) φαίνεται το διάγραμμα ροής της διεργασίας της αεριοποίησης σύμφωνα με τη μέθοδο Purox, [2].

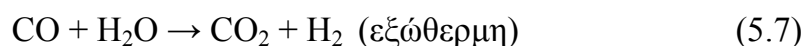
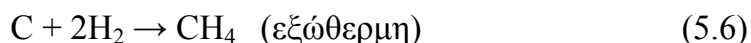


Σχήμα 5-28. Διάγραμμα ροής της διεργασίας της αεριοποίησης (Purox)

Η αεριοποίηση είναι θεωρητικά το επόμενο στάδιο της πυρόλυσης. Στο στάδιο αυτό το υπολειμματικό κώκ της πυρόλυσης οξειδώνεται (όχι με στοιχειομετρική αναλογία O_2) σε θερμοκρασία $>800^{\circ}C$.

Ως μέσο αεριοποίησης χρησιμοποιείται ατμός, CO_2 , O_2 ή αέρας. Η αεριοποίηση όπως και η πυρόλυση είναι διεργασίες που μπορούν να αποτελέσουν είτε τμήμα είτε το σύνολο της θερμικής επεξεργασίας των απορριμμάτων.

Οι κύριες αντιδράσεις που πραγματοποιούνται κατά τη διαδικασία της αεριοποίησης είναι:



Τα τελικά προϊόντα της αεριοποίησης είναι:

- αέριο πλούσιο σε μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως μεθάνιο) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο,
- στερεό υπόλειμμα που αποτελείται από άνθρακα και αδρανή και
- συμπυκνωμένο υγρό υπόλειμμα που παρουσιάζει σύσταση παρόμοια με αυτή του υγρού κλάσματος που παράγεται κατά την πυρόλυση.

Οι εγκαταστάσεις αεριοποίησης μπορούν να λειτουργήσουν είτε με τροφοδοσία αέρα είτε με τροφοδοσία καθαρού οξυγόνου. Στην περίπτωση που υπάρχει τροφοδοσία με αέρα, λόγω της παρουσίας του ατμοσφαιρικού αζώτου, η θερμογόνος δύναμη του αέριου προϊόντος είναι χαμηλή και κυμαίνεται γύρω στα 150 Btu/ft³. Η δε τυπική σύστασή του είναι: 10% CO₂, 20% CO, 15% H₂, 2% CH₄, 53% N₂.

Στην περίπτωση που η τροφοδοσία είναι καθαρό οξυγόνο, το ενεργειακό περιεχόμενο του αέριου προϊόντος ανεβαίνει στα 300 Btu/ft³. Η δε τυπική σύστασή του είναι: 14% CO₂, 50% CO, 30% H₂, 4% CH₄, 1% C_xH_y, 1% N₂ και ενεργειακό περιεχόμενο μεταξύ 270 - 300 Btu/ft³.

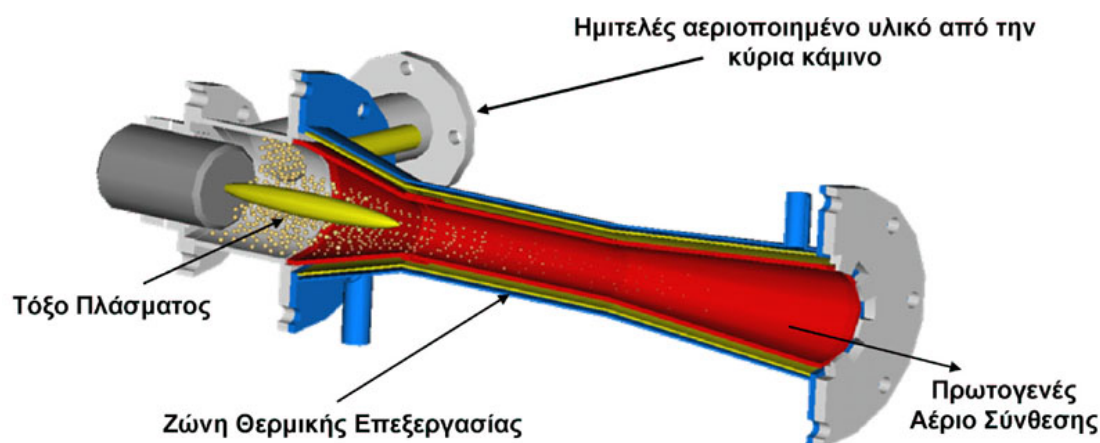
Το στερεό υπόλειμμα παρουσιάζει προσροφητικές ιδιότητες παρόμοιες με τον εμπορικό ενεργό άνθρακα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εγκαταστάσεις τριτοβάθμιας επεξεργασίας λυμάτων ή νερού που προορίζεται για διάφορες χρήσεις.

Με βάση την αρχή στην οποία στηρίζεται η μέθοδος, όπως και για την πυρόλυση, δεν παρατηρούνται εκπομπές αερίων τέτοιες όπως παρουσιάζονται κατά την εφαρμογή της καύσης. Σε κάθε περίπτωση όμως, αναφορικά με τις επιτρεπτές τιμές στις παραγόμενες εκπομπές κατά την πυρόλυση, αυτές ταυτίζονται με το σύνολο των τεχνικών θερμικής επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων.

5.6.5 Τεχνική Πλάσματος

Ο όρος πλάσμα (plasma) περιγράφει κάθε αέριο του οποίου τουλάχιστον ένα ποσοστό των ατόμων ή μορίων του είναι μερικά ή ολικά ιονισμένο. Ο ιονισμός

αυτός μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Στην περίπτωση της επεξεργασίας αποβλήτων με την τεχνική του πλάσματος, το αέριο μεταπίπτει στην κατάσταση του πλάσματος συνήθως με τη βοήθεια της θερμότητας που δημιουργείται από ηλεκτρική αντίσταση τόξου στήλης πλάσματος (Σχήμα 5-29). Το τόξο αυτό βρίσκεται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων (άνοδος και κάθοδος) και αποτελείται από ένα ηλεκτρικά αγώγιμο αέριο, μετατρέποντας έτσι τον ηλεκτρισμό σε θερμότητα. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνικές θερμικής επεξεργασίας. Πιο συγκεκριμένα, η μέση θερμοκρασία του αερίου μπορεί να υπερβεί τους 6.000°C.



Σχήμα 5-29. Αεριοποιητής πλάσματος (ΠΥΡΟΓΕΝΕΣΙΣ ΑΒΕΕ)

Το αέριο σε κατάσταση πλάσματος, παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη χημική δραστηριότητα συγκριτικά με τα περισσότερα αέρια σε μεγάλες θερμοκρασίες και πιέσεις και μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε μια ποικιλία χημικών διαδικασιών. Τα πλεονεκτήματα από τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας αυτής προκύπτουν κατά κύριο λόγο από την υψηλή κινητική ενέργεια που χαρακτηρίζει τα ιόντα και τα ηλεκτρόνια του πλάσματος, αλλά και τα άτομα του ουδέτερου αερίου. Η μερική μεταφορά αυτής της ενέργειας στις χημικές ενώσεις κάνει δυνατές χημικές αντιδράσεις, οι οποίες δεν θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν από τις εξώθερμες αντιδράσεις των συμβατικών διαδικασιών καύσης.

Εφαρμόζοντας την τεχνική του πλάσματος, λαμβάνει χώρα η αεριοποίηση / υαλοποίηση του περιεχομένου των εισερχομένων στερεών αποβλήτων. Πιο συγκεκριμένα, υπό την επίδραση των πολύ υψηλών θερμοκρασιών, το οργανικό κλάσμα των αποβλήτων αεριοποιείται και σχηματίζει το αέριο σύνθεσης (μίγμα μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου) και απαέρια. Ο χρόνος που απαιτείται προκειμένου να λάβει χώρα η καταστροφή των οργανικών ενώσεων εξαρτάται από την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας και το χρόνο παραμονής των οργανικών ενώσεων στην ιονισμένη ατμόσφαιρα ή σε υψηλή θερμοκρασία. Παράλληλα, το ανόργανο μέρος των αποβλήτων μετατρέπεται σε τηγμένο υπόλειμμα, το οποίο μετά από ψύξη σχηματίζει ένα σταθερό, αδρανές, υψηλής πυκνότητας υαλώδες υλικό.

Σε διεθνές επίπεδο, η χρήση της τεχνολογίας αυτής βρίσκεται σε πιλοτικό – επιδεικτικό στάδιο και η σχετική εμπειρία είναι περιορισμένη, αφού η συγκεκριμένη τεχνική εμφανίστηκε πρόσφατα σε σχέση με το σύνολο των υπόλοιπων τεχνικών θερμικής επεξεργασίας των αποβλήτων.

Εν τούτοις, η τεχνική αυτή μπορεί να εξελιχθεί και να επεκταθεί σε ευρεία κλίμακα, ειδικά εάν ληφθούν υπόψη τα εξής:

- Οι μονάδες πλάσματος χαρακτηρίζονται από συγκριτικά μικρότερες απαιτήσεις χώρου, σε σχέση με τις άλλες θερμικές μεθόδους επεξεργασίας.
- Η άνοδος της θερμοκρασίας σε υψηλά επίπεδα επιτρέπει την επεξεργασία των αποβλήτων σε ένα κύριο στάδιο, περιορίζοντας την πολυπλοκότητα της μεθόδου.
- Οι υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται οδηγούν σε αύξηση της ταχύτητας των αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα.
- Η μέθοδος παρουσιάζει σημαντική ευελιξία αναφορικά με το είδος των προς επεξεργασία αποβλήτων και επιπλέον, οδηγεί στην παραγωγή λιγότερων απαερίων, μειωμένου ρυπαντικού φορτίου σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους καύσης.

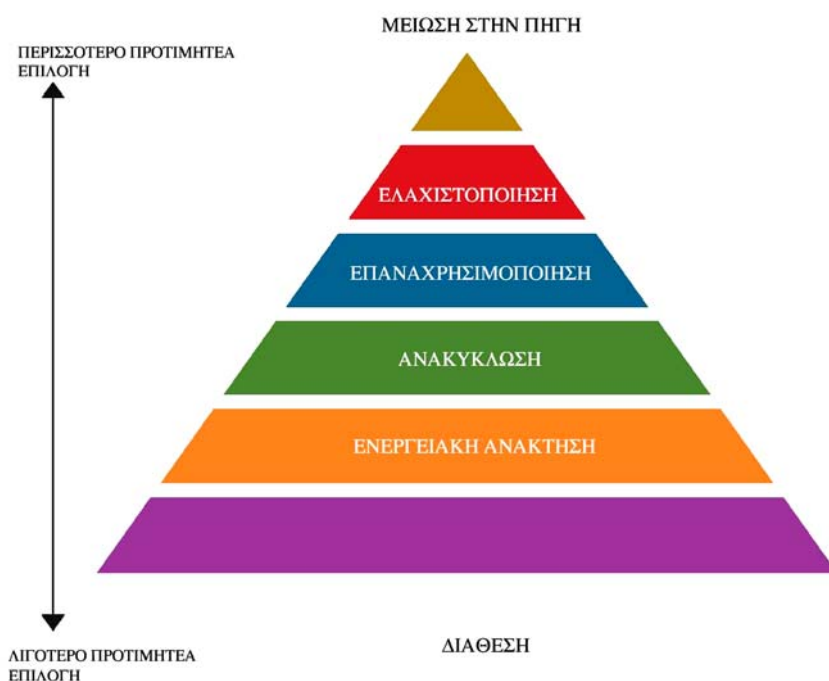
Τα τελικά προϊόντα από την εφαρμογή της τεχνολογίας του πλάσματος είναι:

- **Το παραγόμενο αέριο σύνθεσης**, το οποίο προκύπτει από την πλήρη αεριοποίηση όλων των πτητικών συστατικών (οργανικό μέρος των αποβλήτων) του εισερχόμενου ρεύματος. Η σύσταση του αερίου καθώς και το ενεργειακό του περιεχόμενο, εξαρτώνται άμεσα από το είδος και το οργανικό περιεχόμενο του εισερχόμενου προς επεξεργασία ρεύματος αποβλήτων. Το παραπάνω μίγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποδοτικό καύσιμο στη μονάδα πλάσματος μειώνοντας με τον τρόπο αυτό το λειτουργικό κόστος ή εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εμπορεύσιμο προϊόν.
- **Το υαλώδους μορφής αδρανές υλικό**, το οποίο δημιουργείται από την υαλοποίηση του ανόργανου μέρους των επεξεργαζόμενων αποβλήτων. Το υπόλειμμα αυτό είναι ομογενές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κατασκευαστικό υλικό σε διάφορες εφαρμογές (π.χ. κατασκευή δρόμων, κατασκευή τούβλων και πλακιδίων πολύ υψηλής ποιότητας, κατασκευή υλικών πεζοδρόμησης, κ.λ.π.).
- **Τα απαέρια**, τα οποία ύστερα από κατάλληλα επεξεργασία διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα. Αναφορικά με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια των εκπομπών από μονάδες που χρησιμοποιούν την τεχνολογία του πλάσματος, ισχύουν τα ίδια όρια με τις υπόλοιπες μονάδες θερμικής επεξεργασίας.
- **Τα υγρά απόβλητα**, τα οποία προκύπτουν από τη διαδικασία καθαρισμού των απαερίων. Ανάλογα με την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αποβλήτων αυτών, είναι δυνατόν να απαιτείται εγκατάσταση επεξεργασίας τους έτσι ώστε να είναι ασφαλής η τελική τους διάθεση.

Σε κάθε περίπτωση όμως, αναφορικά με τις επιτρεπτές τιμές στις παραγόμενες εκπομπές, αυτές ταυτίζονται με το σύνολο των τεχνικών θερμικής επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων.

5.7 Τελική Διάθεση

Η διάθεση αποτελεί το τελευταίο (καταληκτικό) υποσύστημα του υπερσυστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης των αστικών στερεών απορριμμάτων (ΑΣΑ) (Σχήμα 5-30). Σε αυτό είναι δυνατόν να καταλήξουν τα ΑΣΑ χωρίς καμιά επεξεργασία ή τα υπολείμματα μετά το διαχωρισμό και την ανάκτηση χρήσιμων υλικών. Τα υπολείμματα είναι συστατικά των ΑΣΑ που δεν ανακυκλώνονται. Ιστορικά η διάθεση των ΑΣΑ γινόταν είτε με διάθεση στο έδαφος είτε με διάθεση στη θάλασσα. Η διάθεση στο έδαφος (σε χώρο διάθεσης απορριμμάτων, ΧΔΑ) αποτελεί τη διεθνώς επικρατούσα μέθοδο τελικής διάθεσης ΑΣΑ.



Σχήμα 5-30. Ιεραρχία επιλογών Διαχείρισης Αστικών Στερεών Απορριμμάτων.

Σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία [8], η διάθεση των αποβλήτων πρέπει να γίνεται χωρίς να προκαλείται κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία και χωρίς να χρησιμοποιούνται διαδικασίες ή μέθοδοι που μπορούσαν να βλάψουν το περιβάλλον.

Οι εργασίες διάθεσης σύμφωνα με το παράρτημα IV του Εθνικού και Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης [8] είναι:

1. Απόθεση επάνω ή μέσα στο έδαφος (π.χ. υγειονομική ταφή κλπ).

2. Επεξεργασία σε χερσαίο χώρο (π.χ. βιοαποικοδόμηση αποβλήτων σε υγρή κατάσταση ή ιλύος στο έδαφος κλπ).
3. Έγχυση σε βάθος (π.χ. έγχυση αντλήσιμων αποβλήτων σε φρέατα, σε θόλους άλατος, ή σε φυσικά γεωλογικά ρήγματα κλπ).
4. Τελμάτωση (π.χ. έκχυση υγρών αποβλήτων ή ιλύων σε φρέατα, μικρές λίμνες ή λεκάνες κλπ).
5. Απόθεση σε ειδικά σχεδιασμένους και εξοπλισμένους χώρους υγειονομικής ταφής (π.χ. τοποθέτηση σε χωριστές στεγανές κυψελοειδείς κατασκευές, επικαλυμμένες και στεγανοποιημένες τόσο μεταξύ τους όσο και σε σχέση με το περιβάλλον κλπ).
6. Απόρριψη στερεών αποβλήτων σε υδατικό περιβάλλον, εκτός από τις απορρίψεις στη θάλασσα.
7. Καταβύθιση στις θάλασσες, συμπεριλαμβανομένης της απόθεσης στο θαλάσσιο πυθμένα.
8. Βιολογική επεξεργασία μη διευκρινιζόμενη σε άλλο σημείο του Παραρτήματος IV του Εθνικού Σχεδιασμού η οποία καταλήγει σε ενώσεις ή μείγματα η διάθεση των οποίων γίνεται με μία από τις εργασίες που περιγράφονται στο προαναφερθέν Παράρτημα.
9. Φυσική ή χημική επεξεργασία μη διευκρινιζόμενη σε άλλο σημείο του Παραρτήματος η οποία καταλήγει σε ενώσεις ή σε μείγματα η διάθεση των οποίων γίνεται με μία από τις εργασίες που αναγράφονται στον παρόντα πίνακα (π.χ. εξάτμιση, ξήρανση, ορυκτοποίηση κ.λ.π).
10. Αποτέφρωση επί του εδάφους.
11. Αποτέφρωση στη θάλασσα.
12. Μόνιμη εναποθήκευση (π.χ. τοποθέτηση κιβωτίων σε ορυχείο κλπ).
13. Ανάμειξη πριν από τις εργασίες που αναφέρονται στο παρόν Παράρτημα.
14. Επανα-συσκευασία πριν από μια από τις εργασίες που αναφέρονται στο παρόν Παράρτημα.
15. Αποθήκευση ενώ διαρκεί μία από τις εργασίες που αναγράφονται στο παρόν Παράρτημα εκτός από την προσωρινή αποθήκευση κατά τη διάρκεια της συλλογής, στο χώρο που παράγονται τα απόβλητα.

5.7.1 Υγειονομική Ταφή (ΥΤ)

Περιγραφή ΥΤ

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε ορισμένους σημαντικούς ορισμούς χρήσιμους στην κατανόηση του συστήματος της υγειονομικής ταφής.

Σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 1999/31/ΕΚ ως Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) ορίζεται:

«κάθε χώρος διάθεσης αποβλήτων για την απόθεση των αποβλήτων επί ή εντός του εδάφους ή υπογείως, συμπεριλαμβανομένων:

- Των εσωτερικών χώρων διάθεσης των αποβλήτων (δηλαδή των ΧΥΤΑ στους οποίους ένας παραγωγός αποβλήτων πραγματοποιεί τη διάθεσή τους στον τόπο παραγωγής) και*
- κάθε μόνιμος (δηλαδή χρησιμοποιούμενος άνω του έτους) χώρος προσωρινής εναποθήκευσης αποβλήτων,*

Αλλά εξαιρουμένων:

- των εγκαταστάσεων στις οποίες εκφορτώνονται τα απόβλητα με σκοπό την προετοιμασία τους για περαιτέρω μεταφορά τους προς ανάκτηση χρήσιμων υλών, επεξεργασία ή διάθεση αλλού και*
- της εναποθήκευσης των αποβλήτων πριν από την ανάκτηση χρήσιμων υλών ή την επεξεργασία για διάστημα μικρότερο των τριών ετών κατά γενικό κανόνα και*
- της εναποθήκευσης αποβλήτων πριν από τη διάθεση για διάστημα μικρότερο του έτους».*

Κάθε χώρος ταφής κατατάσσεται σε μία από τις ακόλουθες κατηγορίες:

- χώρος ταφής επικίνδυνων αποβλήτων,
- χώρος ταφής μη επικίνδυνων αποβλήτων,
- χώρος ταφής αδρανών αποβλήτων.

Οι χώροι υγειονομικής ταφής ΑΣΑ ανήκουν στη δεύτερη κατηγορία.

Σε χώρο ταφής επικίνδυνων αποβλήτων γίνονται δεκτά μόνον επικίνδυνα απόβλητα τα οποία πληρούν τα κριτήρια που καθορίζονται σύμφωνα με την οδηγία 1999/31/ΕΚ, παράρτημα ΙΙ. Σε χώρους λοιπόν ταφής επικινδύνων

αποβλήτων μπορούν να διατίθενται απόβλητα που καταρχήν καλύπτονται από την οδηγία 91/689/ΕΟΚ. Ωστόσο, αυτά τα απόβλητα δεν πρέπει να γίνονται δεκτά χωρίς προηγούμενη επεξεργασία, εάν παρουσιάζουν συνολική περιεκτικότητα ή στραγγισιμότητα δυνητικά επικίνδυνων συστατικών αρκετά υψηλή, ώστε να ενέχει βραχυπρόθεσμους επαγγελματικούς ή περιβαλλοντικούς κινδύνους ή να εμποδίζει την επαρκή σταθεροποίηση των αποβλήτων εντός της προβλεπόμενης διάρκειας λειτουργίας του χώρου ταφής.

Σε κάθε περίπτωση σε έναν Χώρο υγειονομικής ταφής επικινδύνων αποβλήτων καταλήγουν μη υγρά επικίνδυνα απόβλητα τα οποία δεν μπορούν να επεξεργαστούν ή διατεθούν με άλλο τρόπο, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία.

Η δυναμική ενός ΧΥΤΑ να ρυπάνει το περιβάλλον αποτελείται από 3 φάσεις [57]:

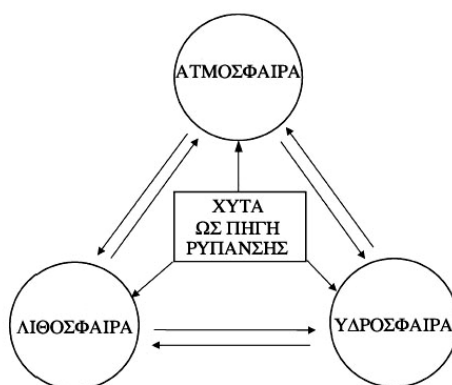
- Στερεή (αποδομημένα απορρίμματα)
- Υγρή (στραγγίσματα)
- Αέρια (βιοαέριο).

Στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 5-31) απεικονίζεται σχηματικά η διαδικασία αποδόμησης των απορριμμάτων σε έναν ΧΥΤΑ με τις διάφορες αντιδράσεις και προϊόντα.



Σχήμα 5-31. Συστημική απεικόνιση ενός ΧΥΤΑ.

Επιπλέον οι ΧΥΤΑ μπορούν να ρυπάνουν και τα 3 κυρίαρχα μέσα ύλης στο περιβάλλον: ατμόσφαιρα, λιθόσφαιρα και υδρόσφαιρα (Σχήμα 5-32). Έτσι η ρύπανση που μεταφέρεται μέσω αυτών των μέσων έχει είτε άμεσες είτε έμμεσες επιπτώσεις στον άνθρωπο, τη χλωρίδα, την πανίδα αλλά και τις ανθρώπινες κατασκευές [58].

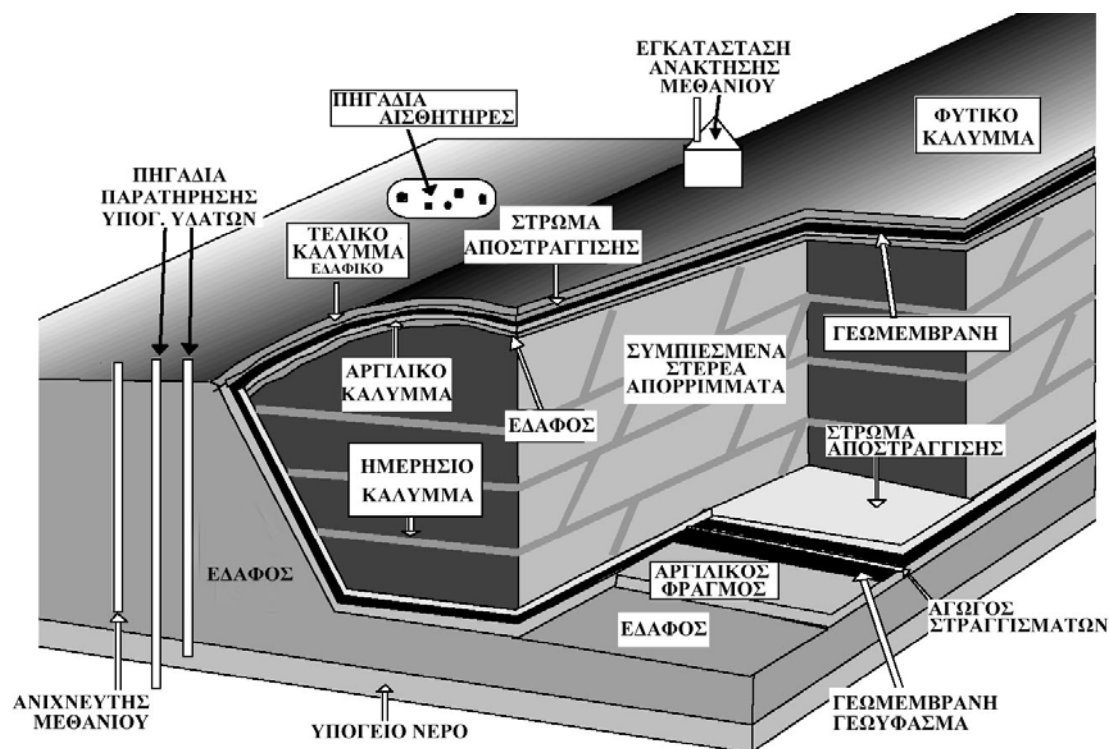


Σχήμα 5-32. Τα 3 κύρια περιβαλλοντικά μέσα και οι κύριοι οδοί ρύπανσης από ΧΥΤΑ [58]

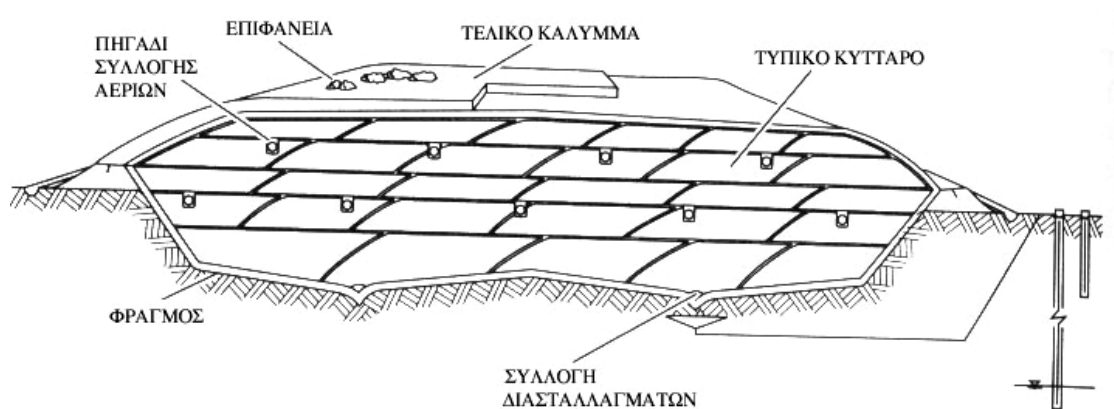
Η διάθεση σε χώρο υγειονομικής ταφής (ΧΥΤ) είναι η πλέον οικονομική και περιβαλλοντικά αποδεκτή μέθοδος διάθεσης ΑΣΑ. Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία η ελαχιστοποίηση στην πηγή, η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση, η ανάκτηση ενέργειας και η λιπασματοποίηση έχουν προτεραιότητα έναντι της υγειονομικής ταφής ως εναλλακτικές μορφές διαχείρισης των ΑΣΑ. Επειδή όμως πάντοτε υπάρχουν ΑΣΑ που δεν μπορούν να ανακυκλωθούν ή να αξιοποιηθούν ενεργειακά η υγειονομική ταφή θα αποτελεί το τελευταίο αλλά απαραίτητο τμήμα κάθε συστήματος διαχείρισης.

Η οδηγία του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης 1999/31/EC προχωρεί ουσιαστικά στη σταδιακή κατάργηση του ΧΥΤ σαν αποδέκτη βιοαποικοδομήσιμης οργανικής ύλης. Η απαίτηση αυτή θα οδηγήσει σε πρόσθετες μεγάλες ποσότητες ΑΣΑ για καύση.

Επομένως η σημερινή σημασία του όρου «υγειονομική ταφή» είναι ο χώρος διαμορφωμένος με βάση τις αρχές της επιστήμης του μηχανικού που χρησιμοποιείται για την εναπόθεση των υπολειμμάτων των ΑΣΑ επί του εδάφους, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και οι αρνητικές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία (Σχήμα 5-33, Σχήμα 5-34).



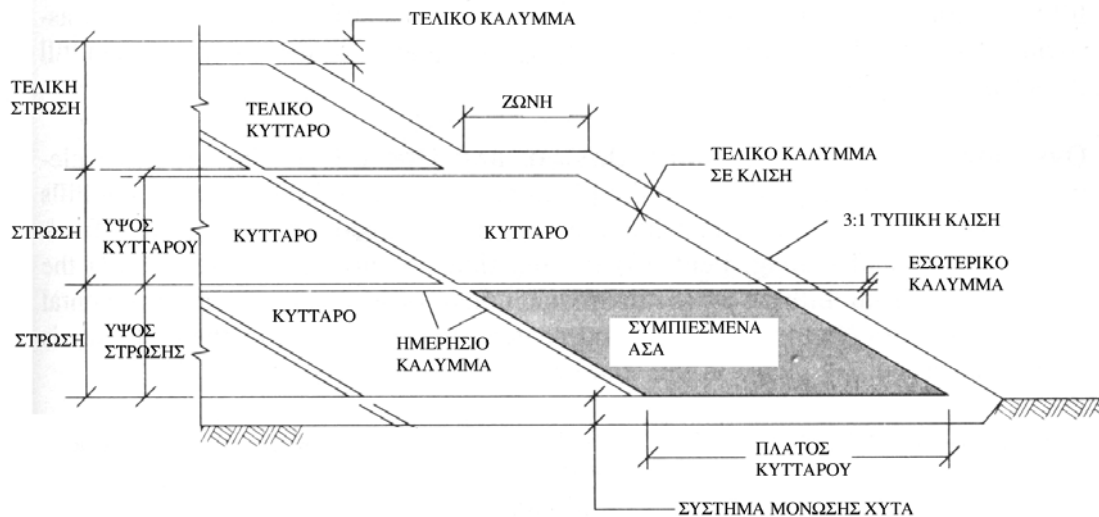
Σχήμα 5-33. Απεικόνιση ενός χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)



Σχήμα 5-34. Δομή και κύρια χαρακτηριστικά ενός ΧΥΤΑ

Το βασικό χαρακτηριστικό και δομικό στοιχείο ενός ΧΥΤ είναι το **κύτταρο (cell)** (Σχήμα 5-35) που αποτελείται από τα απορρίμματα μιας λειτουργικής περιόδου, συνήθως μιας ημέρας, συμπιεσμένα και καλυμμένα με στρώση εδαφικού υλικού. Η στρώση του εδαφικού υλικού αποτελείται από 15-30cm χώματος ή άλλων εναλλακτικών υλικών (π.χ. compost) και αποσκοπεί στο να παρεμποδίζει την είσοδο και έξοδο τρωκτικών και εντόμων, την είσοδο ύδατος

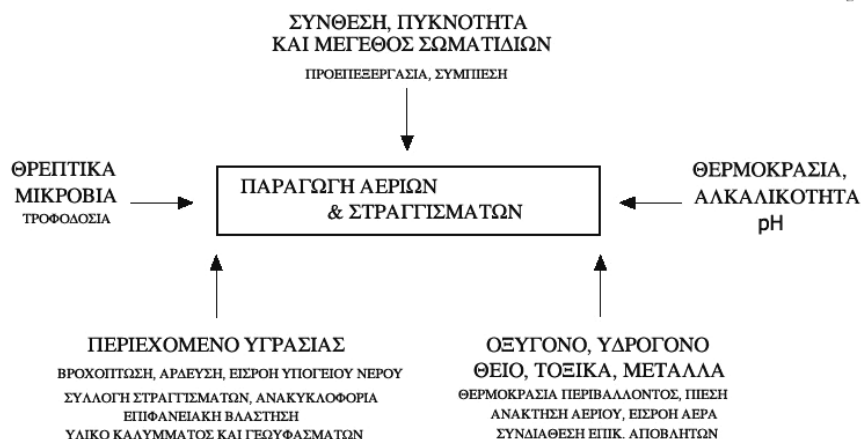
στο χώρο των ΑΣΑ κατά τη λειτουργική περίοδο, καθώς και το διασκορπισμό των ΑΣΑ με τον άνεμο τα ύδατα και τα ζώα από τον ΧΥΤ προς τον περιβάλλοντα χώρο.



Σχήμα 5-35. Τομή χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)

Ταμπάνι ή στρώση (lift) είναι μια πλήρης οριζόντια σειρά από κύτταρα του ίδιου ύψους (Σχήμα 5-35). Ένας XYT αποτελείται από μια σειρά τέτοιων στρώσεων η μία επάνω στην άλλη. Η ζώνη (bench ή terrace) χρησιμοποιείται συχνά όπου το ύψος του XYT ανέρχεται στα 15-25m. Οι ζώνες χρησιμοποιούνται για να διατηρήσουν τη σταθερότητα των πρανών, για την τοποθέτηση τάφρων ή αγωγών της επιφανειακής απορροής και την τοποθέτηση αγωγών συλλογής βιοαερίου. Ένα τελικό κάλυμμα τοποθετείται σε όλη την επιφάνεια του XYT. Το τελικό αυτό κάλυμμα αποτελείται συνήθως από πολλαπλές στρώσεις χώματος ή/και γεωμεμβράνες και αποσκοπεί στην παρεμπόδιση της κατείσδυσης των ομβρίων και στη στήριξη της επιφανειακής βλάστησης και των φυτεύσεων.

Διασταλλάγματα ή στραγγίσματα (leachates) είναι τα υγρά που συλλέγονται στον πυθμένα του ΧΥΤ. Είναι το αποτέλεσμα της κατείσδυσης ομβρίων, ανεξέλεγκτης επιφανειακής απορροής, ύδατος που περιέχεται αρχικά στα απόβλητα και υπογείου ύδατος σε περιοχές ρηχού υδροφόρου ορίζοντα (Σχήμα 5-36), [59].



Σχήμα 5-36. Παράγοντες που επιδρούν στην παραγωγή στραγγισμάτων και αερίων σε ΧΥΤΑ

Η χημική σύνθεση των στραγγισμάτων ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία του ΧΥΤΑ. Για παράδειγμα, στραγγίσματα που παράγονται στην όξινη φάση έχουν συγκριτικά χαμηλό pH και υψηλές συγκεντρώσεις BOD₅, COD, TOC, θρεπτικών και βαρέων μετάλλων.

Απεναντίας, στραγγίσματα που παράγονται στη φάση της μεθανιογένεσης έχουν συγκριτικά υψηλότερο pH (6,5-7,5) και πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις BOD₅, COD, TOC, θρεπτικών και μετάλλων. Το pH εξαρτάται όχι μόνον από τις συγκεντρώσεις των λιπαρών οξέων, αλλά και από τη μερική πίεση του CO₂ στο εσωτερικό του ΧΥΤΑ.

Αντιπροσωπευτικά χαρακτηριστικά στραγγισμάτων παρουσιάζονται στη συνέχεια (Πίνακας 5-8), τόσο για νέους όσο και για παλαιούς ΧΥΤΑ [2].

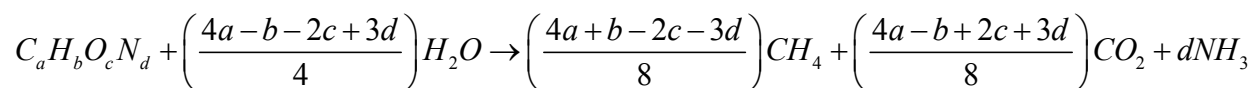
Η βιοαποικοδομησιμότητα του στραγγίσματος είναι συνάρτηση του χρόνου, όπως συνάγεται από τη μεταβολή του λόγου BOD₅/COD. Αρχικά, η τιμή του λόγου αυτού είναι μεγαλύτερη ή ίση από 0,5, ενώ η διακύμανση στην περιοχή 0,4-0,6 εκλαμβάνεται ως ένδειξη ότι το οργανικό περιεχόμενο του στραγγίσματος είναι εύκολα βιοαποικοδομήσιμο. Σε παλαιούς ΧΥΤΑ, η τιμή του λόγου BOD₅/COD είναι στην περιοχή 0,05-0,2 που αποτελεί ένδειξη χαμηλής βιοαποικοδομησιμότητας, λόγω μετατροπής της οργανικής ύλης σε φουλβικά και χουμικά οξέα.

Πίνακας 5-8. τιμές (mg/L*) περιεχ. στραγγίσματος από νέους & ώριμους ΧΥΤΑ

Συστατικά	Νέοι ΧΥΤΑ (< 2ετών)		Ωριμοί ΧΥΤΑ (> 10 ετών)
	Διακύμανση	Τυπική Τιμή	Διακύμανση
BOD ₅	2000 - 30000	10000	100 – 200
TOC	1500 - 20000	6000	80 – 160
COD	3000 - 60000	18000	100 – 500
Ολικά αιωρούμενα στερεά	200 - 2000	500	100 – 400
Οργανικό Άζωτο	10 - 800	200	80 – 120
Αμμωνιακό Άζωτο	10 - 800	200	20 - 40
Νιτρικά	5 - 40	25	5 – 10
Ολικός φώσφορος	5 - 100	30	5 – 10
Ορθοφώσφορος	4 - 80	20	4 – 8
Αλκαλικότητα σαν CaCO ₃	1000 - 10000	3000	200 - 1000
PH	4,5 – 7,5	6	6,6 – 7,5
Ολική σκληρότητα σαν CaCO ₃	300 - 10000	3500	200 – 500
Ασβέστιο	200 - 3000	1000	100 – 400
Μαγνήσιο	50 - 1500	250	50 – 200
Κάλιο	200 - 1000	300	50 – 400
Νάτριο	200 - 2500	500	100 – 200
Χλώριο	200 - 3000	500	100 – 400
Θειικά άλατα	50 - 1000	300	20 – 50
Ολικός Σίδηρος	50 - 1200	60	20 - 200

Το βιοαέριο (biogas ή landfill gas) είναι μίγμα αερίων (CH₄, CO₂) που αποτελούν προϊόντα της αναερόβιας αποδόμησης της οργανικής ύλης των αποβλήτων. Τα άλλα συστατικά του βιοαερίου είναι ατμοσφαιρικό N₂, O₂, NH₃ και μικρές συγκεντρώσεις οργανικών ενώσεων.

Η ολική ποσότητα του παραγόμενου αερίου μπορεί να υπολογιστεί με βάση τη στοιχειομετρία της αντιδράσεως:



Η πραγματική ποσότητα είναι συνήθως μικρότερη αυτής που υπολογίζεται με βάση τη στοιχειομετρία, διότι δεν βιοαποικοδομείται ολόκληρη η διαθέσιμη οργανική ύλη, αλλά ένα μέρος αυτής.

Μία τυπική κατανομή των συστατικών σε αέρια ΧΥΤΑ παρουσιάζεται στη συνέχεια (Πίνακας 5-9), [2]. Όπως φαίνεται, το μεθάνιο και το διοξείδιο του άνθρακος είναι τα κύρια συστατικά. Μίγματα μεθανίου στον αέρα σε συγκέντρωση 5-15% είναι εκρηκτικά. Επειδή μόνον μικρή ποσότητα οξυγόνου

υπάρχει σε ένα ΧΥΤΑ όταν η συγκέντρωση μεθανίου περιέχεται στην ως άνω περιοχή, ο κίνδυνος εκρήξεως στον ΧΥΤΑ είναι πολύ μικρός.

Πολλές από τις ενώσεις του παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5-9) ανήκουν στην κατηγορία των πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs). Η εκπομπή των VOC's πιστεύεται ότι ευθύνεται για την αύξηση των κρουσμάτων εμφάνισης καρκίνου αλλά και στο σχηματισμό όζοντος [60].

Πίνακας 5-9. Χαρακτηριστικά των αερίων που απαντώνται σε ΧΥΤΑ

Χαρακτηριστικό	% Ξηρού όγκου*
Μεθάνιο	45-60
Διοξείδιο του άνθρακος	40-60
Άζωτο	2-5
Οξυγόνο	0,1-1
Σουλφίδια, μερκαπτάνες, <i>etc.</i>	0-1
Αμμωνία	0,1-1
Υδρογόνο	0-0.2
Μονοξείδιο του άνθρακος	0-0,2
Ιχνοαέρια	0,01-0.6
θερμοκρασία, °C	38-50
Ειδικό βάρος (ως προς αέρα)	1,02-1,06
Περιεχόμενο υγρασίας	Κεκορεσμένο
θερμογόνος δύναμη, KJ/m ³	14.900-20.500

Τα βασικά πλεονεκτήματα της υγειονομικής ταφής έναντι άλλων μεθόδων επεξεργασίας και διάθεσης είναι:

- η σχετικά εύκολη τεχνολογία,
- η μικρότερη δαπάνη υποδομής και λειτουργίας,
- η επαναχρησιμοποίηση του χώρου μετά το κλείσιμο του ΧΥΤ και
- η πιθανή αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου.

Τα βασικά μειονεκτήματα είναι:

- οι μεγάλοι απαιτούμενοι χώροι,
- το σύνδρομο «όχι στη δική μου αυλή» ως κοινωνική αντίδραση για τη χωροθέτηση, λειτουργία του ΧΥΤ,

- η έκλυση αερίων CO₂ και CH₄ (αέρια θερμοκηπίου),
- το γεγονός ότι η περίοδος της μεταφροντίδας είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη άλλων μεθόδων διαχείρισης.

Και βέβαια θεωρείται λανθασμένα ως «τελική διάθεση» η υγειονομική ταφή αφού τόσο τα ανεπεξέργαστα ΑΣΑ όσο και τα επεξεργασμένα υπολείμματα (μετά από διαχωρισμό, κομποστοποίηση και καύση) περιέχουν ουσίες που δεν επιτρέπουν επίτευξη κατάστασης τελικής διάθεσης.

5.7.2 Περίοδος μεταφροντίδας ΧΔΑ

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 29407/3508 (ΦΕΚ 1572Β', 16-12-2002) «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων», ορίζεται ότι μετά την οριστική παύση λειτουργίας ενός χώρου υγειονομικής ταφής, ο φορέας διαχείρισης / λειτουργίας είναι υπεύθυνος για τη συντήρηση, την παρακολούθηση και τον έλεγχο (monitoring) του χώρου κατά τη φάση της μετέπειτα φροντίδας. Η μεταφροντίδα του χώρου μπορεί να διαρκέσει για όσο χρονικό διάστημα ο χώρος μπορεί να ενέχει κινδύνους.

Στην περίοδο μεταφροντίδας διενεργείται εκτίμηση επικινδυνότητας, η οποία περιλαμβάνει [52, 61]:

- στοιχεία παραλαβής και διάθεσης των αποβλήτων,
- αξιολόγηση της ασφάλειας συστημάτων στεγάνωσης σε μακροπρόθεσμη βάση και
- καταγραφή των υδρογεωλογικών δεδομένων σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα των ελέγχων και των υπαρχόντων σχεδιασμών.

Για τους σκοπούς αυτούς ελέγχονται και λαμβάνονται μέτρα για τα εξής [26]:

- το σύστημα τελικής επικάλυψης,
- τις τυχόν παραμορφώσεις της τελικής επικάλυψης,
- την απορροή των βροχοπτώσεων,
- τον έλεγχο για τυχόν ρωγματώσεις καθώς και

- τον έλεγχο του αποστραγγιστικού συστήματος της τελικής επικάλυψης

Τα στοιχεία που πρέπει να συγκεντρώνονται φαίνονται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 5-10), [61].

Πίνακας 5-10. Παράμετροι ελέγχου κατά τη μεταφροντίδα ΧΥΤΑ

	Παράμετρος	Συχνότητα ελέγχου
<i>Μετεωρολογικά στοιχεία</i>	Ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων	Καθημερινά επιπλέον των μηνιαίων τιμών
	Θερμοκρασία (κατώτατη, ανώτατη)	Μηνιαίος μέσος όρος
	Εξάτμιση	Καθημερινά επιπλέον των μηνιαίων τιμών
	Ατμοσφαιρική υγρασία	Μηνιαίος μέσος όρος
<i>Στραγγίσματα Αέρια Επιφανειακή απορροή</i>	Όγκος στραγγισμάτων Σύνθεση στραγγισμάτων	Ανά εξάμηνο
	Όγκος και σύνθεση επιφανειακών υδάτων	
	Δυναμικές εκπομπές αερίων και ατμοσφαιρική πίεση (CH ₄ , CO ₂ , H ₂ S, O ₂ , H ₂ , κ.λ.π.)	
<i>Υπόγεια νερά</i>	Στάθμη υπογείων υδάτων Σύνθεση υπογείων υδάτων	Ανά εξάμηνο
<i>Τοπογραφία του χώρου</i>	Καθίζηση του φορτίου αποβλήτων του ΧΥΤΑ	Ετήσια ανάγνωση

Σημειώνεται, ότι οι συχνότητες ελέγχου που αναφέρονται στον προηγούμενο πίνακα, ενδέχεται να αλλάξουν ανάλογα με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του ΧΥΤΑ, τα οποία όμως καθορίζονται στην άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας. Επίσης, η αποτελεσματικότητα του συστήματος απαγωγής αερίων πρέπει να ελέγχεται τακτικά. Σχετικά με την ποιότητα των υπογείων νερών, προτείνονται παράμετροι ποιότητας οι οποίες μπορεί να είναι το pH, ο TOC, οι φαινόλες, τα βαρέα μέταλλα, το φθόριο, το αρσενικό και οι υδρογονάνθρακες (πετρέλαιο).

Για όλες τις παραμέτρους ποιότητας κατά την περίοδο μεταφροντίδας ενός ΧΥΤΑ, καθορίζονται επίπεδα συναγερμού τα οποία, αν είναι δυνατόν, αναγράφονται στην άδεια. Όταν κάποια τιμή φθάσει στο επίπεδο συναγερμού, επιβεβαιώνεται με δεύτερη δειγματοληψία και ακολουθεί η εφαρμογή σχεδίου έκτακτης ανάγκης. Το σχέδιο αυτό πρέπει να προσδιορίζεται στην άδεια.

Ακόμη, η μεταφροντίδα περιλαμβάνει την προστασία του χώρου έναντι ανεπιθύμητων ανθρωπογενών παρεμβάσεων όπως: απόρριψη απορριμμάτων,

παράνομο κυνήγι, καταπάτηση έκτασης και ανάπτυξη παράνομων επιχειρηματικών δράσεων.

5.7.3 Αποκατάσταση ΧΔΑ

Μετά το τέλος της λειτουργίας ενός ΧΔΑ απαιτείται μια σειρά εργασιών και επεμβάσεων, ώστε οι επιπτώσεις στο τοπίο να είναι οι ελάχιστες δυνατές. Οι επεμβάσεις αυτές ελαχιστοποιούνται, αν κατά τη φάση σχεδιασμού του ΧΥΤΑ λήφθηκαν υπόψη χωροταξικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

Η αποκατάσταση επιτυγχάνεται με τεχνικές παρεμβάσεις, τεχνικά απλές, οικονομικά εφικτές και κυρίως περιβαλλοντικά αποτελεσματικές [52].

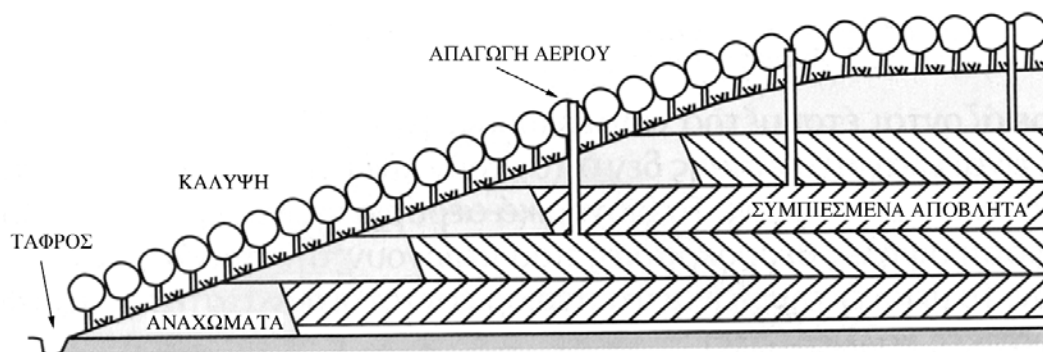
Οι τεχνικές αυτές παρεμβάσεις αναλύονται και αναπτύσσονται ως εξής:

- **Εξομάλυνση και σταθεροποίηση του υπάρχοντος απορριμματικού ανάγλυφου:** Έλεγχος απορρίψεων, περίφραξη, χωματουργικές εργασίες.
- **Διαχείριση στραγγισμάτων:** Εντοπισμός πλευροδιηθημάτων, διαμόρφωση σημειακών (λάκκοι) ή γραμμικών (χαντάκια) στοιχείων συλλογής και κατείσδυσης των πλευροδιηθημάτων στο απορριμματικό ανάγλυφο.
- **Κατασκευή επιφανειακής στρώσης στεγάνωσης.**
- **Απορροή ομβρίων:** Συνδυασμός αναχωμάτων και τάφρων για έλεγχο εισροών. Κατασκευή συστήματος αυλακιών πάνω στη στεγανωτική στρώση για περιορισμό των διαβρώσεων και των κατεισδύσεων.
- **Στρώση ανάπτυξης πρασίνου:** Τοποθέτηση στρώσης φυτικού εδάφους πάνω στη στεγανωτική στρώση.
- **Διαχείριση βιοαερίου:** Σε αποκατάσταση ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης απορριμμάτων αποφεύγεται η κατασκευή έργων σύλληψης και απαγωγής του βιοαερίου, επειδή αυτά ενδέχεται να λειτουργήσουν ως συστήματα οξυγόνωσης και αναζωπύρωσης λανθανουσών εστιών καύσης. Σε περίπτωση που δεν παρατηρούνται

συμπτώματα αυτανάφλεξης, ή σε περίπτωση που αυτή εκτιμάται ως ελεγχόμενη και περιορισμένη, προτείνεται η απαγωγή του βιοαερίου να γίνεται με περιορισμένο αριθμό «γεωτρήσεων» ή «παραθύρων» που θα διανοιχτούν στη μάζα των απορριμμάτων των τελευταίων στρωμάτων. Το βιοαέριο θα εξέρχεται με φυσικό ελκυσμό και θα καίγεται.

- **Μεταφροντίδα - monitoring:** όπως αυτή παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 5-37) φαίνεται η αποκατάσταση ενός ΧΥΤΑ με δειντροφύτευση της επιφάνειας.



Σχήμα 5-37. Αποκατάσταση ΧΥΤΑ

5.8 Προϋποθέσεις εφαρμογής των εναλλακτικών τεχνικών διαχείρισης των στερεών αποβλήτων.

Με βάση τη διεθνή εμπειρία και πρακτική, προκύπτει ότι για την αποτελεσματική εφαρμογή μιας μεθόδου ή συνδυασμού μεθόδων θα πρέπει να ικανοποιούνται κάποιες βασικές προϋποθέσεις. Οι προϋποθέσεις αυτές αφορούν:

- Τις ποσότητες των προς διαχείριση στερεών αποβλήτων.
- Τη δυνατότητα απρόσκοπτης απορρόφησης των προϊόντων επεξεργασίας.
- Τα λειτουργικά και άλλα χαρακτηριστικά της κάθε τεχνικής.

Κάθε μέθοδος έχει ορισμένα όρια ως προς την ποσότητα των προς διαχείριση στερεών αποβλήτων, εντός των οποίων είναι αποτελεσματική και οικονομικά βιώσιμη. Τα όρια αυτά εξαρτώνται από τη συγκεκριμένη τεχνική διαχείρισης και κυρίως:

- Από το λειτουργικό της κόστος, το οποίο γενικά μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με τη δυναμικότητά της
- Από την ευελιξία κάθε μονάδας, σε σχέση με τις συγκεκριμένες λειτουργικές ανάγκες της. Για παράδειγμα, δεν είναι δυνατό να κατασκευαστεί μονάδα αποτέφρωσης διαρκούς λειτουργίας, με δυναμικότητα κάτω των δυο τόνων ανά ώρα, διότι θα υπολειτουργούν οι καυστήρες, γεγονός που θα έχει αρνητικά αποτελέσματα στη βιωσιμότητα της μονάδας και θα πολλαπλασιάσει το κόστος συντήρησής της.

Τα όρια των ποσοτήτων πρακτικά σημαίνουν τα εξής:

- Κάτω από την τιμή του ορίου, η συγκεκριμένη τεχνολογία εμφανίζει υψηλό λειτουργικό κόστος ή υπολειτουργεί.
- Κάτω από αυτό το όριο δεν υπάρχει εμπορικό σύστημα που να λειτουργεί αποδοτικά.

Ο προσδιορισμός των ελάχιστων ποσοτήτων – ορίων για κάθε διαθέσιμη μέθοδο είναι μια δύσκολη διαδικασία και απαιτείται γνώση της τεχνολογικής εξέλιξης σε κάθε επιμέρους τεχνική, επανεκτίμηση του λειτουργικού κόστους και σαφής εικόνα της κατάστασης που επικρατεί στην αγορά όσον αφορά στα νέα προϊόντα, το κόστος τους κλπ. Με βάση το γεγονός αυτό, δεν είναι δυνατό να προσδιοριστούν όρια ποσοτήτων που να ισχύουν για μακροχρόνιες περιόδους, λόγω των διαρκών μεταβολών και της τεχνολογικής εξέλιξης που παρουσιάζεται στο πεδίο της επεξεργασίας και διάθεσης των στερεών αποβλήτων. Τα όρια που παρουσιάζονται (Πίνακας 5-11), δίδονται με βάση τις τρέχουσες εξελίξεις στον τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων και ενδέχεται να μεταβληθούν μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, εφόσον μεταβληθούν τα τεχνολογικά ή / και τα οικονομικά δεδομένα.

Ένα χρήσιμο εργαλείο στην επιλογή της κατάλληλης μεθόδου διαχείρισης αποτελεί η «Ανάλυση Κόστους-Οφέλους» ή CBA (Cost Benefit Analysis). Η CBA είναι ένα οικονομικό εργαλείο για τη σύγκριση του κόστους με τις ωφέλειες από συγκεκριμένες δραστηριότητες ή πολιτικές. Στην περίπτωση σύγκρισης πολιτικών περιβαλλοντικής διαχείρισης το οικονομικό κομμάτι της CBA συνοδεύεται και από την οικονομική αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κάθε πολιτικής με τη βοήθεια της «ανάλυσης του κύκλου ζωής» ή LCA (Life – Cycle Analysis).

Μια πρόσφατη CBA [62] για τη διαχείριση των υλικών συσκευασίας (σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 94/62/EK) κατέληξε μεταξύ άλλων και στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Η διαλογή στην πηγή είναι η προτιμώμενη μέθοδος συλλογής των οικιακών απορριμμάτων συσκευασίας με εξαίρεση:
 - Το γυαλί, το οποίο πρέπει να συλλέγεται με «τράπεζες» γυαλιού (1 ανά 1000 κατοίκους).
 - Τα μέταλλα, τα οποία δεν προτείνεται να συλλέγονται ξεχωριστά όταν λειτουργούν συστήματα αποτέφρωσης των απορριμμάτων με ανάκτηση των μετάλλων από την

τέφρα, ή όταν οι περιοχές μελέτης είναι χαμηλής πληθυσμιακής πυκνότητας.

- Οι συσκευασίες tetrapak και σύνθετα πλαστικά, των οποίων η ξεχωριστή συλλογή δεν φάνηκε να μπορεί να αποδειχτεί αρκετά συμφέρουσα.
- Τα πλαστικά μπουκάλια, τα οποία θα μπορούσαν να συλλέγονται ξεχωριστά σε περιπτώσεις πόλεων χαμηλής πληθυσμιακής πυκνότητας σε συνδυασμό με αποτέφρωση απορριμμάτων με ανάκτηση ενέργειας.
- Τα απορρίμματα συσκευασίας που περιέχουν επικίνδυνα υλικά πρέπει να συλλέγονται ξεχωριστά.
- Για την Ελλάδα η υιοθέτηση του βέλτιστου συνδυασμού πολιτικών διαχείρισης των απορριμμάτων συσκευασίας θα οδηγήσει σε ανακύκλωσή τους σε ποσοστό 39-52 %.
- Η χρήση φιαλών (π.χ. αναψυκτικών) περισσότερων της μιας χρήσης δεν φάνηκε να υπερτερεί έναντι της χρήσης μη επαναχρησιμοποιήσιμων φιαλών.

Η αποτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης στην Ελλάδα όσον αφορά τις δυνατότητες ανακύκλωσης συγκεκριμένων υλικών έδειξε ότι [45]:

- Η απορρόφηση του αλουμινίου από την εγχώρια βιομηχανία θεωρείται εγγυημένη.
- Η αγορά για την απορρόφηση του προς ανακύκλωση γυαλιού είναι μικρή αφού μόνο δύο εταιρείες δραστηριοποιούνται (Αθήνα και Λάρισα) με μέγιστη ικανότητα ανακύκλωσης 60.000-70.000 tn/yr. Σημαντικό πρόβλημα αποτελούν επίσης ο μειωμένος βαθμός καθαρότητας και οι προσμείξεις με άλλου χρώματος γυαλιά.
- Η μέγιστη δυνατότητα ανακύκλωσης χαρτιού και χαρτονιού εκτιμάται σε 200.000 tn/yr. Προβλήματα αποτελούν οι εισαγόμενες ποσότητες χαρτιού, η μειωμένη ικανότητα απομελάνωσης, η μειωμένη ευελιξία των ελληνικών βιομηχανιών, η έλλειψη προτύπων στη συλλογή χαρτιού και οι προσμείξεις.

- Για τα μεταλλικά κουτιά αναφέρεται ότι θα μπορούσαν όλα να απορροφηθούν από την εγχώρια αγορά.
- Η δυνατότητα ανακύκλωσης πλαστικών υλικών εκτιμάται σε 4.000 tn/yr όταν συλλέγονται μόνο 150 tn/yr. Δηλαδή υπάρχει ένα αρκετά υψηλό περιθώριο αύξησης της συλλογής των πλαστικών υλικών. Σημαντικό πρόβλημα αποτελεί η δυσκολία των κατασκευαστών να παραδεχτούν ότι χρησιμοποιούν ανακυκλωμένο πλαστικό για να μην αναγκαστούν να μειώσουν τις τιμές των προϊόντων τους.

Πίνακας 5-11. Όρια ποσοτήτων για την εφαρμογή εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης ΑΣΑ.

Μέθοδος	Όριο ποσοτήτων (τόνοι / έτος)	Προϊόντα	Διάθεση προϊόντων	Είδη επεξεργαζόμενων ΣΑ	Άλλες προϋποθέσεις	Σκοπιμότητα εφαρμογής
Αερόβια επεξεργασία με μηχανική διαλογή	> 9.000 (οργανικά)	Compost	Γεωργία Αποκαταστάσεις εδάφους Διαμορφώσεις τοπίου	Οικιακά Γεωργικά Κτηνοτροφικά Ιλύες	- Εξασφαλισμένη διάθεση compost	Μείωση όγκου και βιοαποδομήσιμου υλικού προς διάθεση Αμελητέο οργανικό φορτίο υπολειμμάτων επεξεργασίας Παραγωγή χρήσιμου προϊόντος
Αναερόβια επεξεργασία με μηχανική διαλογή – ανάκτηση ενέργειας	> 9.000 (οργανικά)	Σταθεροποιημένο οργανικό Ενέργεια	Γεωργία Αποκαταστάσεις εδάφους Διαμορφώσεις τοπίου Καταναλωτές ενέργειας	Οικιακά Γεωργικά Κτηνοτροφικά Ιλύες	- Θετική εμπειρία - Εξασφαλισμένη διάθεση Σταθεροποιημένου οργανικού υλικού	Μείωση όγκου και βιοαποδομήσιμου υλικού προς διάθεση Αμελητέο οργανικό φορτίο υπολειμμάτων Παραγωγή χρήσιμων προϊόντων Ανάκτηση ενέργειας
Αναερόβια επεξεργασία χωρίς ανάκτηση ενέργειας	> 2.500 (οργανικά)	Σταθεροποιημένο οργανικό	Αποκαταστάσεις εδάφους Διαμορφώσεις τοπίου	Οικιακά Γεωργικά Κτηνοτροφικά Ιλύες	- Θετική εμπειρία - Εξασφαλισμένη διάθεση σταθεροποιημένου οργανικού υλικού	Μείωση όγκου και βιοαποδομήσιμου υλικού προς ταφή Αμελητέο οργανικό φορτίο υπολειμμάτων
Αποτέφρωση	> 14.000 (καύσιμα)	-		Οικιακά** Γεωργικά Διάφορα καύσιμα	- Θετική εμπειρία για διακοπτόμενη λειτουργία	Μείωση όγκου προς ταφή Αδρανοποίηση υπολειμμάτων
Αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας	> 28.000 (καύσιμα)	Ενέργεια	Καταναλωτές ενέργειας	Οικιακά** Γεωργικά Διάφορα καύσιμα	- Θετική εμπειρία για διακοπτόμενη λειτουργία	Μείωση όγκου προς ταφή Αδρανοποίηση υπολειμμάτων Ανάκτηση ενέργειας
Πυρόλυση – Αεριοποίηση – Τεχνική πλάσματος	> 8.000	Στερεά Υγρά Αέρια	Καταναλωτές ενέργειας Αγορά λιπαντικών	Οικιακά** Γεωργικά Διάφορα καύσιμα	- Θετική εμπειρία - Διάθεση προϊόντων	Μείωση όγκου προς ταφή Αδρανοποίηση υπολειμμάτων Ανάκτηση ενέργειας
ΚΔΑΥ	> 8.000	Ανακυκλωμένα Υλικά	Αγορά ανακύκλωσης	Οικιακά**	- Διάθεση προϊόντων	Μείωση όγκου προς ταφή Ανάκτηση υλικών

Πηγή: [63].

6 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ



6.1 Γενικά

Η Κρήτη δεν αποτελεί εξαίρεση του κανόνα όσον αφορά την υφισταμένη κατάσταση στη διαχείριση των ΑΣΑ στον ελλαδικό χώρο (όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2), συνεπώς δεν υπάρχει η τήρηση αρχείων για τον ακριβή προσδιορισμό των παραγόμενων απορριμμάτων. Επίσης η έλλειψη του ειδικού αλλά απαραίτητου εξοπλισμού (γεφυροπλάστιγγες) σε κάθε χώρο διάθεσης (ΧΥΤΑ) καθιστά αδύνατο τον άμεσο προσδιορισμό των ποσοτήτων. Η εκτίμηση των παραγόμενων ποσοτήτων οικιακών αποβλήτων (Kg/άτομο/ημέρα) στηρίζεται σε προηγούμενες μελέτες, σε στοιχεία των υπό μελέτη δήμων, σε επίσημα στοιχεία της Στατιστικής Υπηρεσίας της απογραφής του 2001 καθώς και σε στοιχεία του Ελληνικού Οργανισμού Τουρισμού για τα έτη 2001/2002. Στον υπολογισμό των παραγόμενων αστικών στερεών αποβλήτων δεν συμπεριλαμβάνεται ο Δήμος Σητείας και ο Νομός Χανίων, οι οποίες περιοχές σύμφωνα με τη μελέτη του Ο.Α.Ν.Α.Κ. ακολουθούν ξεχωριστό σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων.

Για τη Θεσσαλονίκη όπου έχουν γίνει επί σειρά ετών σχετικές μετρήσεις [11], η μέση παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων ανά κάτοικο υπολογίζεται σε 1,25 kg (έτος 1998).

Επίσης, οι εκτιμήσεις που έχουν γίνει κατά καιρούς, τόσο για την Αττική [64] όσο και για αρκετές άλλες Ελληνικές πόλεις ή και νησιά, πλησιάζουν κατά μέσο όρο το 1 Kg/άτομο και ημέρα.

Τέλος, η πρόσφατη νομοθεσία [8] αναφέρει ότι με βάση τα στοιχεία του έτους 2001 η μέση παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων ανά κάτοικο υπολογίζεται σε 1,14 kg/ημέρα.

6.2 Παραδοχές για την εκτίμηση της παραγωγής ΑΣΑ

Στην παρούσα μελέτη οι παραγόμενες ποσότητες για κάθε δημοτικό διαμέρισμα του νησιού εκτιμήθηκαν από τον πληθυσμό των αντίστοιχων Δήμων, σύμφωνα με τις εξής παραδοχές:

- Για Κοινότητες με πληθυσμό μικρότερο των 10.000 κατοίκων : 0,8 Kg απορρίμματα ανά κάτοικο και ημέρα
- Για Κοινότητες με πληθυσμό μεγαλύτερο των 10.000 κατοίκων : 1 Kg απορρίμματα ανά κάτοικο και ημέρα
- Για το Δήμο Ρεθύμνης, Δήμο Αγίου Νικολάου, Δήμο Ιεραπέτρας : 1 Kg απορρίμματα ανά κάτοικο και ημέρα.
- Για τον μεγαλύτερο Δήμο (πληθυσμός 133.012, απογραφή 2001) και εμπορικό κέντρο της Κρήτης, το Ηράκλειο: 1,2 Kg απορρίμματα ανά κάτοικο και ημέρα.

Η παραδοχή που γίνεται για τους μεγαλύτερους δήμους στηρίζεται κυρίως στις εκτιμήσεις της Υπηρεσίας Καθαριότητας του Δήμου, καθώς και στο πλαίσιο Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Νομού Ρεθύμνης, Νομού Λασιθίου και Νομού Ηρακλείου που εντάσσεται στον Ολοκληρωμένο Σχεδιασμό Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων της Περιφέρειας Κρήτης [65]. Τα παραπάνω έρχεται να επιβεβαιώσει και η πρόσφατη ελληνική νομοθεσία «Μέτρα και όροι για την Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης»⁶ η οποία και παραδέχεται ως μέση τιμή παραγωγής απορριμμάτων 1,14 Kg / κάτοικο / ημέρα.

Οπωσδήποτε είναι λογικό να αναμένεται αυξημένη μέση παραγωγή απορριμμάτων στους μεγαλύτερους Δήμους σε σχέση με τις υπόλοιπες αστικές περιοχές του Νομού, εξαιτίας των δραστηριοτήτων που έχουν αναπτυχθεί γύρω από τον πολεοδομικό ιστό (σφαγεία, συνεργεία αυτοκινήτων, μεγάλες τουριστικές μονάδες κ.α.)

Επιπρόσθετα με τις ποσότητες αυτές, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι μέγιστες ημερήσιες ποσότητες απορριμμάτων που παράγονται λόγω του τουρισμού. Για την εκτίμηση της τουριστικής κίνησης ο ενδεδειγμένος τρόπος είναι η χρήση των επίσημων στοιχείων του ΕΟΤ. Άλλωστε με τον ίδιο τρόπο έγινε και η ποσοτική εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων για το νομό Χανίων

⁶ Απόφαση Η.Π. 50910/2727, ΦΕΚ 1909Β', 22-12-2003, «Μέτρα και όροι για την Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης».

[37]. Δεν είναι σκοπός της μελέτης ο έλεγχος της αξιοπιστίας των στοιχείων του ΕΟΤ, επομένως τα στοιχεία του ΕΟΤ τα αποδεχόμαστε ως τη μόνη επίσημη πληροφόρηση.

Η εκτίμηση των ποσοτήτων αυτών έγινε ως εξής :

α. Από στοιχεία του ΕΟΤ ελήφθη το σύνολο των κλινών σε κάθε Δήμο ή Κοινότητα που διαθέτει κύρια ξενοδοχειακά καταλύματα.

β. Από στοιχεία του ΕΟΤ σχετικά με την πληρότητα των κλινών εντοπίστηκε η μέση % πληρότητα η οποία ισχύει κατά τους θερινούς μήνες, βάσει της οποίας υπολογίστηκε η συνολική παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων λόγω τουρισμού.

γ. Θεωρήθηκε ότι η μέση παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων ανά τουρίστα και ημέρα ανέρχεται σε 1,2 Kg. Ο συντελεστής παραγωγής απορριμμάτων για τον εποχιακό πληθυσμό εξάγεται, όπως και για το μόνιμο πληθυσμό, με βάση τις υπάρχουσες μελέτες διαχείρισης απορριμμάτων, τη μελέτη «Προγραμματισμός - Σχεδιασμός Έργων Διαχείρισης Απορριμμάτων σε Επίπεδο Χώρας» (ΥΠΕΧΩΔΕ 1999). Σημειώνεται ότι είναι υπερεκτιμημένος, ώστε να συνυπολογίζει τα μη καταχωρημένα ενοικιαζόμενα δωμάτια (δεν περιλαμβάνονται στα στοιχεία του ΕΟΤ) τους διερχόμενους τουρίστες, τους επισκέπτες κτλ..

Με βάση τις εκτιμήσεις αυτές, σημειώνουμε τα εξής:

- Όπως είναι αναμενόμενο, η κύρια ποσότητα των απορριμμάτων παράγεται στις αστικές περιοχές, όπου υπάρχει και η μεγαλύτερη συγκέντρωση πληθυσμού στο νομό.
- Επίσης οι περιοχές αυτές μαζί με τις παραθαλάσσιες περιοχές με βάση στοιχεία του ΕΟΤ έχουν έντονο τουριστικό χαρακτήρα κατά τους θερινούς μήνες.

6.3 Εκτίμηση ποσοτήτων

Οι εκτιμώμενες ποσότητες των παραγόμενων απορριμμάτων ανά δημοτικό διαμέρισμα των Νομών Ρεθύμνης, Λασιθίου και Ηρακλείου αντίστοιχα, δίνονται στους παρακάτω πίνακες 6-1, 6-2 και 6-3.

Πίνακας 6-1. Εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων ν. Ρεθύμνης.

a/a	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
1	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	31687	31147	11369	10940	2297	46296	15033
2	ΑΝΩΓΕΙΩΝ	4812	3850	1405			4235	1546
3	ΑΡΚΑΔΙΟΥ	5644	4515	1648	7053	1481	12725	3442
4	ΓΕΡΟΠΟΤΑΜΟΥ	8323	6658	2430	2653	557	10242	3286
5	ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑ	5949	4759	1737	8	2	5244	1913
6	ΚΟΥΡΗΤΩΝ	2703	2162	789			2379	868
7	ΛΑΜΠΗΣ	6173	4938	1803	1444	303	7020	2316
8	ΛΑΠΠΑΙΩΝ	2628	2102	767			2313	844
9	ΝΙΚΗΦΟΡΟΥ ΦΩΚΑ	6599	5279	1927	216	45	6045	2170
10	ΣΙΒΡΙΤΟΥ	3512	2810	1026			3091	1128
11	ΦΟΙΝΙΚΑ	3946	3157	1152	1799	378	5451	1683
ΣΥΝΟΛΟ		81976	71378	26053	24113	5064	105040	34228

Πίνακας 6-2. Εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων ν. Ηρακλείου

a/a	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
1	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	137711	163374	59631	3104	652	183125	66311
2	ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑΣ	5310	4248	1551			4673	1706
3	ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙΟΥ	10897	8718	3182	55	12	9650	3513
4	ΑΡΧΑΝΩΝ	4548	3638	1328	20	4	4024	1465
5	ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΩΝ	6303	5042	1840			5547	2025
6	ΒΙΑΝΝΟΥ	6463	5170	1887			5687	2076
7	ΓΑΖΙΟΥ	13581	10865	3966	9405	1975	22296	6535
8	ΓΟΡΓΟΛΑΙΝΗ	3171	2537	926			2790	1019
9	ΓΟΡΤΥΝΑΣ	5292	4234	1545	23	5	4682	1705
10	ΓΟΥΒΩΝ	7761	6209	2266	7736	1625	15340	4280
11	ΕΠΙΣΚΟΠΗΣ	2533	2026	740			2229	814
12	ΖΑΡΟΥ	3370	2696	984	128	27	3106	1112
13	ΘΡΑΨΑΝΟΥ	2616	2093	764			2302	840
14	ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ	6819	5455	1991			6001	2190
15	ΚΟΦΙΝΑ	5338	4270	1559			4697	1715
16	ΚΡΟΥΣΩΝΑ	4059	3247	1185			3572	1304
17	ΜΑΛΙΩΝ	6212	4970	1814	9719	2041	16158	4240
18	ΜΟΙΡΩΝ	10857	8686	3170	20	4	9576	3492
19	ΝΕΑΣ ΑΛΙΚΑΡΝΑΣΣΟΥ	12542	12360	4511	228	48	13846	5015
20	ΝΙΚΟΥ ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	7171	5737	2094			6310	2303
21	ΡΟΥΒΑ	2324	1859	679			2045	746

a/a	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
22	ΤΕΜΕΝΟΥΣ	3218	2574	940	10	2	2843	1036
23	ΤΕΤΡΑΧΩΡΙΟΥ	2404	1923	702			2116	772
24	ΤΥΛΙΣΟΥ	3491	2793	1019	62	13	3141	1136
25	ΤΥΜΠΑΚΙΟΥ	10001	8001	2920	1393	293	10333	3534
26	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	8497	6798	2481	21032	4417	30612	7588
ΣΥΝΟΛΟ		292489	289522	105676	52936	11117	376704	128471

Πίνακας 6-3. Εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων ν. Λασιθίου.

a/a	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
1	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ	19462	17751	6479	9494	1994	29969	9320
2	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	23707	22030	8041	2797	587	27310	9491
3	ΙΤΑΝΟΥ	2514	2011	734	219	46	2453	858
4	ΛΕΥΚΗΣ	2177	1742	636			1916	699
5	ΜΑΚΡΥ ΓΥΑΛΟΥ	4204	3363	1228	997	209	4796	1581
6	ΝΕΑΠΟΛΗΣ	6765	5412	1975	2007	421	8161	2636
7	ΟΡΟΠΕΔΙΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ	3152	2522	920	33	7	2810	1020
8	ΣΗΤΕΙΑΣ	14338	11470	4187	1124	236	13854	4865
ΣΥΝΟΛΟ		76319	66301	24200	16670	3501	91268	30471

Στους παραπάνω πίνακες ο υπολογισμός γίνεται ως εξής:

Στήλη 1, 2, 3: Αύξων αριθμός, όνομα δήμου και πραγματικός πληθυσμός δήμου κατά την απογραφή του 2001.

Στήλη 4: Εκτίμηση ημερήσιας παραγωγής απορριμμάτων (kg/ημέρα) με βάση τις παραδοχές Μοναδιαίας Παραγωγής Απορριμμάτων (ΜΠΑ) που αναφέρθηκαν παραπάνω συναρτήσει του πληθυσμού σε κάθε δημοτικό διαμέρισμα.

Στήλη 5: Υπολογισμός ετήσιας παραγωγής απορριμμάτων (έτος = 365 ημέρες) σε tn/έτος.

Στήλη 6: Εκτίμηση μέσης ημερήσιας παραγωγής απορριμμάτων λόγω τουρισμού (kg/ημέρα) θεωρώντας ΜΠΑ=1,2 και λαμβάνοντας τη μέση πληρότητα σύμφωνα με τα στοιχεία του ΕΟΤ για το έτος 2002 σε νόμιμες κλίνες μόνο των κύριων ξενοδοχειακών καταλυμάτων (Παράρτημα 1).

Στήλη 7: Υπολογισμός ετήσιας παραγωγής απορριμμάτων λόγω τουρισμού (τουριστική περίοδος =210 ημέρες) σε tn/έτος.

Στήλη 8: Εκτίμηση συνολικής ημερήσιας παραγωγής απορριμμάτων (kg/ημέρα) θεωρώντας συντελεστή ασφαλείας 10%.

Στήλη 9: Υπολογισμός συνολικής ετήσιας παραγωγής απορριμμάτων (tn/έτος) προσθέτοντας την τιμή της στήλης 5 με την τιμή της στήλης 7 και θεωρώντας προσαύξηση 10%.

Στον πίνακα 6-4 παρουσιάζονται οι συνολικές ποσότητες απορριμμάτων για τους νομούς Ρεθύμνης, Ηρακλείου και Λασιθίου.

Πίνακας 6-4. Εκτίμηση της παραγωγής απορριμμάτων νομών Ρεθύμνης, Ηρακλείου και Λασιθίου (πραγματικός πληθυσμός, 2001, Στοιχεία ΕΟΤ, 2001-2002)

Νομός	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή απορ. [kg/ημέρα]	Ετήσια παραγωγή απορ. [tn/έτος]	Μέση ημερήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού [kg/ημέρα]	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού [tn/έτος]	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ. [kg/ημέρα]	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ. [tn/έτος]
Ρεθύμνης	81976	71378	26053	24113	5064	105040	34228
Ηρακλείου	292489	289522	105676	52936	11117	376704	128471
Λασιθίου	57290	66301	24200	16670	3501	75499	30471
ΣΥΝΟΛΟ	431755	427201	155928	93719	19681	557243	193170

6.4 Εκτίμηση μηνιαίας διακύμανσης ποσοτήτων

Θεωρώντας ότι η μηνιαία παραγωγή απορριμμάτων από τους μόνιμους κατοίκους είναι σταθερή, μπορούμε να δούμε πως ο τουρισμός επιδρά στην παραγωγή απορριμμάτων σε μηνιαία βάση. Η γνώση της διακύμανσης αυτής είναι σημαντική για τον σωστό σχεδιασμό του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Απορριμμάτων της Περιφέρειας Κρήτης και για κάθε άλλη περιφέρεια κατ'επέκταση.

Η εκτίμηση της μηνιαίας διακύμανσης παραγωγής απορριμμάτων σε επίπεδο νομών φαίνεται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 6-5) και παρουσιάζεται γραφικά στο διάγραμμα (Διάγραμμα 6-1).

**Πίνακας 6-5. Εκτίμηση μηνιαίας διακύμανσης παραγωγής απορριμμάτων
Περιφέρειας Κρήτης.**

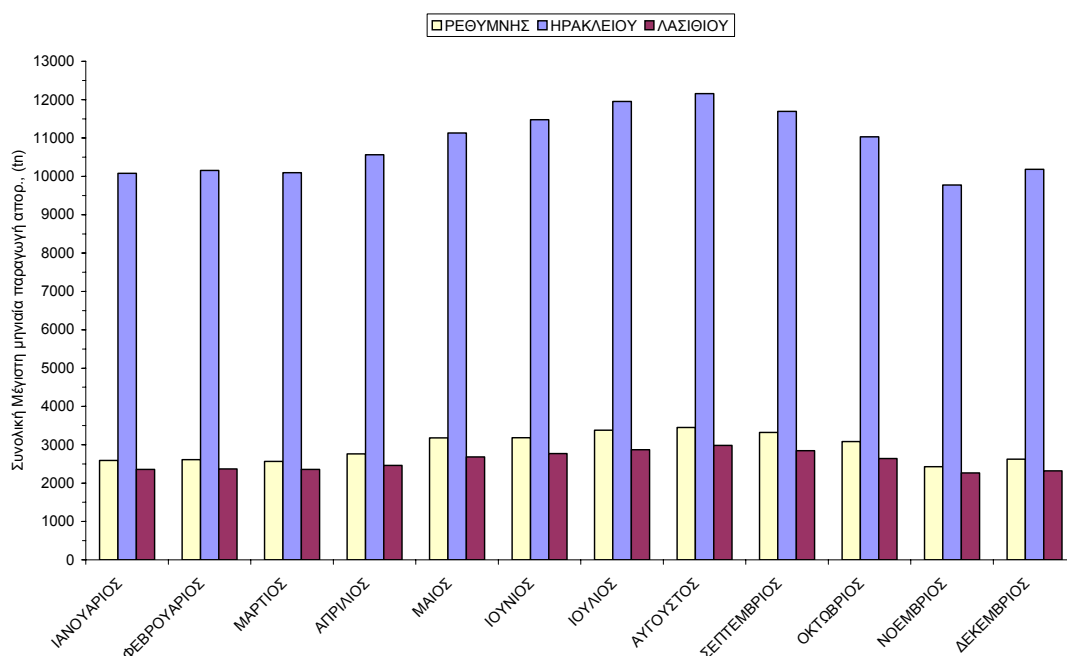
Μήνας	Νομός	Μηνιαία Παραγωγή μόνιμου πληθυσμού απορ. [tn]	Μηνιαία Παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού [tn]	Συνολική ⁷ Μηνιαία Παραγωγή απορ. [tn]
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2171	185	2592
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	8806	357	10079
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	2017	127	2358
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2171	206	2614
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	8806	425	10155
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	2017	137	2370
ΜΑΡΤΙΟΣ	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2171	163	2567
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	8806	371	10095
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	2017	125	2356
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2171	343	2765
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	8806	795	10561
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	2017	222	2463
ΜΑΙΟΣ	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2171	718	3178
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	8806	1313	11132
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	2017	421	2681
ΙΟΥΝΙΟΣ	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2171	725	3185
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	8806	1628	11477
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	2017	505	2774
ΙΟΥΛΙΟΣ	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2171	906	3385
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	8806	2058	11951
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	2017	594	2872
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2171	966	3451
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	8806	2248	12160
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	2017	696	2984
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2171	850	3323
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	8806	1826	11696
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	2017	572	2847
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2171	635	3087
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	8806	1223	11032
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	2017	385	2642
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2171	37	2429
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	8806	78	9773
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	2017	47	2270
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2171	215	2625
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	8806	454	10186
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	2017	91	2318

Για την παραπάνω εκτίμηση η διαδικασία που ακολουθήθηκε είχε ως εξής:

⁷ Η εκτίμηση της συνολικής παραγωγής απορριμμάτων περιλαμβάνει προσαύξηση 10% για λόγους ασφαλείας.

1. Από τον υπολογισμό της ετήσιας παραγωγής απορριμμάτων από τον μόνιμο πληθυσμό για κάθε νομό σύμφωνα με τη διαδικασία της προηγούμενης παραγράφου (6.3) υπολογίσαμε τη μηνιαία παραγωγή (στήλη 3) διαιρώντας την ετήσια παραγωγή με τον αριθμό 12 (=μήνες έτους).
2. Η μηνιαία παραγωγή απορριμμάτων λόγω τουρισμού (στήλη 4) υπολογίστηκε πολλαπλασιάζοντας τον συνολικό αριθμό κλινών με την % πληρότητα κλινών του εκάστοτε νομού και το γινόμενο τους το πολλαπλασιάσαμε με τον ΡΠΑ από τους τουρίστες (=1,2 kg/κάτοικο/ημέρα).
3. Η συνολική μηνιαία παραγωγή απορριμμάτων (στήλη 5) υπολογίστηκε από το άθροισμα των στηλών 3 και 4 προσαυξημένο κατά 10% για λόγους ασφαλείας.

Σε όλους τους παραπάνω υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν τα επίσημα πληθυσμιακά στοιχεία της τελευταίας εθνικής απογραφής του 2001 και τα επίσημα στατιστικά στοιχεία του ΕΟΤ για το έτος 2002 (πληρότητα κλινών, αριθμός κλινών). Τα στοιχεία αυτά παρατίθενται στο παράρτημα 1.



Διάγραμμα 6-1. Απεικόνιση μηνιαίας διακύμανσης παραγωγής απορριμ. Περιφέρειας Κρήτης.

7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΩΝ ΑΣΑ



7.1 Μεθοδολογία δειγματοληψίας

Η δειγματοληψία σχεδιάστηκε και πραγματοποιήθηκε με βάση τις διεθνείς προδιαγραφές όπως αυτές αποτυπώνονται στο πρότυπο ASTM D5231-92(2003) (“Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste”), και στον κανονισμό RCRA (Waste Sampling Draft Technical Guidance, EPA530-D-02-002).

Οι κατηγορίες υλικών στις οποίες διαχωρίστηκαν τα απορρίμματα ήταν:

- Οργανικά:
 - Χαρτί (κάθε είδους, περιοδικά, εφημερίδες, βιβλία, συσκευασίες, χαρτόνι),
 - Τροφικά υπολείμματα (αποφάγια, κλαδιά, φύλλα),
 - Πλαστικά (κάθε είδους)
 - Δ.Ξ.Υ.Λ (Δέρματα, Ξύλα, Υφάσματα, Λάστιχα),
- Ανόργανα:
 - Γυαλί (κάθε είδους),
 - Μέταλλα (κάθε είδους εκτός αλουμινίου),
 - Αλουμίνιο (κάθε είδους),
 - Αδρανή υλικά (πέτρες, χώμα, σοβάδες),
- Υπόλοιπα (πάνες, σερβιέτες, υλικά που δεν υπάγονται στις παραπάνω κατηγορίες).

Ο καθορισμός των παραπάνω κατηγοριών υλικών έγινε θεωρώντας ότι η γνώση των ποσοστών τους στα απορρίμματα καλύπτουν ικανοποιητικά τα συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων: λιπασματοποίηση, καύση και ανακύκλωση.

Η διαδικασία της δειγματοληψίας είχε ως εξής:

1. Επιλογή μιας επίπεδης επιφάνειας στο χώρο του ΧΥΤΑ για το άδειασμα του φορτίου του απορριμματοφόρου που επιλέγεται για δειγματοληψία. Η επιφάνεια θα καλύπτεται με ειδικό πλαστικό κάλυμμα.
2. Τοποθέτηση του ζυγού σε μια καθαρή, επίπεδη επιφάνεια και ρύθμισή του.
3. Ζύγιση όλων των άδειων δοχείων και καταγραφή των βαρών τους.

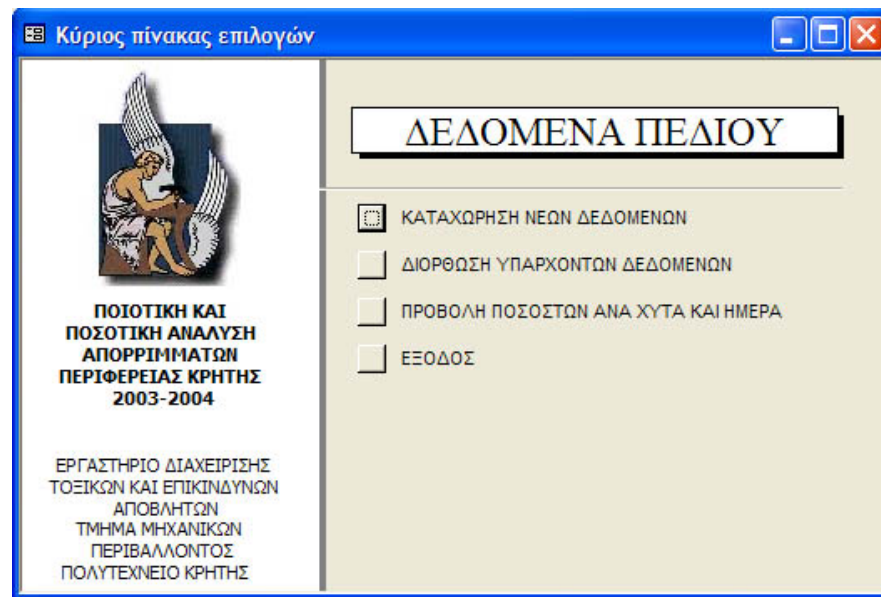
4. Άδειασμα του φορτίου του απορριμματοφόρου και με τη χρήση των φτυαριών και τσουγκρανών ανάμιξη και σώριασμα (mix & cone) του φορτίου ώστε να σχηματιστεί ένας ομοιόμορφος σωρός. Χωρισμός σε 4 τμήματα και τυχαία επιλογή του ενός τετάρτου (quartering).
5. Σε περίπτωση που υπάρχουν ογκώδη αντικείμενα (π.χ. θερμοσίφωνας) τα οποία αποτελούν μεγάλο ποσοστό του συνολικού βάρους τότε καταγράφονται και ζυγίζονται.
6. Τυπικά πρέπει να επιλεγούν 91-136 kg απορριμμάτων ώστε να αποκτήσουμε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα. Η λήψη της ποσότητας αυτής υπερκαλύπτεται με την επιλογή $\sim 1\text{m}^3$ απορριμμάτων με τη χρήση κατάλληλου κάδου ώστε να προκύψει το Τελικό Ημερήσιο Δείγμα (ΤΗΔ). Στην περίπτωση που κρίνεται αναγκαίο λαμβάνεται πολλαπλάσια ποσότητα δείγματος. Για τη λήψη του δείγματος από το σωρό των απορριμμάτων χρησιμοποιείται αν είναι διαθέσιμος λαστιχοφόρος φορτωτής αλλιώς γίνεται επιλογή με το χέρι.
7. Τοποθέτηση των δοχείων για το διαχωρισμό των κλασμάτων γύρω από το χώρο εναπόθεσης του ΤΗΔ.
8. Άνοιγμα και άδειασμα όλων των δοχείων, τσαντών-σάκων και μπουκαλιών που περιέχονται στο ΤΗΔ. Τα υγρά από τα μπουκάλια αδειάζονται σε ξεχωριστό δοχείο.
9. Όπου υπάρχουν σύνθετα αντικείμενα στο ΤΗΔ (π.χ. καλώδια, σύνθετα υλικά), διαχωρισμός των υλικών όπου είναι δυνατό και τοποθέτηση στα ειδικά δοχεία. Αλλιώς τοποθετούνται στο πιο αντιπροσωπευτικό δοχείο ανάλογα με το ποσοστό κάθε υλικού. Σε περίπτωση που παρατηρείται μεγάλη ποσότητα από συγκεκριμένα υλικά δημιουργείται ανάλογη νέα κατηγορία διαχωρισμού. Σε κάθε άλλη περίπτωση σύνθετων υλικών αυτά τοποθετούνται στο δοχείο με την ένδειξη «Υπόλοιπα».
10. Τα αντικείμενα που βρίσκονται σκόρπια στο σωρό του ΤΗΔ μετά από οπτικό έλεγχο κατατάσσονται στο αντίστοιχο κλάσμα.
11. Ο διαχωρισμός σύμφωνα με την οδηγία ASTM D5231-92(2003) συνεχίζεται έως ότου το μέγεθος των υλικών προς διαχωρισμό γίνει

μικρότερο από 12,7 χιλιοστά. Σε αυτό το σημείο γίνεται κατανομή των εναπομεινάντων συστατικών στα αντίστοιχα δοχεία διαχωρισμού σύμφωνα με την εξ' όψεως εκτίμηση του ποσοστού του κάθε κλάσματος.

12. Καταγραφή των βαρών των δοχείων διαχωρισμού και άλλων υλικών που δεν τοποθετήθηκαν στα δοχεία αν και διαχωρίστηκαν. Για την καταγραφή χρησιμοποιείται ειδικό έντυπο (Σχήμα 7-1). Στην συνέχεια τα στοιχεία εισάγονται σε βάση δεδομένων (Σχήμα 7-2, Σχήμα 7-3) που δημιουργήθηκε από τους μελετητές για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης.
13. Μετά την καταγραφή άδειασμα των δοχείων και αν απαιτείται γίνεται επαναζύγισή τους. Η επανάληψη της ζύγισης απαιτείται ειδικά όταν στα δοχεία διαχωρισμού κατακρατούν υγρασία από εξαιρετικά υγρά απορρίμματα.
14. Καθαρισμός - διευθέτηση του χώρου απόθεσης του φορτίου του απορριμματοφόρου (με τη βοήθεια φορτωτή αν υπάρχει), του χώρου χειροδιαλογής και προετοιμασία των υλικών (δοχεία, ζυγοί) για την επόμενη δειγματοληψία.

Ημερομηνία / Ώρα:		Είδος Α/Φ:		30 m ³	12 m ³	8 m ³	
ΧΥΤΑ:		Διαδρομή:					
Καιρός:							
Συστατικό	Βάρος σε Kgr			% του συνόλου			
	Απόβαρο	Μικτό	Καθαρό				
Αδρανή							
Μέταλλα							
Αλουμίνιο							
Γυαλί							
Δ.Ξ.Υ.Λ.							
Χαρτί							
Τροφ. Υπολείμματα							
Πλαστικά							
Υπόλοιπα							
ΣΥΝΟΛΟ							
ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ							
ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ:							

Σχήμα 7-1. Καταγραφικό έντυπο των κλασμάτων της δειγματοληψίας (πεδίο)



Σχήμα 7-2. Βάση δεδομένων (MS Access) για την εισαγωγή των αποτελεσμάτων της χειροδιαλογής των ΑΣΑ (Πίνακας επιλογών)

ΠΟΙΟΤΙΚΗ / ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ - [Καταγραφικό]

Ημερομηνία: 1/12/2003 ΧΥΤΑ: ΣΜΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΠΡΕΣΣΑ: Διοδromή

Καιρός: ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ 1ο Α/Φ: 8 2ο Α/Φ: 12 3ο Α/Φ: 12

ΦΟΡΤΕΤΣΑ ΜΑΣΤΑΜΠΑΣ ΠΟΡΟΣ

	Βάρος, gr	% Συνόλου
Αδρανή	4700	1,45
Μέταλλα	6900	2,13
Αλουμίνιο	1900	0,59
Γυαλί	6000	1,86
ΔΕΥΛ	8500	2,63
Χαρτί	84390	26,11
Τροφικά Υπολείμματα - Κήπου	110600	34,22
Πλαστικά	70800	21,91
Υπόλοιπα	29400	9,10
Σύνολο:	323190	

Σημειώσεις: ΧΑΡΤΙ = 82200 (ΔΙΑΦΟΡΑ) + 2190 (ΤΕΤΡΑΡΑΚ) ΠΛΑΣΤΙΚΑ = 68600 (ΔΙΑΦΟΡΑ) + 2200 (PET)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΞΙΚΩΝ, ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ - ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Εγγραφή: 46 από 70
Ημερομηνία δειγματοληψίας στον εν λόγω ΧΥΤΑ/ΔΔΑ ΚΕΦ

Σχήμα 7-3. Βάση δεδομένων (MS Access) για την εισαγωγή των αποτελεσμάτων της χειροδιαλογής των ΑΣΑ (Καταγραφικό έντυπο)

7.2 Σημεία δειγματοληψίας

Η δειγματοληψία των αστικών απορριμμάτων της περιφέρειας Κρήτης στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος «Ποιοτική / Ποσοτική Ανάλυση Απορριμμάτων περιφέρειας Κρήτης» θα πραγματοποιηθεί σε ετήσια βάση (4 εποχές) και θα αποτελείται από επιμέρους δειγματοληψίες αντιπροσωπευτικών ΧΥΤΑ/ΧΔΑ των νομών Ρεθύμνης, Ηρακλείου και Λασιθίου. Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή θα αξιοποιηθούν τα δεδομένα από την πρώτη και δεύτερη φάση δειγματοληψίας (15/9-31/10/2003 και 17/11/2003-23/1/2004).

Το σκεπτικό κατά την επιλογή των ΧΥΤΑ/ΧΔΑ που συμμετείχαν στο πρόγραμμα δειγματοληψίας ήταν:

1. η κάλυψη τόσο των αστικών – τουριστικών περιοχών όσο και των ορεινών – αγροτικών περιοχών,
2. η δειγματοληψία σε ποσοστό ~75% της συνολικής παραγωγής απορριμμάτων των τριών νομών που μας ενδιαφέρουν,
3. η λήψη δειγμάτων από περιοχές όπου αναμένεται μεγάλη συγκέντρωση ανακυκλώσιμων υλικών (π.χ. Χερσόνησος),
4. η διαθεσιμότητα του εκάστοτε ΧΥΤΑ/ΧΔΑ την περίοδο δειγματοληψίας,
5. το τι ακριβώς ζητείται να εκτιμηθεί (π.χ. η ποσότητα kg/κατ./ημερ. δεν υπολογίζεται αλλά εκτιμάται από τους μελετητές εξαιτίας της έλλειψης γεφυροπλάστιγγας).

Με βάση το ανωτέρω σκεπτικό επιλέχθηκαν οι παρακάτω ΧΥΤΑ/ΧΔΑ:

- Νομός Ρεθύμνης:
 - i. ΧΥΤΑ Αμαρίου
 - ii. ΧΥΤΑ Μαρουλά
- Νομός Ηρακλείου:
 - i. ΧΔΑ Πέρα Γαλήνων
 - ii. ΧΥΤΑ Καζαντζάκη
 - iii. ΧΥΤΑ Χερσονήσου
- Νομός Λασιθίου:
 - i. ΧΔΑ Ιεράπετρας
 - ii. ΧΥΤΑ Αγ. Νικολάου.

Τα παραπάνω σημεία δειγματοληψίας φαίνονται στις εικόνες που ακολουθούν (Σχήμα 7-4, Σχήμα 7-5 και Σχήμα 7-6) και σημειώνονται με ένα **X**.





Κατηγορία	Ποσοστό
Ηράκλειο (Φόδελε)	40,93%
Υπόλοιπο	26,67%
Ιεράπετρα	6,47%
Αγ. Νικόλαος	4,51%
Αμάρι Α.Ε.	5,91%
Ρέθυμνο (Μαρουλάς)	8,65%
Καζαντζάκη	3,46%
Χερσόνησος	3,41%

Διάγραμμα 7-1. Ποσοστό % εξυπηρετούμενου πληθυσμού ανά ΧΥΤΑ/ΧΔΑ.

7.3 Ημερολογιακός προγραμματισμός

Οι απαιτούμενες δειγματοληψίες κατά την ετήσια διάρκεια του προγράμματος έλαβαν / θα λάβουν χώρα τις ημερομηνίες που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7-1). Με σκίαση απεικονίζονται οι ημερομηνίες της δειγματοληψίας που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία.

Πίνακας 7-1. Χρονοδιάγραμμα εργασιών σε κάθε ΧΥΤΑ/ΧΔΑ

	Α΄ΦΑΣΗ	Β΄ΦΑΣΗ	Γ΄ΦΑΣΗ	Δ΄ΦΑΣΗ
ΧΥΤΑ Αμάρι Α.Ε	15/9 - 19/9	17/11 - 21/11	15/3 - 19/3	14/6 - 18/6
ΧΥΤΑ Ρεθύμνου	22/9 - 26/9	24/11 - 28/11	22/3 - 26/3	21/6 - 25/6
Πέρα Γαλήνων⁸	29/9 - 3/10	1/12 - 5/12	29/3 - 2/4	28/6 - 2/7
ΧΥΤΑ Καζαντζάκη	6/10 - 10/10	8/12 - 12/12	19/4 - 23/4	5/7 - 9/7
ΧΥΤΑ Χερσονήσου	13/10 - 17/10	15/12 - 19/12	26/4 - 30/4	12/7 - 16/7
Αγ.Νικολάου	20/10 - 24/10	12/1 - 16/1	3/5 - 7/5	19/7 - 23/7
Ιεράπετρας	27/10 - 31/10	19/1 - 23/1	9/5 - 14/5	26/7 - 30/7

7.4 Εφαρμογή των δειγματοληψιών

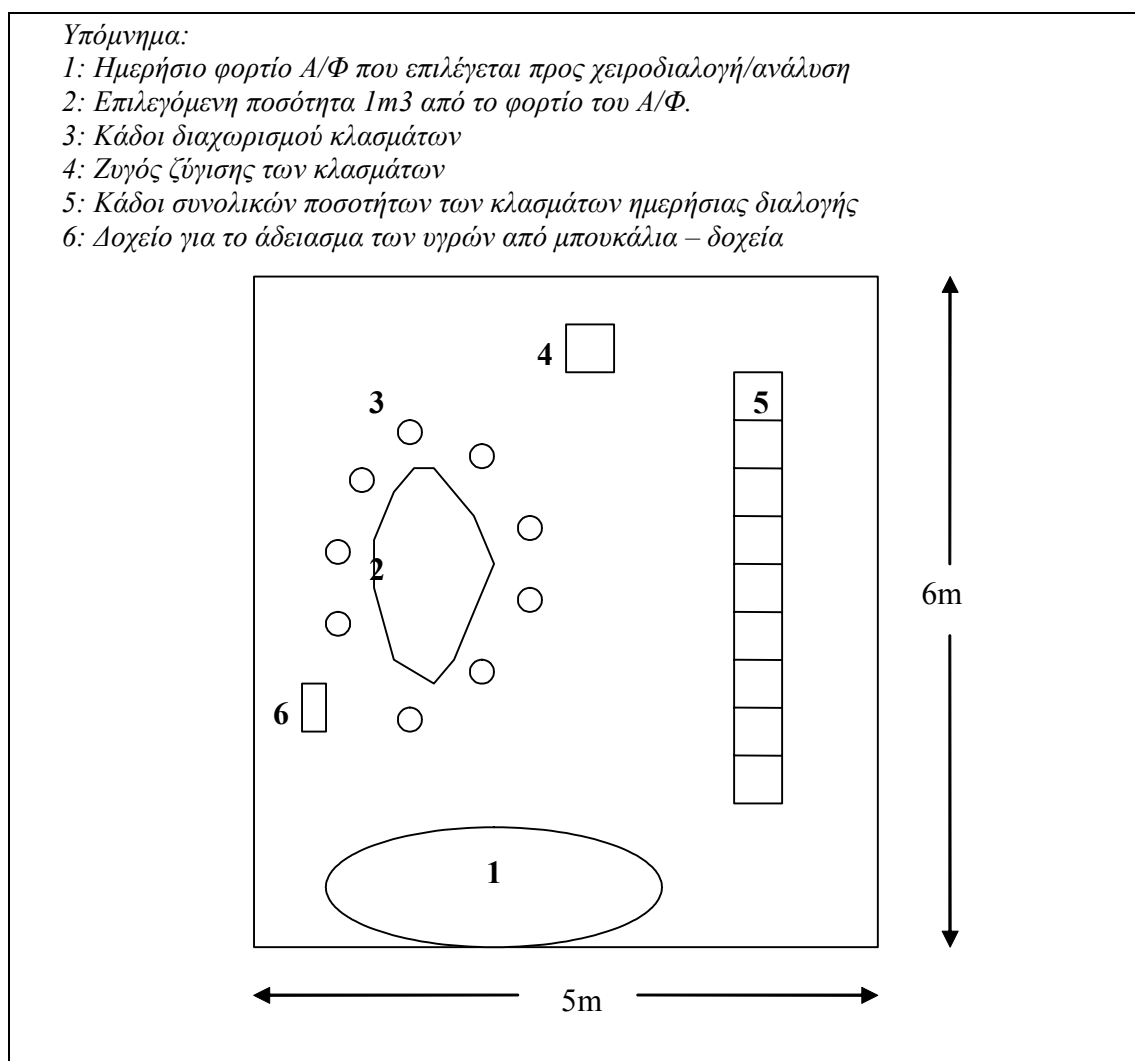
Για την δειγματοληψία της απαιτούμενης κάθε φορά ποσότητας απορριμμάτων απαιτήθηκε να είναι διαθέσιμα σε κάθε ΧΥΤΑ/ΧΔΑ:

- 2 εργάτες για τη χειροδιαλογή (μέριμνα ΕΣΔΑΚ),
- 1 λαστιχοφόρος φορτωτής (μέριμνα ΕΣΔΑΚ),
- 1 κάδος ~1m³ για την επιλογή της κατάλληλης ποσότητας δείγματος (μέριμνα ΕΣΔΑΚ),
- 1 ζυγός για τη ζύγιση των κλασμάτων,
- δοχεία ανάλυσης των κλασμάτων,
- εργαλεία (φτυάρι, τσουγκράνα, σκούπα),
- καθαρός, στεγασμένος χώρος (υπόστεγο) για τη χειροδιαλογή και για προστασία από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες (μέριμνα ΕΣΔΑΚ).

⁸ Ο ΧΔΑ Πέρα Γαλήνων στην Β΄ φάση αντικαταστάθηκε από τον ΣΜΑ Ηρακλείου.

Η δειγματοληψία έγινε κατά τις πρωινές ώρες μετά τη συλλογή των απορριμμάτων από τα απορριμματοφόρα του δήμου.

Η διάταξη του χώρου χειροδιαλογής που περιλαμβάνει και μέρος του απαραίτητου εξοπλισμού φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 7-7).



Σχήμα 7-7. Κάτοψη επιφάνειας χειροδιαλογής.

Σημειώσεις:

1. Υπολογιζόμενο εμβαδόν επιφάνειας ~30m²,
2. η επιφάνεια κάτω και δίπλα από το σωρό (2) καλύπτεται με πλαστικό κάλυμμα ~10m²,
3. πρόχειρη στέγαση της επιφάνειας χειροδιαλογής για προστασία από ακραίες καιρικές συνθήκες (ηλιοφάνεια, βροχή, κ.λ.π.).

7.5 Υπολογισμός απαιτούμενου αριθμού δειγμάτων

Βασικό στοιχείο κάθε δειγματοληψίας είναι η σωστή επιλογή του μεγέθους και του αριθμού των δειγμάτων –n- με τη χρήση στατιστικά παραδεκτής μεθόδου. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε το διεθνές πρότυπο ASTM D5231-92(2003) (“Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste”).

Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό συνιστάται στους μελετητές η λήψη δειγμάτων μεγέθους 91-136 Kgr (200-300lb). Ο αριθμός των δειγμάτων (n) υπολογίζεται με τη βοήθεια της υπολογιστικής μεθόδου που περιγράφεται στην συνέχεια. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος αυτή έχει βασιστεί και δοκιμαστεί σε εφαρμογές δειγματοληψίας σε ΧΥΤΑ των ΗΠΑ στις οποίες υπάρχει ικανός αριθμός στατιστικών στοιχείων σχετικά με τη σύνθεση των ΑΣΑ. Μια επόμενη διαπίστωση των μελετητών είναι ότι η μέθοδος αναφέρεται σε μεγάλους ΧΥΤΑ (πόλεων >100.000) αφού στις ΗΠΑ δεν υπάρχουν ΧΥΤΑ μικρών πόλεων.

Ο αριθμός των δειγμάτων που απαιτούνται για την εξασφάλιση του απαιτούμενου βαθμού ακρίβειας (precision =10%) είναι συνάρτηση των συστατικών (κλασμάτων) που λαμβάνονται υπόψη και του επίπεδου εμπιστοσύνης (90%) στο οποίο θέλουμε να κινηθούμε. Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του (n) είναι η εξής:

$$n = \left(\frac{t^* \cdot s}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 \quad (7.1)$$

όπου:

- t^* : Τιμή του student test (Πίνακας 7-2) που αντιστοιχεί στο επίπεδο εμπιστοσύνης που αναφερόμαστε,
- s : Εκτιμώμενη τυπική απόκλιση,
- e : Επιθυμητό επίπεδο ακρίβειας (=0,1),
- \bar{x} : Εκτιμώμενη μέση τιμή.

Τιμές του t^* δίνονται σε στατιστικούς πίνακες. Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 7-2) δίνονται οι τιμές του t^* αντίστοιχα για επίπεδο εμπιστοσύνης 90 και 95%.

**Πίνακας 7-2. Τιμές του Student test σε συνάρτηση με τον αριθμό δειγμάτων και του
επίπεδου εμπιστοσύνης.**

Number of Samples, n	90 %	95 %
2	6.314	12.706
3	2.920	4.303
4	2.353	3.182
5	2.132	2.776
6	2.015	2.571
7	1.943	2.447
8	1.895	2.365
9	1.860	2.306
10	1.833	2.262
11	1.812	2.228
12	1.796	2.201
13	1.782	2.179
14	1.771	2.160
15	1.761	2.145
16	1.753	2.131
17	1.746	2.120
18	1.740	2.110
19	1.734	2.101
20	1.729	2.093
21	1.725	2.086
22	1.721	2.080
23	1.717	2.074
24	1.714	2.069
25	1.711	2.064
26	1.708	2.060
27	1.706	2.056
28	1.703	2.052
29	1.701	2.048
30	1.699	2.045
31	1.697	2.042
36	1.690	2.030
41	1.684	2.021
46	1.679	2.014
51	1.676	2.009
61	1.671	2.000
71	1.667	1.994
81	1.664	1.990
91	1.662	1.987
101	1.660	1.984
121	1.658	1.980
141	1.656	1.977
161	1.654	1.975
189	1.653	1.973
201	1.653	1.972
∞	1.645	1.960

Η εφαρμογή του τύπου γίνεται σε πέντε βήματα:

1. Χρησιμοποιώντας τον πίνακα 7-2 για $n=\infty$ και για κάθε επιμέρους συστατικό (κλάσμα) π.χ. γυαλιά, μέταλλα, πλαστικά, υπολογίζεται ο αντίστοιχος αριθμός δειγμάτων (n').

2. Ο αριθμός δειγμάτων που μας ενδιαφέρει (n_0) είναι ο μεγαλύτερος από αυτούς που υπολογίστηκαν προηγουμένως και το συστατικό (κλάσμα) στον οποίο αντιστοιχεί ονομάζεται «κυρίαρχο συστατικό».
3. Για τον αριθμό n που υπολογίστηκε στο προηγούμενο βήμα επιλέγεται με τη χρήση του πίνακα 7-2 η αντίστοιχη τιμή t^* βάσει της οποίας μέσω της εξίσωσης 7.1 υπολογίζουμε εκ νέου τον αριθμό δειγμάτων (n').
4. Συγκρίνουμε τον n' με τον n_0 και αν διαφέρουν πάνω από 10% τότε επιστρέφουμε στο βήμα 1, αλλιώς προχωρούμε στο επόμενο βήμα.
5. Επιλέγουμε τον μεγαλύτερο από τους n' , n_0 ως τον ζητούμενο αριθμό δειγμάτων που απαιτούνται από κάθε ΧΥΤΑ.

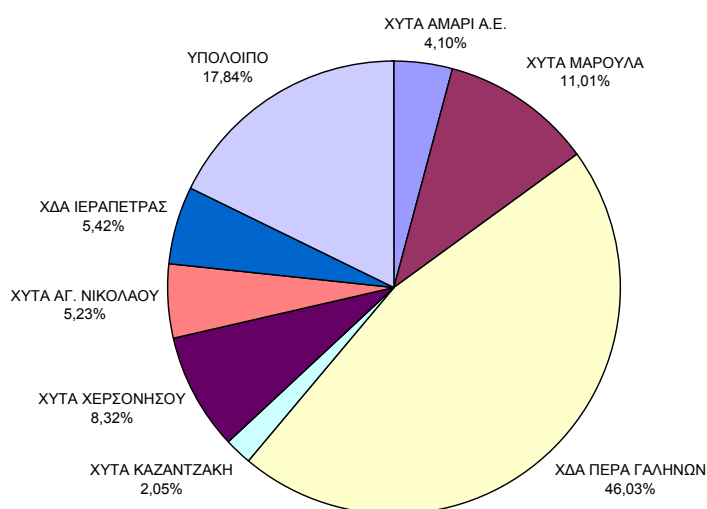
Λόγω της έλλειψης ικανού αριθμού συγκρίσιμων στατιστικών στοιχείων σύνθεσης ΑΣΑ προηγούμενων ετών για την περιφέρεια Κρήτης χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από τις μετρήσεις πεδίου που διεξήχθησαν στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος «Ποιοτική / Ποσοτική Ανάλυση Απορριμμάτων περιφέρειας Κρήτης» κατά την περίοδο 15/9 – 31/10 του έτους 2003. Η εφαρμογή της παραπάνω μεθόδου υπολογισμού έγινε για τον ΧΔΑ Πέρα Γαλήνων του νομού Ηρακλείου εφόσον όπως φαίνεται και στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 7-3) αυτός δέχεται το μεγαλύτερο μέρος των απορριμμάτων της περιφέρειας Κρήτης (Διάγραμμα 7-2) και είναι ο μοναδικός που αντιστοιχεί σε πληθυσμό >100.000 κατοίκων.

Πίνακας 7-3. Δυναμικότητα εξεταζομένων ΧΥΤΑ και ΧΔΑ.

ΧΥΤΑ ή ΧΔΑ	Εξυπηρετούμενος πληθυσμός ⁹	Ημερήσια παραγωγή απορριμμάτων ¹⁰ kg/d.
ΧΥΤΑ ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	25561	26298
ΧΥΤΑ ΜΑΡΟΥΛΑ	37331	59021
ΧΔΑ ΠΕΡΑ ΓΑΛΗΝΩΝ	182878	239013
ΧΥΤΑ ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	14937	13178
ΧΥΤΑ ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	14709	46770
ΧΥΤΑ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ	19462	29969
ΧΔΑ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	27911	32106

⁹ Στοιχεία πραγματικού πληθυσμού απογραφής 2001.

¹⁰ Τα στοιχεία παραγωγής απορριμμάτων είναι εκτιμήσεις των μελετητών (κεφ. 6).



Διάγραμμα 7-2. Ποσοστό % παραγωγής ΑΣΑ που δέχεται κάθε ΧΥΤΑ/ΧΔΑ

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7-4, στήλες 2,3) φαίνονται στατιστικά στοιχεία (τυπική απόκλιση και μέση τιμή) για την περίοδο 15/9 – 31/10 2003 για τον ΧΔΑ Πέρα Γαλήνων. Ο υπολογισμός του αριθμού δειγμάτων σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως γίνεται στις στήλες 4,5. Η ακρίβεια (precision) που χρησιμοποιήθηκε είναι 0,1 και το επίπεδο εμπιστοσύνης 90%.

Στον ίδιο πίνακα γίνεται αντιληπτό ότι όσο μειώνεται η συχνότητα εμφάνισης ενός υλικού στα απορρίμματα τόσο αυξάνεται ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός δειγμάτων. Η συχνότητα εμφάνισης ενός υλικού σχετίζεται (αντιστρόφως ανάλογα) με το λόγο s/\bar{x} ο οποίος και είναι γνωστός ως συντελεστής διακύμανσης (coefficient of variance, CV).

Συνεπώς για τον ΧΔΑ Πέρα Γαλήνων απαιτείται η λήψη 46 δειγμάτων μεγέθους από 91 έως 136 Kg. Επειδή η δειγματοληψία διαρκεί 4 εβδομάδες των 5 ημερών (20 ημέρες) ο απαιτούμενος αριθμός δειγμάτων που πρέπει να λαμβάνονται καθημερινά είναι $46/20 = 2,3$. Θεωρώντας ως μέγεθος κάθε δείγματος τα 130kg θα πρέπει να λαμβάνονται καθημερινά 300kg ΑΣΑ.

Πίνακας 7-4. Στατιστικά στοιχεία για τον ΧΔΑ Πέρα Γαλήνων και υπολογισμός απαιτούμενου αριθμ. δειγμάτων (n).

Συστατικό (κλάσμα)	Τυπική απόκλιση (s)	Μέση τιμή (\bar{x})	n' Για $t^*=1,645$	n' Για $t^*=1,681$
Αδρανή	0,46	1,93	15	
Μέταλλα	1,79	4,44	44 = n ₀	46 = n
Αλουμίνιο	0,66	3,01	13	
Γυαλί	0,52	4,58	4	
ΔΕΥΛ	1,22	3,60	31	
Χαρτί	6,74	19,71	32	
Τροφ. Υπολείμματα	1,96	35,45	1	
Πλαστικά	5,61	22,49	17	
Υπόλοιπα	1,33	4,79	21	

Η ποσότητα του ημερήσιου δείγματος (300kg) αντιστοιχεί στο 0,13 % της μέγιστης ημερήσιας ποσότητας απορριμμάτων (kg/d) που δέχεται ο ΧΔΑ Πέρα Γαλήνων. Χρησιμοποιώντας το ποσοστό αυτό υπολογίστηκε το απαιτούμενο μέγεθος δείγματος από τους μικρότερους ΧΥΤΑ. Το αποτέλεσμα του υπολογισμού φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 7-5).

Πίνακας 7-5. Υπολογισμός αριθμού δειγμάτων στους μικρότερους ΧΥΤΑ.

ΧΥΤΑ ή ΧΔΑ	Ημερήσια παραγωγή απορριμμάτων ¹¹ kg/d	Υπολογιζόμενο μέγεθος ελάχιστου ημερήσιου δείγματος kg	Αριθμός ημερήσιων δειγμάτων ¹²
ΧΥΤΑ ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	26298	34	1
ΧΥΤΑ ΜΑΡΟΥΛΑ	59021	76	1
ΧΥΤΑ ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	13178	17	1
ΧΥΤΑ ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	46770	60	1
ΧΥΤΑ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ	29969	39	1
ΧΔΑ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	32106	42	1

7.6 Υπολογισμός ειδικού βάρους

Για τη μέτρηση του ειδικού βάρους χρησιμοποιήθηκε ένας κάδος χωρητικότητας 1m³ (Σχήμα 7-8). Το βάρος του δείγματος υπολογίστηκε μέσω της ζύγισης των επιμέρους κλασμάτων μετά το πέρας της χειροδιαλογής. Για τη ζύγιση των κλασμάτων χρησιμοποιήθηκε φορητός ζυγός (Σχήμα 7-9) ακρίβειας ενός εκατοστού του κιλού με ένδειξη 3 δεκαδικών ψηφίων.

¹¹ Τα στοιχεία παραγωγής απορριμμάτων είναι εκτιμήσεις των μελετητών (κεφ. 6).

¹² Η λήψη ενός (1) δείγματος αναφέρεται σε ποσότητα ~130 Kg.

Ο υπολογισμός του ειδικού βάρους έχει άμεση σχέση με το βαθμό συμπίεσης των ΑΣΑ ή αλλιώς την πυκνότητά τους. Η πυκνότητα των ΑΣΑ μεταβάλλεται εύκολα και πάντα όταν αναφέρουμε αποτελέσματα μέτρησης ειδικού βάρους πρέπει να διευκρινίζουμε σε ποια κατάσταση ΑΣΑ αναφερόμαστε και να περιγράψουμε αναλυτικά τη διαδικασία μέτρησης [4].



Σχήμα 7-8. Κάδος γεμάτος με το δείγμα ΑΣΑ.



Σχήμα 7-9. Φορητός ζυγός χρήσης στο πεδίο.

Τα απορρίμματα που ζυγίστηκαν στην παρούσα μελέτη είναι ΑΣΑ μέσα σε σακούλες που συλλέχθηκαν από απορριμματοφόρο τύπου μύλου ή πρέσσας. Στα οχήματα αυτά ο βαθμός συμπίεσης κυμαίνεται από 2-5. Σημειώνεται ότι ο βαθμός συμπίεσης εξαρτάται από την παλαιότητα, την κατάσταση του οχήματος, το είδος των ΑΣΑ και το βαθμό που έχουν προσυμπίεστεί στον κάδο συλλογής. Επομένως το ειδικό βάρος που καταγράψαμε και παρουσιάζεται στα αποτελέσματα (κεφάλαιο 6) αναφέρεται στα ΑΣΑ μετά την εκκένωσή τους από το απορριμματοφόρο μύλο όπου είχαν συμπίεστεί.

7.7 Εργαστηριακές αναλύσεις

7.7.1 Εισαγωγή

Οι εργαστηριακές αναλύσεις των ΑΣΑ γίνονται στα κλάσματα του χαρτιού, πλαστικού, οργανικών και ΔΞΥΛ και περιλαμβάνουν:

- **Προσεγγιστική ανάλυση:** περιλαμβάνει τη μέτρηση του % περιεχομένου σε υγρασία, του % περιεχομένου σε τέφρα, του % περιεχομένου σε πτητική ύλη και τον υπολογισμό του fixed carbon μέσω διαφοράς. Οι παραπάνω αναλύσεις γίνονται σύμφωνα με τα πρότυπα ASTM E790, E830 και E897.
- **Στοιχειακή ανάλυση:** περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της % σύστασης σε άνθρακα (C), υδρογόνο (H) και άζωτο (N). Οι αναλύσεις γίνονται σύμφωνα με τα πρότυπα ASTM E777 και E778 αντίστοιχα για C, H και N.
- **Θερμογόνος δύναμη:** η ανάλυση γίνεται είτε σύμφωνα με το πρότυπο ASTM E955 είτε με άλλη διεθνώς αναγνωρισμένη μέθοδο.

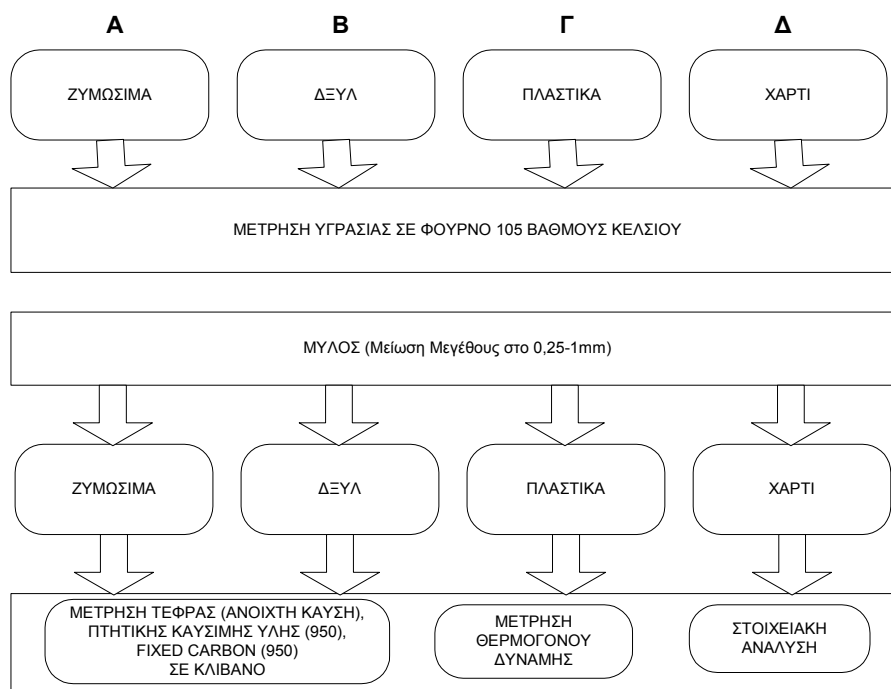
Για την καλύτερη οργάνωση των αναλύσεων χρησιμοποιούνται τα γράμματα: Α, Β, Γ και Δ, αντίστοιχα για τα κλάσματα: Οργανικά, ΔΞΥΛ, Πλαστικά, Χαρτί.

Το εργαστηριακό δείγμα αποτελείται από ζυμώσιμα υλικά (τροφικά υπολείμματα), ΔΞΥΛ, πλαστικά συσκευασίας και χαρτιά (χαρτί, χαρτόνι εκτός χαρτιών προσωπικής υγιεινής). Στο πεδίο έγινε η συλλογή των επιμέρους κλασμάτων ενώ η παρασκευή των τεσσάρων κλασμάτων του δείγματος γινόταν στο εργαστήριο¹³. Για τη συλλογή των ποσοτήτων απορριμμάτων από κάθε κλάσμα δεν χρησιμοποιήθηκε εξοπλισμός που ήταν πιθανό να αλληλεπιδράσει με το δείγμα και να το αλλοιώσει. Η επιλογή έγινε με το χέρι και από τα ίδια κάθε φορά άτομα και με όσο το δυνατό καλύτερη αντιπροσωπευτικότητα των επιλεγμένων υλικών. Η ποσότητα κάθε κλάσματος ήταν 200-500g [66]. Η προσωρινή αποθήκευση και μεταφορά κάθε εργαστηριακού δείγματος στο εργαστήριο έγινε σε υδατοστεγείς σακούλες απορριμμάτων σφραγισμένες με ταινία [10, 67, 68]. Ο χρόνος που μεσολάβησε μεταξύ της συλλογής και της ανάλυσης κυμαινόταν από 1 έως 4 ώρες. Για την παρασκευή του εργαστηριακού δείγματος χρησιμοποιήθηκε ο

¹³ Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών και Επικινδύνων Αποβλήτων (ΕΔΤΕΑ), Τμήμα Μηχ. Περιβάλλοντος, Π.Κ.

απαραίτητος εξοπλισμός ασφαλείας (γάντια, μάσκες) ενώ η μείωση του μεγέθους των υλικών έγινε με μαχαίρια και ψαλίδια (εργασία με το χέρι) ώστε να μην επηρεαστεί το περιεχόμενο σε υγρασία των απορριμμάτων.

Στη συνέχεια (Σχήμα 7-10) φαίνεται η σειρά των εργαστηριακών αναλύσεων που διεξήχθησαν για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας.



Σχήμα 7-10. Εργαστηριακές αναλύσεις των ΑΣΑ.

Στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 7-11) φαίνονται τα εργαστηριακά δείγματα (Ζυμώσιμα, ΔΕΥΛ, Πλαστικά, Χαρτιά) μετά το στάδιο της άλεσης.



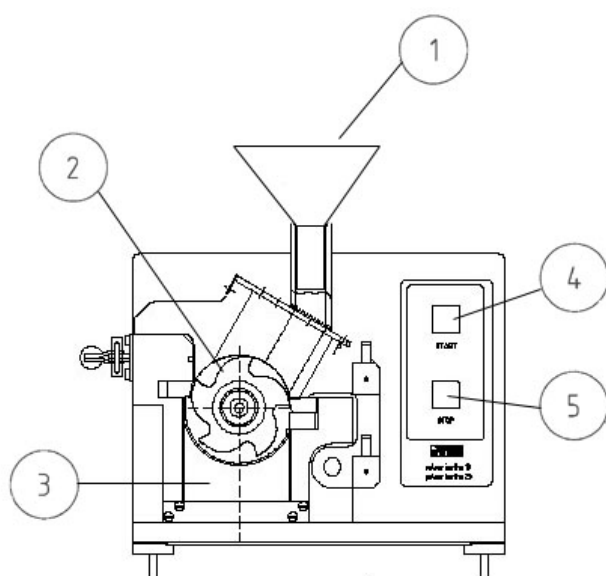
Σχήμα 7-11. Εργαστηριακά δείγματα ΑΣΑ της περιοχής μελέτης.

7.7.2 Περιγραφή συσκευών

Μύλος άλεσης

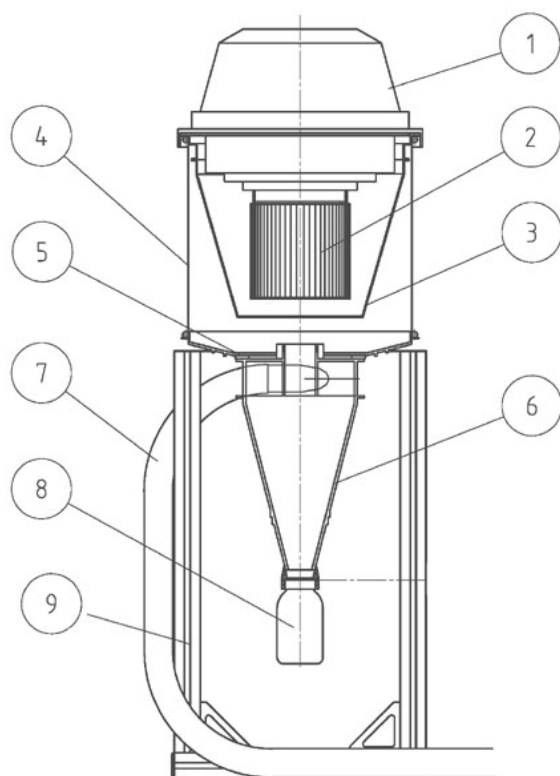
Για την άλεση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε μύλος (μαχαιρόμυλος) της εταιρείας Fritsch μοντέλο P-19 σε συνδυασμό με cyclone separator (Σχήμα 7-12, Σχήμα 7-13, Σχήμα 7-14 και Σχήμα 7-15). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του μύλου άλεσης φαίνονται στον πίνακα 7-6. Ο συγκεκριμένος μύλος είναι ικανός για την επεξεργασία υλικών όπως:

- κόκκαλα, ξύλο, δέρμα, πλακέτες H/Y,
- άνθρακας, βακελίτης, γύψος, έδαφος, αδρανή υλικά κατεδάφισης,
- ανόργανα άλατα, εποξικές ρητίνες, κονίες, χρωστικές, τροφές,
- πλαστικά, ελαστικά, υφάσματα, αποξηραμένα φυτά, δημητριακά, κυτταρίνη, απορρίμματα.



1	Χοάνη εισαγωγής στερεών δειγμάτων
2	Ρότορας με μαχαίρια σε σχήμα V
3	Κόσκινο
4	Κουμπί έναρξης λειτουργίας
5	Κουμπί διακοπής λειτουργίας

Σχήμα 7-12. Περιγραφική απεικόνιση του μύλου P-19



1	Ανεμιστήρας εξαγωγής: 1,1 kW
2	Φίλτρο σκόνης
3	Φίλτρο
4	Θήκη φίλτρου
5	Προσαρμογέας κυκλώνα με τη θήκη
6	Θάλαμος κυκλώνα
7	Εύκαμπτος σωλήνας σύνδεσης με μύλο P-19
8	Μπουκάλι παραλαβής δείγματος με βιδωτό καπάκι (500mL)
9	Μεταλλική βάση

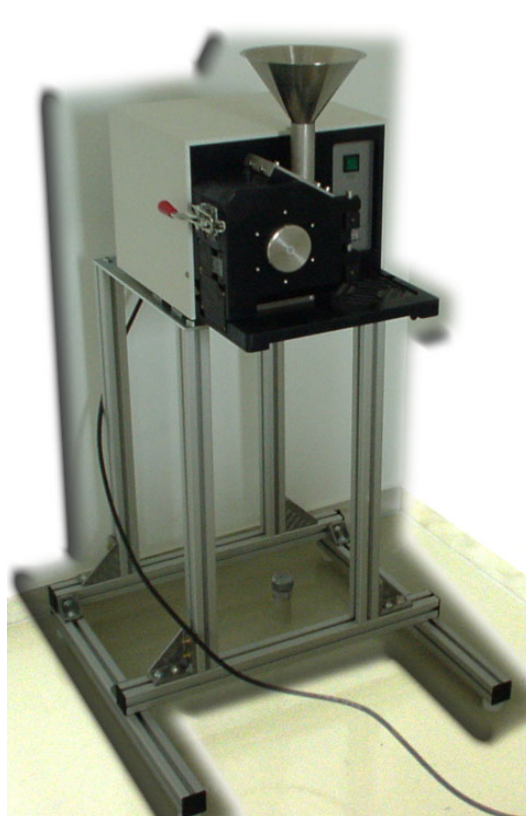
Σχήμα 7-13. Περιγραφική απεικόνιση κυκλώνα.

Πίνακας 7-6. Τεχνικά χαρακτηριστικά μύλου Fritsch P - 19.

Πλάτος x Ύψος x Βάθος	450mm x 630mm x 550mm
Καθαρό βάρος	56kg
Κινητήρας	3φασικού εναλλασσόμενου ρεύματος με μηχανικό φρένο
Στάθμη θορύβου	73dB(A), 95dB(A)
Τάση λειτουργίας, Κατανάλωση	230V, 1800W
Ισχύς, Ένταση ρεύματος	1500W, 16A
Μέγιστο μέγεθος τροφοδοσίας	70x80mm
Μέγιστη χωρητικότητα	60kg/h
Τελικό μέγεθος κόκκων	0,25 – 6mm
Ταχύτητα περιστροφής ρότορα	3000 rpm



Σχήμα 7-14. Κυκλώνας (cyclone exhauster).



Σχήμα 7-15. Μύλος Fritsch P - 19.

Φούρνος ξήρανσης

Ο φούρνος ξήρανσης που χρησιμοποιήθηκε είναι της εταιρείας Innovens μοντέλο Jouan EU2 118 (Σχήμα 7-16). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της συσκευής δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7-7).



Σχήμα 7-16. Φούρνος ξήρανσης Innovens Jouan EU2 118

Πίνακας 7-7. Τεχνικά χαρακτηριστικά φούρνου ξήρανσης Innovens Jouan EU2 118.

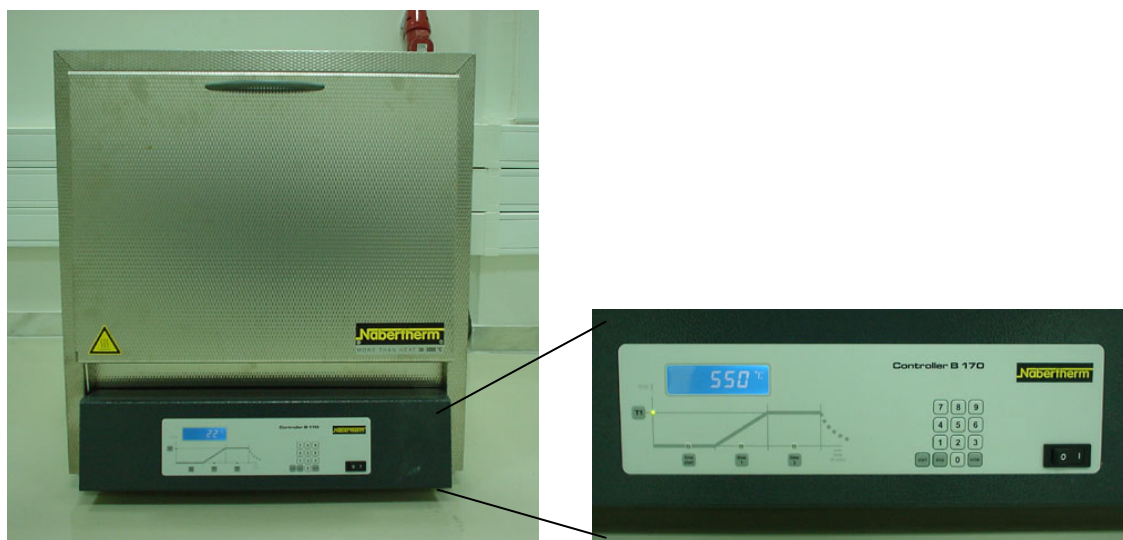
Χωρητικότητα (L)	118
Εξωτ. Διαστάσεις (ΠxΥxB)	635X635X711
Μέγιστη θερμοκρασία °C	250
Χωρική απόκλιση θερμοκρασίας ± °C	1,5 (105 °C)
Χρονική απόκλιση θερμοκρασίας ± °C (DIN 12880)	0,3
Χρονόμετρο	ΝΑΙ, 0-999
Ψηφιακή ένδειξη θερμοκρασίας	ΝΑΙ ΑΝΑ 1 ΒΑΘΜΟ
Άλλα	ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ALARM, CE

Κλίβανος υψηλών θερμοκρασιών

Για τη μέτρηση της τέφρας και της πτητικής ύλης χρησιμοποιήθηκε ο κλίβανος της Nabertherm μοντέλο L24/12 με πίνακα ελέγχου B170 (Σχήμα 7-17). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά δίνονται στον πίνακα 7-8.

Πίνακας 7-8. Τεχνικά χαρακτηριστικά κλίβανου Nabertherm L24/12 /B170.

Χωρητικότητα (L)	24
Βάρος (kg)	75
Κατανάλωση (kW)	4,5
Εξωτ. Διαστάσεις (ΠxΥxB)(mm)	560X650X640
Μέγιστη θερμοκρασία °C	1200
Ψηφιακή ένδειξη T	Ναι



Σχήμα 7-17. Κλίβανος υψηλών θερμοκρασιών Nabertherm L24/12 / B170.

Ζυγός ακριβείας

Για τη ζύγιση ακριβείας των εργαστηριακών δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε αναλυτικός ζυγός της AND μοντέλο HR 200 – EC (Σχήμα 7-18). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ζυγού δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 7-9).



Σχήμα 7-18. Αναλυτικός ζυγός AND HR 200 – EC

Πίνακας 7-9. Χαρακτηριστικά του αναλυτικού ζυγού AND HR 200 - EC.

Διαστάσεις (Πλάτος x Βάθος x Ύψος) (mm)	213 x 319 x 301
Μέγιστο βάρος ζύγισης (g)	210
Διάμετρος δίσκου ζύγισης (mm)	85
Ακρίβεια (mg)	0,1
Άλλα	Πολλαπλές μονάδες ζύγισης, λειτουργία ποσοστού %, μέτρησης κομματιών, αυτόματη ρύθμιση με βάση τις περιβαλλοντικές παραμέτρους, άγκιστρο ανάρτησης δείγματος.

7.7.3 Προσεγγιστική ανάλυση

Προσδιορισμός υγρασίας

Αντιπροσωπευτικό δείγμα ζυγίζεται σε αναλυτικό ζυγό με ακρίβεια 0,1 mg και θερμαίνεται για 24 ώρες στους 107 ± 3 °C. Στη συνέχεια φυλάσσεται σε συνθήκες έλλειψης υγρασίας έως ότου έρθει σε θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου και κατόπιν ζυγίζεται ξανά. Η υγρασία υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Υγρασία \%} = \left[\frac{(W - B)}{W} \right] \times 100 \quad (7.2)$$

όπου, W = το αρχικό βάρος του δείγματος σε g.

B = το τελικό βάρος του δείγματος μετά ξήρανση σε g.

Προσδιορισμός τέφρας

Ο προσδιορισμός της τέφρας πραγματοποιήθηκε κατά το πρότυπο ASTM E830 σύμφωνα με το οποίο τα δείγματα καίγονται σε θερμοκρασία 575 ± 25 °C για 1h. Μετά την καύση, τα δείγματα μεταφέρονται σε συνθήκες έλλειψης υγρασίας, για την εξισορρόπηση των θερμοκρασιών μεταξύ του χωνευτηρίου και της ατμόσφαιρας. Κατόπιν ζυγίζονται στον αναλυτικό ζυγό και ο προσδιορισμός της τέφρας γίνεται από τη σχέση:

$$\text{Τέφρα \%} = \left[\frac{(F - G)}{W} \right] \times 100 \quad (7.3)$$

όπου,

$$\begin{aligned} F &= \text{βάρος χωνευτηρίου και τέφρας σε g} \\ G &= \text{βάρος χωνευτηρίου σε g} \\ W &= \text{αρχικό βάρος δείγματος σε g} \end{aligned}$$

Προσδιορισμός πτητικής ύλης

Ο υπολογισμός της γίνεται σύμφωνα με το πρότυπο ASTM E897. Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό 1 g καλά ομογενοποιημένου και ξηραμένου δείγματος τοποθετείται σε προζυγισμένο χωνευτήριο το οποίο διαθέτει και καπάκι (closed crucible). Το χωνευτήριο στη συνέχεια τοποθετείται στον κλίβανο σε θερμοκρασία 950 ± 20 °C για 7 min. Έπειτα αφήνεται να έρθει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μέσα σε συνθήκες έλλειψης υγρασίας. Η πτητική ύλη υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Πτητική Ύλη επί Ξηρού(\%)} = \left[\frac{(A - B)}{A} \right] \times 100 \quad (7.4)$$

όπου: A = Βάρος δείγματος που αναλύεται σε g

B = Βάρος δείγματος μετά την καύση σε g

Προσδιορισμός μη πτητικού άνθρακα (Fixed Carbon, FC)

Είναι η μη πτητική οργανική ύλη (άνθρακας) που απομένει μέσα στον κλίβανο μετά την καύση (στους 950°C). Είναι και αυτή καύσιμη ύλη, αλλά σε πολύ μεγαλύτερες θερμοκρασίες (π.χ. σε 1200 °C).

Ο Fixed Carbon (FC) υπολογίζεται από την σχέση:

$$\% \text{ FC} = 100 - \% \text{ υγρασία} - \% \text{ τέφρα} - \% \text{ πτητική ύλη} \quad (7.5)$$

7.7.4 Στοιχειακή Ανάλυση (ultimate analysis)

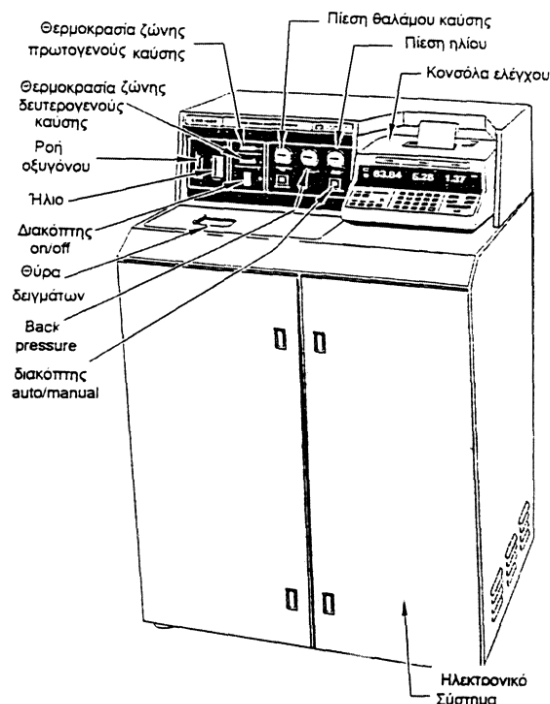
Η στοιχειακή ανάλυση του καυσίμου περιλαμβάνει τον προσδιορισμό του άνθρακα (C), του υδρογόνου (H) και του αζώτου (N).

Προσδιορισμός άνθρακα (C), υδρογόνου (H) και αζώτου (N).

Ο ποσοτικός προσδιορισμός του άνθρακα, του υδρογόνου και του αζώτου έγινε στο εργαστήριο με τον αυτόματο στοιχειακό αναλυτή της LECO τύπου CHN-600. Η αρχή λειτουργίας του μηχανήματος, το οποίο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 7-19), είναι η ακόλουθη:

Ποσότητα δείγματος της τάξης των mgs εισάγεται στο μηχάνημα σε ειδικό υποδοχέα και καίγεται πλήρως σε καθαρή ατμόσφαιρα οξυγόνου. Κατά την καύση παράγονται υδρατμοί, CO₂, NO_x, N₂ και SO_x. Από το CO₂ υπολογίζεται ο άνθρακας, από τους υδρατμούς το υδρογόνο και από το υπόλοιπο αέριο το άζωτο.

Αρχικά με μία δευτερογενή καύση παρουσία CaO δεσμεύονται τα SO_x, με σκοπό την αποφυγή δημιουργίας θειϊκού οξέος το οποίο θα έφθειρε τη συσκευή. Στη συνέχεια, δεσμεύονται σε δύο στήλες οι υδρατμοί και το CO₂, ενώ το οξυγόνο απομακρύνεται με χρήση κατάλληλου καταλύτη. Στο αέριο που διαφεύγει με χρήση υπέρθερμου χαλκού μετατρέπονται τα NO_x σε N₂. Κατόπιν το αέριο μεταφέρεται σε ένα ηλεκτρονικό στοιχείο που αποτελείται από μία γέφυρα Wheatstone, όπου λόγω διαφορετικής αγωγιμότητας αζώτου και ηλίου (αέριο που μεταφέρει από την αρχή το αέριο της καύσης) μετρίεται το άζωτο. Από τους υδρατμούς και το CO₂ που έχουν δεσμευτεί υπολογίζονται φασματοφωτομετρικά το H₂ και ο C.



Σχήμα 7-19. Αυτόματος στοιχειακός αναλυτής CHN-600 της LECO

Αφού ολοκληρωθούν όλες οι διαδικασίες, γίνονται διορθώσεις ως προς τη βαρυτομετρική πίεση και ως προς άλλες παρεμβολές που λαμβάνουν χώρα κατά τη διαδικασία της καύσης και λαμβάνονται καταγεγραμμένα τα συνολικά ποσοστά C, H, N, συμπεριλαμβανομένων του άνθρακα των ανθρακικών ενώσεων, του υδρογόνου της υγρασίας και της ενυδάτωσης των πυριτικών ενώσεων. Αν το ποσοστό της υγρασίας είναι γνωστό, τα αποτελέσματα μπορούν να υπολογιστούν επί ξηρού.

7.7.5 Θερμογόνος δύναμη

Η θερμογόνος δύναμη των δειγμάτων προσδιορίστηκε στο εργαστήριο με τη βοήθεια αυτόματου θερμιδόμετρου AC300 της LECO, το οποίο φαίνεται στην επόμενη εικόνα (Σχήμα 7-20). Μία ποσότητα δείγματος τοποθετείται σε ειδικό υποδοχέα, μέσα από τον οποίο περνά ένα λεπτό σύρμα, που χρησιμοποιείται για την ανάφλεξή του. Η όλη συσκευασία τοποθετείται σε μία οβίδα υψηλής ανθεκτικότητας σε πίεση 440 psi και σε ατμόσφαιρα καθαρού O₂. Η οβίδα περιβάλλεται από νερό, του οποίου η θερμοκρασία μετράται με ένα ηλεκτρονικό θερμόμετρο ακριβείας 1/20.000 του ενός βαθμού Κελσίου. Σε ένα

ισοθερμικό σύστημα υπάρχει δυνατότητα ανταλλαγής μερικής ενέργειας μεταξύ του εξωτερικού περιβάλλοντος και του νερού που περιβάλλει την οβίδα. Αυτό μπορεί να υπολογισθεί μετρώντας την αλλαγή θερμοκρασίας του νερού, όταν η οβίδα περιβάλλεται από νερό και πριν το δείγμα καεί.

Η θερμική ανταλλαγή λόγω συνθηκών περιβάλλοντος υπολογίζεται κατά τη διάρκεια της ανάλυσης. Ένας μικροεπεξεργαστής διαβάζει τη θερμοκρασία του νερού κάθε έξι λεπτά. Η επίδραση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος υπολογίζεται και τα αποτελέσματα διορθώνονται σύμφωνα με αυτή και με το μήκος του καμένου σύρματος. Επιπρόσθετα γίνεται διόρθωση βάσει της περιεκτικότητας N_2 , S και υγρασίας του δείγματος και εκτυπώνονται τα αποτελέσματα.

Με βάση την ανώτερη θερμογόνο δύναμη επί ξηρού, το ποσοστό υγρασίας επί του φυσικού δείγματος W_{Φ} και το ποσοστό τέφρας επί του φυσικού δείγματος A_{Φ} , μπορούν να υπολογιστούν οι εξής παράμετροι:

- Ανώτερη θερμογόνος δύναμη επί του φυσικού δείγματος $(A.Θ.Δ.)_{\Phi}$
- Κατώτερη θερμογόνος δύναμη επί του φυσικού δείγματος $(K.Θ.Δ.)_{\Phi}$

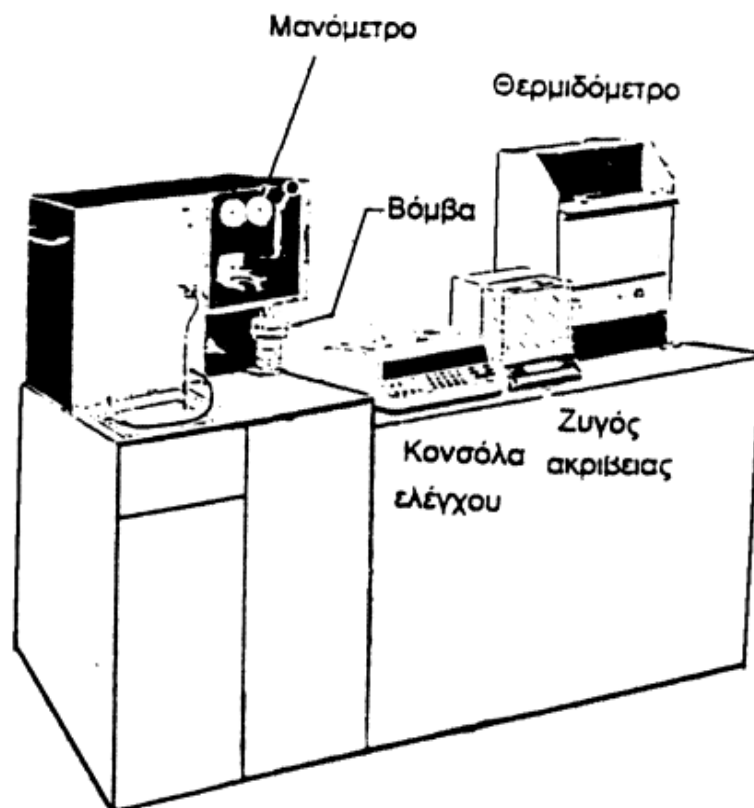
Οι σχέσεις που προσδιορίζουν τις παραπάνω τιμές έχουν ως εξής :

$$(A.Θ.Δ.)_{\Phi} = (A.Θ.Δ.)_{\xi} * (1 - W_{\Phi}) \quad (7.6)$$

$$(K.Θ.Δ.)_{\Phi} = (A.Θ.Δ.)_{\Phi} - A' \quad (7.7)$$

όπου:

- $A' = [9Y + W_{\Phi}] \times 2509$ με μονάδες kJ/kg
- Y : % κ.β. περιεκτικότητα του δείγματος σε υδρογόνο (στοιχειακή ανάλυση).
- 2509: θερμότητα εξαέρωσης του νερού σε ατμοσφαιρική πίεση.



Σχήμα 7-20. Αυτόματο θερμιδόμετρο AC300 της LECO.

8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



8.1 Ποιοτική σύνθεση

8.1.1 Α΄ φάση δειγματοληψίας

Ανάλυση σύνθεσης

Μετά το πέρας της πρώτης φάσης δειγματοληψιών διάρκειας επτά (7) εβδομάδων (15/9/2003-31/10/2003) και τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πεδίου (Παράρτημα 2) προκύπτουν τα πρώτα αποτελέσματα της σύνθεσης των ΑΣΑ για τους νομούς Ρεθύμνης, Ηρακλείου και Λασιθίου. Τα δεδομένα της Α΄ φάσης αφορούν τη φθινοπωρινή περίοδο του 2003, περίοδος που χαρακτηρίζεται ως μεταβατική από την καλοκαιρινή – τουριστική στη χειμερινή περίοδο.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8-1) φαίνονται οι μέσες τιμές των ποσοστών % σύνθεσης στα κλάσματα διαχωρισμού που επιλέξαμε.

Πίνακας 8-1. Σύνθεση % των ΑΣΑ στους 7 ΧΥΤΑ/ΧΔΑ δειγματοληψίας την περίοδο 15/9/2003-31/10/2003 (μέσες τιμές).

	ΧΥΤΑ ΑΜΑΡΙΟΥ	ΧΥΤΑ ΜΑΡΟΥΛΑ	ΧΔΑ ΠΕΡΑ ΓΑΛΗΝΩΝ	ΧΥΤΑ ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	ΧΥΤΑ ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	ΧΥΤΑ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	ΧΥΤΑ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ
ΑΔΡΑΝΗ	1,90	2,50	1,93	2,99	2,43	1,54	1,34
ΜΕΤΑΛΛΑ	4,00	2,65	4,44	4,24	2,12	2,65	1,84
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	1,08	1,29	3,01	0,86	0,97	0,97	0,82
ΓΥΑΛΙ	3,24	11,56	4,58	3,05	18,05	3,86	6,92
ΔΕΥΛ	10,56	4,71	3,60	7,40	4,36	5,26	5,84
ΧΑΡΤΙ	29,66	24,20	19,71	16,00	16,04	16,14	23,82
ΤΡΟΦ. ΥΠΟΛΛΕΙΜΜΑΤΑ	29,56	34,82	35,45	45,66	35,97	37,95	37,03
ΠΛΑΣΤΙΚΑ	17,54	14,88	22,49	13,31	15,20	26,15	16,46
ΥΠΟΛΟΙΠΑ	2,47	3,39	4,79	6,50	4,85	5,49	5,94

Οι σταθμισμένες τιμές των ποσοστών ανάλογα με την ποσότητα των απορριμμάτων που δέχεται κάθε ΧΥΤΑ/ΧΔΑ σε επίπεδο νομού φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8-2). Το σύνολο των ποσοτήτων των απορριμμάτων που δέχονται οι ΧΥΤΑ/ΧΔΑ ανά νομό βρίσκεται σε επίπεδα άνω του 80% της συνολικής παραγωγής απορριμμάτων ανά νομό.

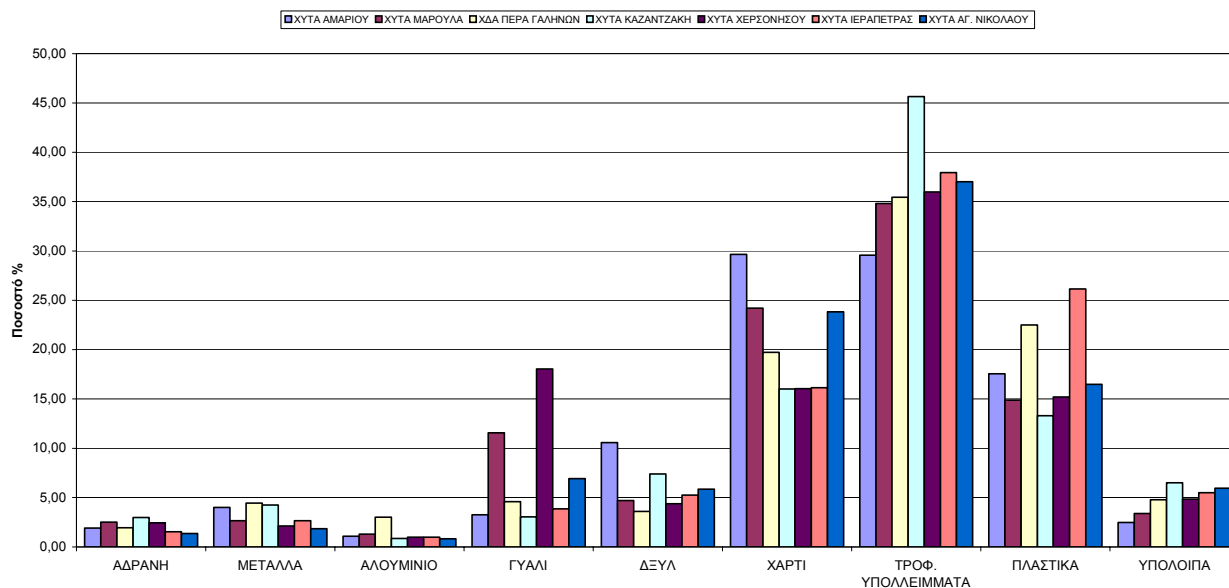
Για τον υπολογισμό των σταθμισμένων τιμών του παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8-2) λήφθηκε υπόψη η ποσότητα απορριμμάτων (kg/ημέρα) που

δέχεται κάθε ΧΥΤΑ/ΧΔΑ και η συνολική παραγωγή απορριμμάτων σε επίπεδο νομού. Υπενθυμίζουμε ότι οι παραπάνω ποσότητες είναι εκτιμήσεις των μελετητών (κεφάλαιο 6) σύμφωνα με στοιχεία των ετών 2001-2002.

Πίνακας 8-2. Σταθμισμένες τιμές % σύνθεσης ΑΣΑ (Α' φάση).

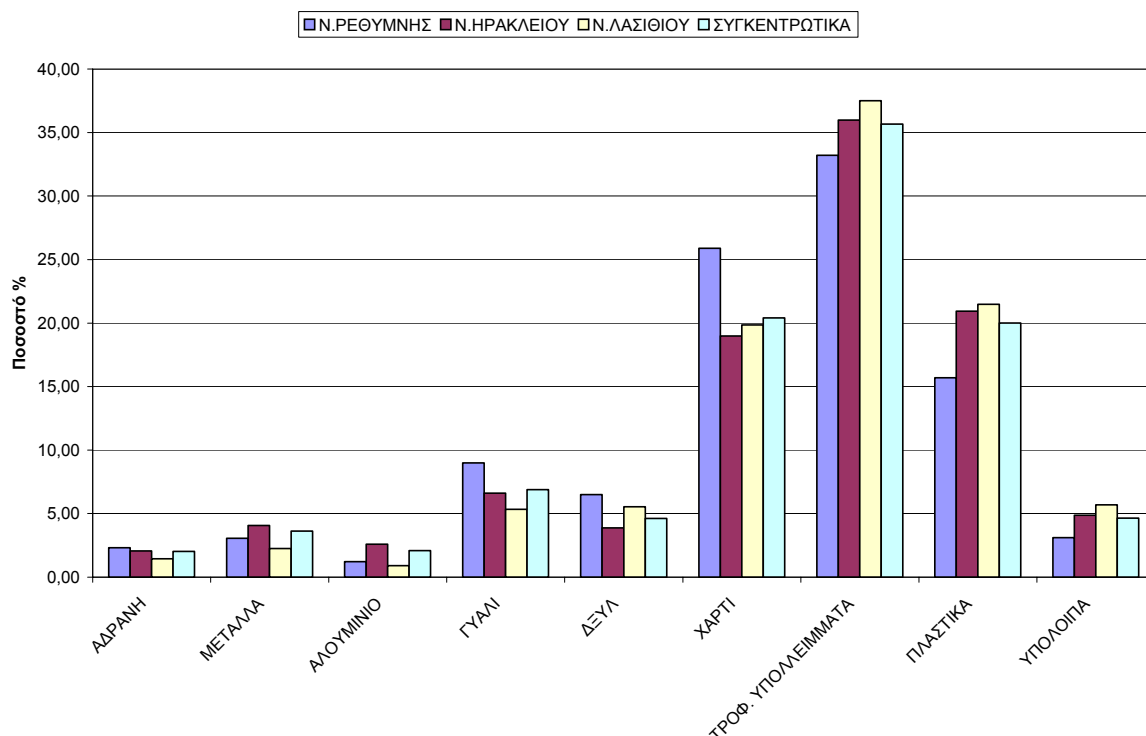
ΚΛΑΣΜΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ			
	Ν. ΡΕΘΥΜΝΗΣ	Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
ΑΔΡΑΝΗ	2,34	2,06	1,44	2,02
ΜΕΤΑΛΛΑ	3,01	4,05	2,25	3,66
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	1,23	2,58	0,90	2,15
ΓΥΑΛΙ	9,31	6,73	5,36	6,87
ΔΕΥΛ	6,29	3,88	5,54	4,52
ΧΑΡΤΙ	25,68	18,96	19,91	20,37
ΤΡΟΦ. ΥΠΟΛΛΕΙΜΜΑΤΑ	33,40	35,95	37,50	35,65
ΠΛΑΣΤΙΚΑ	15,60	20,92	21,39	20,11
ΥΠΟΛΟΙΠΑ	3,14	4,87	5,71	4,65

Τα δεδομένα του πίνακα (Πίνακας 8-1) παρουσιάζονται με τη μορφή ραβδογραμμάτων στο επόμενο διάγραμμα (Διάγραμμα 8-1).



Διάγραμμα 8-1. Σύνθεση % των ΑΣΑ στους 7 ΧΥΤΑ/ΧΔΑ δειγματοληψίας την περίοδο 15/9/2003-31/10/2003 (μέσες τιμές).

Τα δεδομένα του πίνακα (Πίνακας 8-2) με τη μορφή ραβδογραμμάτων φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 8-2).



Διάγραμμα 8-2. Σταθμισμένες τιμές % σύνθεσης ΑΣΑ (Α' φάση).

Παρατηρώντας τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούμε να καταλήξουμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Στη σύνθεση των ΑΣΑ παρουσιάζονται τρεις κυρίαρχες κατηγορίες, τα ζυμώσιμα υλικά (τροφικά υπολείμματα), το χαρτί και τα πλαστικά με συνολικό ποσοστό 75%.
- Την πρώτη θέση καταλαμβάνουν τα τροφικά υπολείμματα (35%) και ακολουθούν το χαρτί και τα πλαστικά που μοιράζονται τη δεύτερη θέση (20% το κάθε κλάσμα).
- Άξιο λόγου είναι το ποσοστό του γυαλιού (7%) που πλέον αποτελείται από φιάλες μιας χρήσεως. Το ποσοστό αυτό δείχνει και τη συμβολή του τουρισμού στη σύνθεση των ΑΣΑ αν και η περίοδος δειγματοληψίας ήταν στο τέλος της τουριστικής περιόδου (Σεπτέμβριος-Οκτώβριος 2003). Συνεπώς, κατά τη διάρκεια της καθαρά τουριστικής περιόδου (Ιούνιος-Ιούλιος-Αύγουστος) ενδέχεται τα ποσοστά γυαλιού να είναι μεγαλύτερα.
- Τα ποσοστά των αδρανών υλικών είναι ιδιαίτερα χαμηλά (2%) ποσοστό που δικαιολογείται από το ότι δεν συλλέγονται από τα

απορριμματοφόρα οχήματα αλλά μεταφέρονται σε ξεχωριστούς ΧΔΑ με άλλα οχήματα. Το ποσοστό που καταγράφηκε αντιστοιχεί σε ποσότητες αδρανών από εμπορικές/οικιακές δραστηριότητες, συνήθως μπάζα-σοβάδες και άμμος μέσα σε σακούλες.

Ειδικό βάρος

Για τη μέτρηση του ειδικού βάρους χρησιμοποιήθηκε κάδος γνωστής χωρητικότητας ο οποίος πληρώθηκε με απορρίμματα όπως αυτά ήταν μετά την εκκένωσή τους από το απορριμματοφόρο. Ο υπολογισμός του βάρους τους γινόταν με άθροιση των βαρών των επιμέρους κλασμάτων όπως αυτά προέκυπταν μετά το τέλος της χειροδιαλογής. Η ζύγιση έγινε με φορητό ζυγό του Εργαστηρίου Διαχείρισης Τοξικών και Επικινδύνων Αποβλήτων του τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Μετά από ανάλυση των δεδομένων πεδίου (Παράρτημα 1) το ειδικό βάρος των ΑΣΑ κατά τη φθινοπωρινή περίοδο 2003 (15/9-31/10) μετρήθηκε στα $\sim 130 \text{ Kg/m}^3$ (μέσος όρος μετρήσεων). Σημειώνεται ότι η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε ΑΣΑ μετά από την εκκένωση του απορριμματοφόρου οχήματος.

8.1.2 Β' φάση δειγματοληψίας

Ανάλυση σύνθεσης

Η Β' φάση περιελάμβανε διενέργεια δειγματοληψιών από 17/11/2003 – 23/1/2004 (Παράρτημα 2). Για λόγους καλύτερης οργάνωσης της δειγματοληψίας και προστασίας από πιθανές αντίξοες καιρικές συνθήκες επιλέχτηκε αντί του (ελλιπούς υποδομής) ΧΔΑ Πέρα Γαλήνων ο σταθμός μεταφόρτωσης (ΣΜΑ) Ηρακλείου.

Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι μέσες τιμές των ποσοστών % σύνθεσης στα κλάσματα διαχωρισμού που επιλέξαμε.

Πίνακας 8-3. Σύνθεση % των ΑΣΑ στους 7 ΧΥΤΑ/ΧΔΑ δειγματοληψίας την περίοδο 17/11/2003-23/1/2004 (μέσες τιμές).

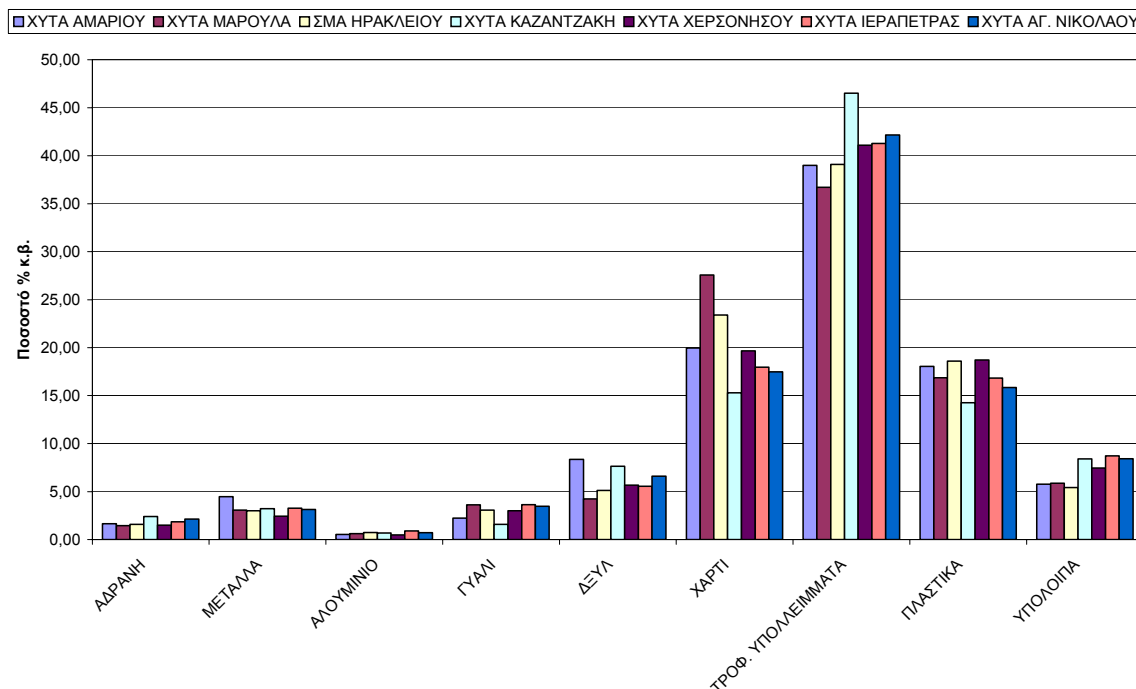
	ΧΥΤΑ ΑΜΑΡΙΟΥ	ΧΥΤΑ ΜΑΡΟΥΛΑ	ΣΜΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	ΧΥΤΑ ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	ΧΥΤΑ ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	ΧΥΤΑ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	ΧΥΤΑ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ
ΑΔΡΑΝΗ	1,66	1,45	1,58	2,39	1,49	1,86	2,15
ΜΕΤΑΛΛΑ	4,47	3,08	3,01	3,21	2,43	3,28	3,14
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	0,54	0,61	0,74	0,68	0,49	0,89	0,71
ΓΥΑΛΙ	2,23	3,62	3,08	1,58	2,99	3,63	3,47
ΔΕΥΛ	8,35	4,23	5,11	7,62	5,68	5,55	6,62
ΧΑΡΤΙ	19,96	27,56	23,39	15,31	19,66	17,96	17,47
ΤΡΟΦ. ΥΠΟΛΛΕΙΜΜΑΤΑ	39,00	36,71	39,09	46,53	41,08	41,28	42,17
ΠΛΑΣΤΙΚΑ	18,03	16,86	18,59	14,26	18,72	16,83	15,84
ΥΠΟΛΟΙΠΑ	5,77	5,87	5,41	8,41	7,46	8,74	8,44

Οι σταθμισμένες τιμές των ποσοστών ανάλογα με την ποσότητα των απορριμμάτων που δέχεται κάθε ΧΥΤΑ/ΧΔΑ σε επίπεδο νομού φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8-4).

Πίνακας 8-4. Σταθμισμένες τιμές % σύνθεσης ΑΣΑ (Β' φάση).

ΚΛΑΣΜΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ			
	Ν. ΡΕΘΥΜΝΗΣ	Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
ΑΔΡΑΝΗ	1,51	1,61	2,00	1,65
ΜΕΤΑΛΛΑ	3,51	2,91	3,21	3,08
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	0,59	0,69	0,81	0,69
ΓΥΑΛΙ	3,19	2,99	3,55	3,12
ΔΕΥΛ	5,50	5,34	6,07	5,49
ΧΑΡΤΙ	25,21	22,30	17,72	22,21
ΤΡΟΦ. ΥΠΟΛΛΕΙΜΜΑΤΑ	37,42	39,83	41,71	39,61
ΠΛΑΣΤΙΚΑ	17,22	18,39	16,35	17,83
ΥΠΟΛΟΙΠΑ	5,84	5,93	8,59	6,32

Τα δεδομένα του πίνακα (Πίνακας 8-3) με τη μορφή ραβδογραμμάτων φαίνονται στο διάγραμμα 8-3.



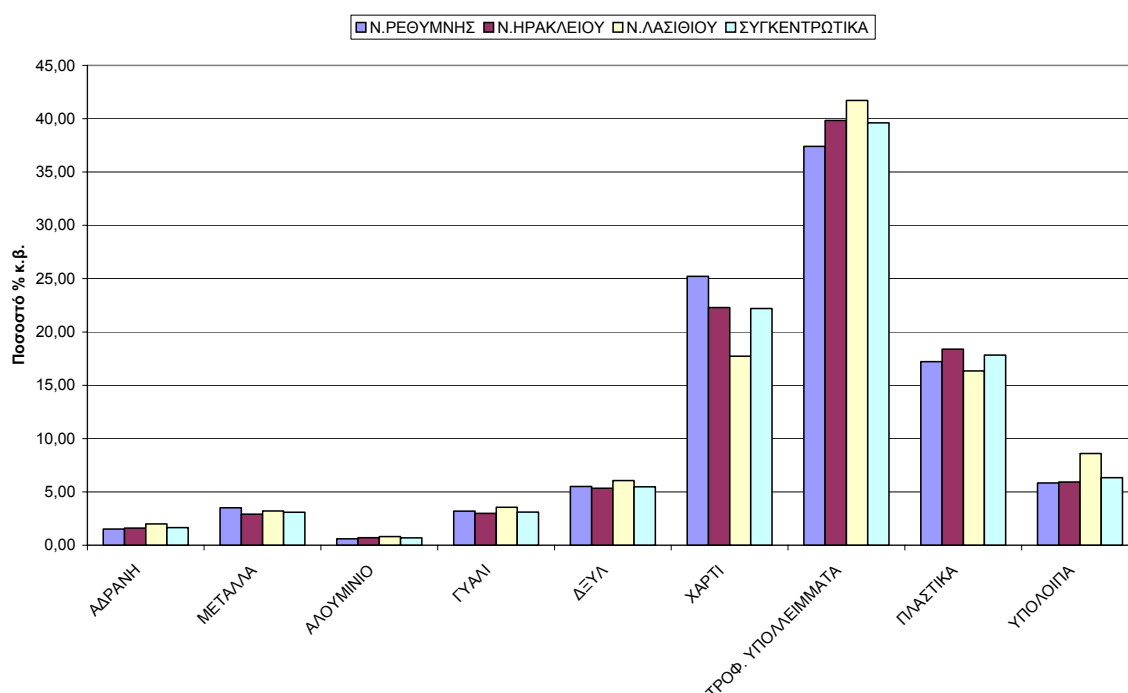
Διάγραμμα 8-3. Σύνθεση % των ΑΣΑ στους 7 ΧΥΤΑ/ΧΔΑ δειγματοληψίας την περίοδο 17/11/2003-23/1/2004 (μέσες τιμές).

Τα δεδομένα του πίνακα (Πίνακας 8-4) με τη μορφή ραβδογραμμάτων φαίνονται στο διάγραμμα 8-4.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα 8-3 και 8-4 και λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της πρώτης φάσης δειγματοληψίας μπορούμε να καταλήξουμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Εξακολουθούν να εμφανίζονται στη σύνθεση των ΑΣΑ τρεις κυρίαρχες κατηγορίες υλικών (χαρτί, τροφικά υπολείμματα και πλαστικά) όπως και στην προηγούμενη φάση δειγματοληψίας, με συνολικό ποσοστό ~80%.
- Η μεγαλύτερη μεταβολή αφορά την κατά 67% πτώση του αλουμινίου (από 2,10% σε 0,69% κ.β.).
- Σημαντική επίσης η κατά 55% πτώση του γυαλιού (από 6,89% σε 3,12% κ.β.).

- Παρατηρείται μια αύξηση 11% των τροφ. υπολειμμάτων σε σχέση με την προηγούμενη φάση (από 35,66% σε 39,61% κ.β.) .
- Το πλαστικό παρουσίασε πτώση κατά 11% (από 20,02% σε 17,83% κ.β.).
- Το χαρτί παρουσιάζει μια μικρή μόνο άνοδο κατά ~9% (από 20,41% σε 22,21% κ.β.).



Διάγραμμα 8-4. Σταθμισμένες τιμές % σύνθεσης ΑΣΑ (Β' φάση).

Από τα επιμέρους ποσοστά των κλασμάτων οδηγούμαστε στη διαπίστωση ότι το αλουμίνιο και το γυαλί είναι κλάσματα που παρουσιάζουν ισχυρή εξάρτηση από τις εποχιακές διακυμάνσεις και μεταβολές στις δραστηριότητες παραγωγής απορριμμάτων. Δηλαδή, η σημαντική μείωση του τουρισμού κατά τη χειμερινή περίοδο έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μικρότερων ποσοτήτων των δύο αυτών κλασμάτων.

Τέλος, από τα παραπάνω παρατηρείται ότι η εποχιακή διακύμανση των κυρίαρχων υλικών (χαρτί, τροφ. υπολείμματα και πλαστικά) είναι μικρή και σε κάθε περίπτωση δεν αλλάζει τη γενική εικόνα που παρουσιάζουν τα ΑΣΑ της περιφέρειας Κρήτης.

Ειδικό Βάρος

Μετά από ανάλυση των δεδομένων πεδίου (βλέπε παράρτημα 1) το ειδικό βάρος των ΑΣΑ κατά τη χειμερινή περίοδο 2003-2004 (17/11/2003-23/1/2004) μετρήθηκε στα $\sim 135,5 \text{ Kg/m}^3$ (μέσος όρος μετρήσεων). Σημειώνεται ότι η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε ΑΣΑ μετά από την εκκένωση του απορριμματοφόρου οχήματος.

8.1.3 Σύγκριση με άλλες μελέτες

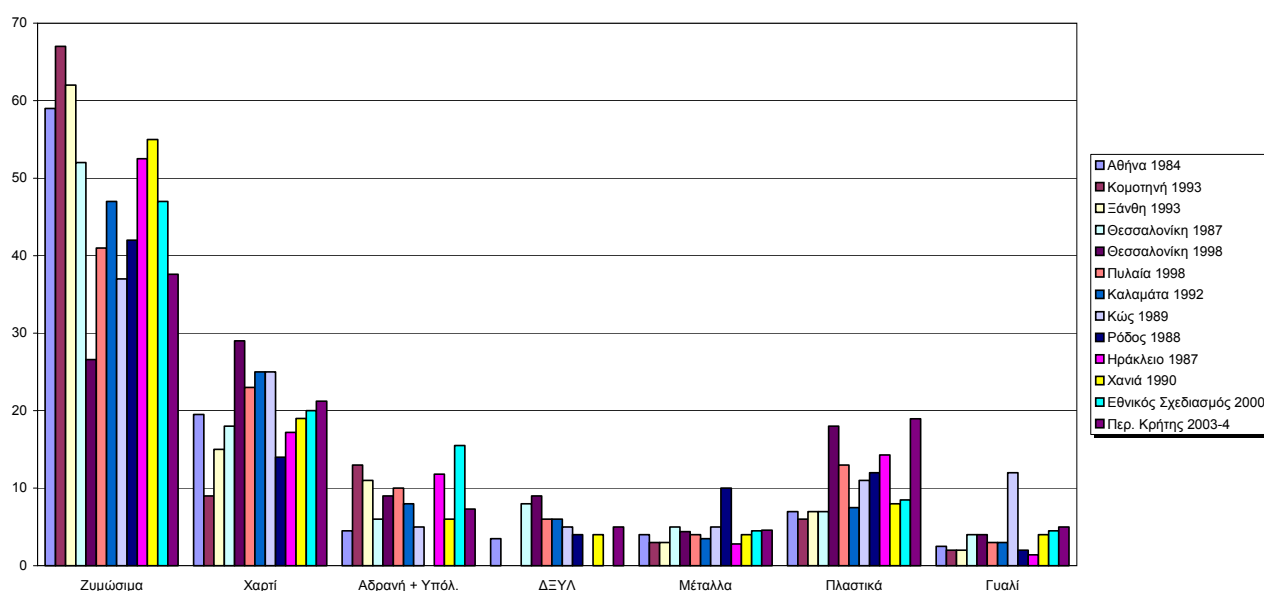
Παρόμοιες μελέτες σύνθεσης αστικών απορριμμάτων έχουν γίνει διάσπαρτες στον ελλαδικό χώρο χωρίς όμως να χαρακτηρίζονται από κεντρικό προγραμματισμό και οργάνωση. Επίσης δεν έχουν γίνει όλες με την ίδια μέθοδο ούτε αναφέρονται στις ίδιες συνθήκες δειγματοληψίας, επομένως κρίνεται αρκετά δύσκολη η σύγκριση των μεταξύ τους αποτελεσμάτων. Παρόλα αυτά κάνοντας μια προσπάθεια αποκωδικοποίησής τους (Διάγραμμα 8-5) μπορούμε να εξάγουμε κάποια χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά:

- τη μεταβολή στη σύνθεση των απορριμμάτων κατά τα τελευταία χρόνια,
- τη σχέση μεταξύ συγκεκριμένων κοινωνικών δραστηριοτήτων (π.χ. τουρισμός) με τη σύνθεση των απορριμμάτων,
- την ποικιλία στη σύνθεση των απορριμμάτων μεταξύ των περιοχών μιας χώρας,
- την απόκλιση του εθνικού σχεδιασμού από τη σημερινή ελληνική πραγματικότητα στη σύνθεση των Α.Σ.Α.

Συγκεκριμένα, ενώ την προηγούμενη δεκαετία (1985-1995) τα ζυμώσιμα υλικά εμφανίζονταν σε ποσοστά 55-67%, πλέον (1995-2003) εμφανίζουν ποσοστά της τάξης του 27-41%, με τον Εθνικό Σχεδιασμό του 2000 να εμφανίζει ποσοστό 47%.

Μεταξύ των δύο δεκαετιών παρατηρούμε μια μείωση της τάξης του 40% όσον αφορά τα ζυμώσιμα. Η μείωση αυτή εξηγείται αν δούμε τη μεταβολή στα ποσοστά των πλαστικών και του χαρτιού. Η προηγούμενη δεκαετία (1985-1995) εμφανίζει το χαρτί σε ποσοστά όχι μεγαλύτερα του 20% και το πλαστικό

σε ποσοστά της τάξης του 10%. Αντίθετα μετά το 1995 το χαρτί παρουσιάζει ποσοστό της τάξης του 25% και το πλαστικό ποσοστό διπλάσιο, 20%. Δηλαδή σε χαρτί και πλαστικό έχουμε μια αύξηση τα τελευταία χρόνια από 25% (χαρτί) έως 100% (πλαστικό) ή περίπου 60% συνολικά. Συνεπώς, οι πιο πρόσφατες μελέτες (Θεσσαλονίκη 1998, Πυλαία 1998 και Περιφέρεια Κρήτης 2003-2004) αποτυπώνουν ξεκάθαρα μια αύξηση των υλικών συσκευασίας όπως είναι τα πλαστικά και το χαρτί. Η μεταβολή αυτή είναι αποτέλεσμα της αλλαγής στις καταναλωτικές συνήθειες των πολιτών αλλά και στην τάση πλέον των βιομηχανιών για παραγωγή και διάθεση στην αγορά τυποποιημένων προϊόντων.



Διάγραμμα 8-5. Σύνθεση ΑΣΑ σε διάφορες περιοχές της χώρας σε σύγκριση με την περιοχή μελέτης.

Σε περιοχές έντονης τουριστικής δραστηριότητας η παρούσα μελέτη (νομοί Ρεθύμνης, Ηρακλείου και Λασιθίου, Φθινόπωρο 2003 και Χειμώνας 2004) έδειξε αυξημένη συγκέντρωση γυαλιού. Συγκεκριμένα σε επίπεδο περιφέρειας το ποσοστό γυαλιού «άγγιξε» το 7% ενώ σε καθαρά τουριστικές περιοχές (π.χ. Χερσόνησος) το ποσοστό ήταν της τάξης του 18%. Σε αντίθεση, η πρόσφατη μελέτη της Θεσσαλονίκης (1998) έδειξε συγκεντρώσεις γυαλιού της τάξης του 3%. Αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί από το ότι η αναλογία τουριστών / μόνιμου πληθυσμού στη Θεσσαλονίκη είναι σημαντικά μικρότερη της Χερσονήσου και

σε επέκταση της Κρήτης. Επίσης ένα ποσοστό των γυάλινων φιαλών (π.χ. αναψυκτικά, φιάλες μπύρας) που καταναλώνονται σε μη τουριστικές περιοχές είναι πολλαπλής χρήσης ενώ στη Χερσόνησο καταναλώνονται σημαντικές ποσότητες από φιάλες αλκοολούχων ποτών που δεν είναι επιστρεφόμενες άρα καταλήγουν στους ΧΔΑ/ΧΥΤΑ.

Ακόμη είναι φανερό ότι το βιοτικό επίπεδο επιδρά σημαντικά στη σύνθεση των ΑΣΑ. Για παράδειγμα στο νομό Ροδόπης (Κομοτηνή 1993) το ποσοστό των ζυμώσιμων υλικών (67%) είναι περίπου 2,5 φορές μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ποσοστό (27%) στο μεγαλύτερο αστικό κέντρο της βορείου Ελλάδος, τη Θεσσαλονίκη (1998) και σχεδόν διπλάσιο από το αντίστοιχο ποσοστό (~38%) της περιφέρειας Κρήτης. Βέβαια και ανάμεσα στους διάφορους δήμους της Κρήτης παρατηρείται η επίδραση που έχει το βιοτικό επίπεδο στη σύνθεση των ΑΣΑ. Για παράδειγμα στην περιοχή του Δ. Νίκου Καζαντζάκη, που είναι μια περιοχή καθαρά αγροτική, το ποσοστό των ζυμώσιμων υλικών είναι περίπου 45%.

Συγκρίνοντας την περιοχή των Χανίων (Χανιά 1990) με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης διαπιστώνουμε μια σημαντική διαφορά στη σύνθεση των ΑΣΑ. Συγκεκριμένα τα ζυμώσιμα υλικά το 1990 στα Χανιά παρουσίαζαν ποσοστό της τάξης του 55% ενώ το αντίστοιχο σημερινό (2003-2004) για τους υπόλοιπους νομούς είναι περίπου 38%. Δεδομένου ότι μεταξύ των τεσσάρων νομών της Κρήτης δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές όσον αφορά τα συνολικά κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά μπορούμε να πούμε ότι γενικότερα στην Κρήτη την τελευταία δεκαετία το ποσοστό των ζυμώσιμων υλικών στα ΑΣΑ έχει μειωθεί σημαντικά. Γεγονός που συμφωνεί με τη συνολική μεταβολή της σύνθεσης των ΑΣΑ σε επίπεδο χώρας που αναφέραμε προηγουμένως.

Σε όλα τα παραπάνω έρχεται να προστεθεί το γεγονός ότι ο Εθνικός Σχεδιασμός όπως αυτός δημοσιεύτηκε το 2000 [7], παρουσιάζει σημαντική απόκλιση από τα αποτελέσματα νεότερων μελετών (Θεσσαλονίκη 1998, Πυλαία 1998 και Περιοχή μελέτης 2003-2004). Η γνώμη των μελετητών είναι ότι τα ποσοστά σύνθεσης που δίνονται στον Εθνικό Σχεδιασμό δεν είναι

ιδιαίτερα αξιοποιήσιμα για εφαρμογή στην περιφέρεια Κρήτης αφού δεν λαμβάνουν υπόψη ούτε τις τοπικές ιδιομορφίες και κοινωνικά χαρακτηριστικά ούτε την εποχιακή διακύμανση (τουριστική περίοδος).

Για το λόγο αυτό απαιτείται η συνέχεια της παρούσας μελέτης με στόχο την κάλυψη όλων των εποχιακών διακυμάνσεων και επομένως την εξαγωγή στοιχείων αξιοποιήσιμων στον Περιφερειακό Σχεδιασμό Διαχείρισης Απορριμμάτων.

8.2 Εργαστηριακές μετρήσεις

8.2.1 Εργαστηριακές μετρήσεις Α΄ και Β΄ φάσης

Τα αποτελέσματα από την εργαστηριακή ανάλυση αντιπροσωπευτικών δειγμάτων από τα κλάσματα των οργανικών, δερμάτων-ξύλινων-υφασμάτων, πλαστικών και χάρτινων υλικών παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 8-5 και Πίνακας 8-6) αντίστοιχα για την προσεγγιστική, στοιχειακή και ενεργειακή ανάλυση (θερμογόνο δύναμη).

Η στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των εργαστηριακών μετρήσεων έγινε με τη χρήση:

- των στατιστικών συναρτήσεων του λογιστικού φύλλου MS Excel XP Version και
- του προγράμματος DATA QUALITY EVALUATION STATISTICAL TOOLBOX (DataQUEST), QA96 Version EPA QA/G-9D, σύμφωνα με τις υποδείξεις της βιβλιογραφίας [68].

Οι τιμές για τις στατιστικές ποσότητες των ορίων εμπιστοσύνης και της τυπικής απόκλισης δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8-5).

Ο έλεγχος για την κανονικότητα ή όχι της κατανομής των μετρήσεων έγινε με τη χρήση του Shapiro-Wilk Test με τη βοήθεια του προγράμματος DataQUEST. Ο έλεγχος αυτός σε συνδυασμό με τη γραφική απεικόνιση των μετρήσεων μας έδειξε ικανοποιητική κανονικότητα.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της φθινοπωρινής περιόδου με τη χειμερινή μπορούμε να κάνουμε τις εξής παρατηρήσεις:

- Η % υγρασία παρουσιάζει μια αύξηση κατά 5,5% στο σύνολο των ΑΣΑ και κατά 19,8% στην περίπτωση του RDF.
- Η % τέφρα παρουσιάζει αύξηση 12,9% στο σύνολο των ΑΣΑ και κατά 23,2% στο RDF.
- Η % πτητική ύλη παρουσιάζει μείωση κατά 2,5% στο σύνολο των ΑΣΑ και αύξηση κατά 1,3% στο RDF.
- % Fixed Carbon παρουσιάζει μια μόνο αύξηση κατά 13% στο σύνολο των ΑΣΑ.
- Ο λόγος C/N παρουσιάζει μείωση κατά 7%.
- Η ΑΘΔ_φ του RDF παρουσιάζει μείωση κατά 6,7%. Επίσης και στις δύο περιόδους παρατηρείται ότι τη μέγιστη τιμή θερμογόνου ικανότητας παρουσιάζουν τα πλαστικά, ακολουθούν το χαρτί και το ΔΞΥΛ και τελευταία με σημαντικά μικρότερη τιμή κατατάσσονται τα οργανικά.

Πίνακας 8-5. Στατιστικά στοιχεία των εργαστηριακών μετρήσεων των ΑΣΑ της Περιφέρειας Κρήτης (Φθινοπωρινή περίοδος).

Παράμετρος	Στατιστική ποσότητα	Οργανικά	Λ.Ξ.Υ.Λ.	Πλαστικά	Χαρτί	Σύνολο ¹⁴	RDF ¹⁵
% Υγρασία	Μέση τιμή	64,54	20,77	2,77	17,11	34,71	11,07
	Όρια εμπιστοσύνης ¹⁶	5,30	3,72	0,51	3,13		
	Τυπ.απόκλιση	8,55	6,01	0,82	5,05		
% Τέφρα	Μέση τιμή	9,71	8,86	2,53	7,07	7,21	5,22
	Όρια εμπιστοσύνης	2,10	2,23	0,49	1,64		
	Τυπ.απόκλιση	3,39	3,60	0,79	2,65		
% Πτητική Ύλη	Μέση τιμή	76,69	83,87	95,74	84,53	83,82	89,47
	Όρια εμπιστοσύνης	2,45	1,87	1,21	1,47		
	Τυπ.απόκλιση	3,95	3,01	1,96	2,38		
Fixed Carbon %	Μέση τιμή	13,60	7,27	1,74	8,40	8,97	5,31
	Όρια εμπιστοσύνης	3,01	2,22	1,32	2,58		
	Τυπ.απόκλιση	4,86	3,58	2,13	4,16		
C (%)	Μέση τιμή	43,94	51,31	73,62	44,51	51,90	58,20
	Όρια εμπιστοσύνης	2,93	9,56	8,76	0,84		
	Τυπ.απόκλιση	4,72	15,43	14,14	1,35		
H (%)	Μέση τιμή	5,91	7,11	9,72	6,50	7,07	8,00
	Όρια εμπιστοσύνης	0,62	1,71	1,78	0,38		
	Τυπ.απόκλιση	1,00	2,76	2,87	0,61		
N (%)	Μέση τιμή	2,10	0,54	0,50	0,80	1,28	0,64
	Όρια εμπιστοσύνης	0,63	0,13	0,08	0,34		
	Τυπ.απόκλιση	1,02	0,21	0,12	0,55		
ΑΘΔΦ KJ/Kg	Μέση τιμή	6580	14.241	38.691	14.106	16.916	25.103
	Όρια εμπιστοσύνης	828	1.003	3.383	1.427		
	Τυπ.απόκλιση	1.336	1.618	5.458	2.303		
ΚΘΔΦ KJ/kg	Μέση τιμή	4.993	12.883	36.288	12.621	15.164	23.221
	Όρια εμπιστοσύνης	1.027	1.033	3.182	1.408		
	Τυπ.απόκλιση	1.657	1.667	5.135	2.272		

¹⁴ Υπολογίζεται με βάση τις μέσες τιμές της παραμέτρου σε κάθε κλάσμα και το % ποσοστό κάθε κλάσματος στα ΑΣΑ όπως αυτά υπολογίστηκαν προηγουμένως (κεφ. 8.1).

¹⁵ Υπολογίζεται με βάση τις μέσες τιμές της παραμέτρου στο χαρτί, πλαστικό και ΔΞΥΛ και το % ποσοστό κάθε κλάσματος στα ΑΣΑ όπως αυτά υπολογίστηκαν προηγουμένως.

¹⁶ Αναφέρεται στα όρια των τιμών (+/-) μέσα στα οποία είναι πιθανό να βρίσκεται η πραγματική τιμή της συγκεκριμένης παραμέτρου για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% (ASTM D 6233-98).

Πίνακας 8-6. Στατιστικά στοιχεία των εργαστηριακών μετρήσεων των ΑΣΑ της Περιφέρειας Κρήτης (Χειμερινή περίοδος).

Παράμετρος Στατιστική ποσότητα		Οργανικά	Δ.Ξ.Υ.Λ.	Πλαστικά	Χαρτί	Σύνολο ¹⁷	RDF ¹⁸
% Υγρασία	Μέση τιμή	63,55	19,81	3,33	19,65	36,69	13,26
	Όρια εμπιστοσύνης ¹⁹	1,53	3,75	0,72	3,76		
	Τυπ.απόκλιση	1,75	4,28	0,82	4,29		
% Τέφρα	Μέση τιμή	10,10	7,26	2,85	9,11	8,14	6,43
	Όρια εμπιστοσύνης	3,01	2,58	0,86	1,25		
	Τυπ.απόκλιση	3,44	2,94	0,98	1,43		
% Πτητική Ύλη	Μέση τιμή	74,18	83,95	94,81	84,06	81,71	88,27
	Όρια εμπιστοσύνης	2,62	2,78	1,74	1,78		
	Τυπ.απόκλιση	2,99	3,17	1,99	2,03		
Fixed Carbon %	Μέση τιμή	15,72	8,78	2,34	6,83	10,16	5,30
	Όρια εμπιστοσύνης	3,83	1,77	1,29	2,15		
	Τυπ.απόκλιση	4,37	2,02	1,47	2,45		
C (%)	Μέση τιμή	44,91	45,76	81,18	43,84	52,29	58,74
	Όρια εμπιστοσύνης	2,41	4,93	1,28	1,19		
	Τυπ.απόκλιση	2,74	5,62	1,47	1,36		
H (%)	Μέση τιμή	6,16	6,45	10,86	6,49	7,25	8,20
	Όρια εμπιστοσύνης	0,65	1,11	1,93	0,75		
	Τυπ.απόκλιση	0,75	1,27	2,20	0,85		
N (%)	Μέση τιμή	2,31	0,44	0,53	0,64	1,38	0,58
	Όρια εμπιστοσύνης	0,61	0,14	0,04	0,03		
	Τυπ.απόκλιση	0,69	0,16	0,05	0,03		
ΑΘΔΦ KJ/Kg	Μέση τιμή	6.629	14.526	38.155	13.733	15.596	23.421
	Όρια εμπιστοσύνης	235	1.049	4.729	2.325		
	Τυπ.απόκλιση	268	1.197	5.396	2.653		
ΚΘΔΦ KJ/kg	Μέση τιμή	5.237	13.069	35.702	12.267	13.958	21.568
	Όρια εμπιστοσύνης	359	1.185	4.509	2.295		
	Τυπ.απόκλιση	410	1.351	5.144	2.618		

8.2.2 Σύγκριση με άλλες μελέτες

Σε μια προσπάθεια σύγκρισης των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των απορριμμάτων με αντίστοιχα αποτελέσματα από άλλες περιοχές της Ελλάδας

¹⁷ Υπολογίζεται με βάση τις μέσες τιμές της παραμέτρου σε κάθε κλάσμα και το % ποσοστό κάθε κλάσματος στα ΑΣΑ όπως αυτά υπολογίστηκαν προηγουμένως.

¹⁸ Υπολογίζεται με βάση τις μέσες τιμές της παραμέτρου στο χαρτί, πλαστικό και ΔΞΥΛ και το % ποσοστό κάθε κλάσματος στα ΑΣΑ όπως αυτά υπολογίστηκαν προηγουμένως.

¹⁹ Αναφέρεται στα όρια των τιμών (+/-) μέσα στα οποία είναι πιθανό να βρίσκεται η πραγματική τιμή της συγκεκριμένης παραμέτρου για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% (ASTM D 6233-98).

θα αναφέρουμε τις περιπτώσεις των απορριμμάτων του Δ. Χανίων, Δ. Κω και Δ. Πυλαίας. Οι δύο πρώτοι δήμοι παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά με την περιοχή μελέτης όσον αφορά τις δραστηριότητες παραγωγής απορριμμάτων αφού είναι περιοχές ιδιαίτερα τουριστικές. Η σύγκριση με το Δ. Πυλαίας γίνεται για να δούμε αν οι διαφορετικές δραστηριότητες και πιθανόν καταναλωτικές συνήθειες οδηγούν και σε διαφορετική φυσικοχημική σύσταση των απορριμμάτων.

Στον πίνακα (Πίνακας 8-7) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εργαστηριακής ανάλυσης των απορριμμάτων για τους δήμους Χανίων [37], Κω [36] και Πυλαίας [33] και αντιπαρατίθενται με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης για την Περιφέρεια Κρήτης.

Πίνακας 8-7. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά απορριμμάτων της περιοχής μελέτης και σύγκριση με άλλες περιοχές.

Παράμετρος	Περιοχή Μελέτης ²⁰	Δήμος Χανίων	Δήμος Κω	Δήμος Πυλαίας
Υγρασία %	34,71 ²¹	40,8	30,1	40,6
Τέφρα	7,21	3,7	3,9	6,2
ΑΘΔ_φ KJ/Kg				
<i>Οργανικά</i>	6580	7063	7410	4892
<i>Χαρτί</i>	14106	-	-	12037
<i>Πλαστικά</i>	38691	-	-	32617
<i>ΔΕΥΛ</i>	14241	-	-	15617
ΚΘΔ_φ KJ/Kg				
<i>Οργανικά</i>	4993	5524	-	1486
<i>Χαρτί</i>	12621	-	-	10123
<i>Πλαστικά</i>	36288	-	-	29003
<i>ΔΕΥΛ</i>	12883	-	-	13810
C/N	20,92	29,3	-	25,36
Μόλυβδος (Pb), ppm	16,8	21,4 ^{Z(Ξ)}	16,8 ^{K(Ξ)}	7,6
Κάδμιο (Cd), ppm	0,07	0,6 ^{Z(Ξ)}	1,5 ^{K(Ξ)}	0,4
Υδράργυρος (Hg), ppm	0,02	-	-	-

Ξ: ξηρό κλάσμα, Z: ανάλυση με προσανατολισμό τη βιοσταθερότητα, K: ανάλυση με προσανατολισμό την καύση

Από τη σύγκριση των παραπάνω παρατηρούμε ότι:

²⁰ Νομοί Ρεθύμνης, Ηρακλείου, Λασιθίου, 2003-2004.

²¹ Υπολογίζεται με βάση τις μέσες τιμές της παραμέτρου σε κάθε κλάσμα και το % ποσοστό κάθε κλάσματος στα ΑΣΑ όπως αυτά υπολογίστηκαν προηγουμένως (κεφ. 8.1).

- Η περιοχή μελέτης με την περιοχή Χανίων (και εν μέρει με την περιοχή του Δ. Κω) παρουσιάζει ομοιότητα όσον αφορά τη θερμογόνο ικανότητα των απορριμμάτων.
- Η υγρασία στο σύνολο των απορριμμάτων δεν δείχνει να παρουσιάζει σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων περιοχών και οι όποιες μικροδιαφορές δεν μπορούν να εξηγηθούν.
- Ο λόγος C/N της περιοχής μελέτης παρουσιάζει τη χαμηλότερη τιμή σε σχέση με τις άλλες περιοχές.
- Οι ποσότητες βαρέων μετάλλων Cd και Hg δεν παρουσιάζουν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των διαφόρων περιοχών.
- Η ποσότητα του Pb στην περιοχή μελέτης δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις άλλες περιοχές αλλά βρίσκεται μέσα στα συνήθη όρια.

8.3 Αξιοποίηση των αποτελεσμάτων

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η δημιουργία βάσης δεδομένων για την ποιοτική σύνθεση των ΑΣΑ της περιφέρειας Κρήτης με σκοπό την αξιοποίηση των δεδομένων αυτών στον ολοκληρωμένο σχεδιασμό διαχείρισης των απορριμμάτων για τη συγκεκριμένη περιφέρεια.

Η επιλογή των κατάλληλων μεθόδων διαχείρισης των ΑΣΑ (οι διάφορες εναλλακτικές παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 5) είναι συνάρτηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των ΑΣΑ, της καταλληλότητάς τους για καύση, της στοιχειακής σύστασής τους και του ενεργειακού περιεχομένου τους. Π.χ. το περιεχόμενο σε ζυμώσιμα υλικά (τροφικά υπολείμματα) είναι σημαντικό αν μας ενδιαφέρει η επιλογή της λιπασματοποίησης, ενώ το περιεχόμενο και ο βαθμός καθαρότητας των ανακυκλώσιμων υλικών (πλαστικά, αλουμίνιο, γυαλιά, χαρτιά) μας ενδιαφέρει για την επιλογή της εναλλακτικής της ανακύκλωσης.

8.3.1 Δυνατότητα λιπασματοποίησης

Ένα βασικό συμπέρασμα της παρούσας μελέτης ήταν η διαπίστωση ότι τα ζυμώσιμα υλικά (τροφικά υπολείμματα) των ΑΣΑ της περιφέρειας Κρήτης εμφανίζονται με χαμηλότερο % ποσοστό από ότι σε άλλες περιοχές της Ελλάδας (Πίνακας 4-17 και παράγραφος 8.1.3). Δεν παύουν όμως να είναι η κυρίαρχη κατηγορία από τρεις μεγαλύτερες κατηγορίες (χαρτί και πλαστικά οι άλλες δύο) με συνολικό σταθμισμένο ποσοστό για την περιφέρεια Κρήτης ~36%. Η ετήσια παραγωγή οργανικών στην περιοχή μελέτης εκτιμάται σε 73.000 tn.

Η εργαστηριακή ανάλυση των τροφικών υπολειμμάτων (φθινοπωρινή περίοδος) έδειξε μέση τιμή υγρασίας ίση με 64,5%, ενώ η στοιχειακή ανάλυση έδωσε: 43,94% C, 5,6% H και 2,1% N.

Αν και η βέλτιστη περιοχή υγρασίας είναι μεταξύ 40 και 60 %, η υγρασία που προσδιορίσαμε για την περίπτωση μας καθιστά οριακά τα ΑΣΑ της περιφέρειας Κρήτης κατάλληλα για λιπασματοποίηση. Ακόμα όμως και στην περίπτωση υψηλότερου ποσοστού υγρασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και

υλικά με μικρό περιεχόμενο υγρασίας (χαρτιά) σε μικρές ποσότητες. Εξάλλου με την εξάτμιση λόγω της δημιουργίας των σωρών για τη λιπασματοποίηση η υγρασία βρίσκεται στα επιθυμητά επίπεδα.

Ο βέλτιστος λόγος C/N για τη διαδικασία της λιπασματοποίησης είναι (κεφάλαιο 5.4) περίπου 20/1 έως 30/1. Τιμές του λόγου αυτού μικρότερες από 15/1 και μεγαλύτερες από 30/1 μειώνουν την απόδοση της διαδικασίας της λιπασματοποίησης αφού οδηγούν σε απώλεια N αποτρέποντας τόσο τον πολλαπλασιασμό όσο και την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Ο λόγος C/N που προσδιορίσαμε μέσω της στοιχειακής ανάλυσης των ΑΣΑ είναι $43,94/2,1 = 21/1$ για τη φθινοπωρινή περίοδο και $44,91/2,31 = 19,5/1$ για τη χειμερινή περίοδο.

Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν καλή δυνατότητα για τη λιπασματοποίηση των ΑΣΑ της περιφέρειας Κρήτης.

Επίσης αναφέρουμε και τη δυνατότητα χρήσης του παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού ως υλικό τελικής κάλυψης κατά την περιβαλλοντική αποκατάσταση των χώρων διάθεσης απορριμμάτων της περιοχής μελέτης.

Οφείλουμε όμως στο σημείο αυτό να παραθέσουμε και ορισμένα από τα συμπεράσματα του τελευταίου συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Απορριμμάτων (ΕΕΔΣΑ) «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων για Βιώσιμη Ανάπτυξη τον 21^ο αιώνα» [69]:

- *Οι ποιοτικές προδιαγραφές που διατυπώνονται στην ΚΥΑ 114218/97 είναι ανεπαρκείς, καθώς θέτουν πολύ υψηλά επιτρεπόμενα επίπεδα βαρέων μετάλλων στο εδαφοβελτιωτικό (compost)... Πάντως, διαπιστώνεται ότι το compost που παράγεται από απορρίμματα, που δεν έχουν υποστεί διαλογή στην πηγή, δεν είναι αποδεκτό για γεωργικές χρήσεις [70].*
- *Γενικά, η λιπασματοποίηση του οργανικού κλάσματος δεν είναι κερδοφόρος επιλογή, αλλά μια μέθοδος που αφενός μεν προστατεύει το περιβάλλον, αφετέρου δε συμβάλλει στη συμμόρφωσή μας με την Οδηγία για την Υγειονομική Ταφή. Τα μόνα οικονομικά οφέλη είναι έμμεσα και προκύπτουν από τη μείωση του κόστους ταφής (το οποίο*

στη χώρα μας είναι εξαιρετικά χαμηλό λόγω μη τήρησης των κανόνων).

Επίσης, δεν υπάρχει καλή ενημέρωση για το προϊόν αυτό στους αγρότες, γεγονός που καθιστά την εμπορική πορεία του επισφαλής. Έτσι, αν πρόκειται να κατασκευαστεί μια μονάδα λιπασματοποίησης, θα πρέπει ο αρμόδιος φορέας να έχει προηγουμένως αρχίσει μια εκστρατεία ενημέρωσης των πολιτών και κυρίως των αγροτών. Σε κάθε άλλη περίπτωση το παραγόμενο προϊόν θα δεν θα απορροφάται από την αγορά και θα καταλήγει σε χώρο υγειονομικής ταφής με υψηλό κόστος και χωρίς να επιτυγχάνεται ο στόχος για τη μείωση του όγκου των απορριμμάτων που καταλήγουν σε ΧΥΤΑ.

Ακόμη, στην περίπτωση που το εδαφοβελτιωτικό προκύπτει από μηχανική διαλογή απορριμμάτων που δεν έχουν υποστεί διαλογή στην πηγή, τότε είναι δυνατόν να περιέχει κομμάτια πλαστικών, γυαλιών ή/και μετάλλων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητάς του (πιθανά ίχνη βαρέων μετάλλων) και επομένως την ακαταλληλότητα χρησιμοποίησής του στη γεωργία. Γενικά, η λιπασματοποίηση έχει μεγάλο κόστος εγκατάστασης σε σχέση με την τιμή πώλησης του προϊόντος [71].

Συνεπώς, αν και η λιπασματοποίηση θεωρείται πρώτη (μαζί με την ανακύκλωση) στην ιεραρχία διαχείρισης των απορριμμάτων, στην πράξη η περιβαλλοντική της επίδοση βρίσκεται αρκετά πιο χαμηλά [72].

8.3.2 Δυνατότητα καύσης

Η συνολική υγρασία των τροφικών υπολειμμάτων, χαρτιών, πλαστικών και ΔΞΥΛ προσδιορίστηκε ίση με 34,7% χρησιμοποιώντας τις μέσες τιμές υγρασίας για κάθε κλάσμα. Αν αφαιρεθούν τα τροφικά υπολείμματα τότε η υγρασία των υλικών που απομένουν (χαρτί, πλαστικό, ΔΞΥΛ) προσδιορίζεται ίση με 11%. Η τιμή αυτή είναι σύμφωνη με τις επιταγές της νομοθεσίας [52], η οποία απαιτεί υγρασία <20%.

Επίσης η συνολική κατώτερη θερμογόνο δύναμη $K\Theta\Delta_{\phi}$ των τροφικών υπολειμμάτων, χαρτιών, πλαστικών και ΔΞΥΛ προσδιορίστηκε ίση με 15.164 KJ/Kg. Αν αφαιρέσουμε τα τροφικά υπολείμματα τότε η $K\Theta\Delta_{\phi}$ προσδιορίζεται

ιση με 23.221 KJ/Kg. Η τιμή αυτή ικανοποιεί τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για το RDF [52] αφού η ελάχιστη τιμή που απαιτείται είναι 4.000 Kcal/Kg ή 16.747 KJ/Kg.

Για να είναι βιώσιμη μια μονάδα αποτέφρωσης με ανάκτηση ενέργειας απαιτούνται >28.000tn/yr [63] καύσιμων υλικών, ποσό που αντιστοιχεί με ~15% της ετήσιας ποσότητας απορριμμάτων. Όμως το συνολικό ποσοστό του RDF στην περιοχή μελέτης υπολογίστηκε ~45%, τριπλάσια ποσότητα από την απαιτούμενη.

Βέβαια, στην Ελλάδα ο εθνικός σχεδιασμός δεν έχει προβλέψει μέχρι σήμερα τη θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων. Αποτέλεσμα είναι να μην έχουν δημιουργηθεί ως σήμερα τέτοιες μονάδες και να μην υπάρχει η απαραίτητη εμπειρία στην αντιμετώπιση πιθανών λειτουργικών προβλημάτων. Επίσης, ο απαραίτητος μηχανολογικός εξοπλισμός δεν κατασκευάζεται στην Ελλάδα, επομένως μια πιθανή βλάβη στον εξοπλισμό θα έχει ως αποτέλεσμα την παύση της λειτουργίας μέχρι την επισκευή από εξειδικευμένο προσωπικό. Όμως, μια ενδεχομένη παύση της λειτουργίας μιας εγκατάστασης θερμικής επεξεργασίας απορριμμάτων έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων απορριμμάτων στην είσοδο της εγκατάστασης και γενικότερα τη δυσλειτουργία του συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων.

Το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των εγκαταστάσεων αυτών είναι αρκετά υψηλό και συνεπώς δυσβάσταχτο για μικρούς δήμους. Παρόλα αυτά, σε περιπτώσεις όπου απαιτείται σημαντική μείωση του όγκου των απορριμμάτων (π.χ. σε νησιά) και υπάρχει σημαντικό πρόβλημα στην εξεύρεση νέων χώρων υγειονομικής ταφής, η θερμική επεξεργασία αποτελεί μια καλή εναλλακτική διαχείρισης των απορριμμάτων.

8.3.3 Δυνατότητα ανακύκλωσης

Η σωστή λειτουργία της ανακύκλωσης δεν μπορεί να επιτευχθεί με το υπάρχον σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων της περιφέρειας Κρήτης. Απαιτείται η εισαγωγή του συστήματος της διαλογής στην πηγή ή τουλάχιστον η απομόνωση των τροφικών υπολειμμάτων. Σε κάθε άλλη περίπτωση ο βαθμός

καθαρότητας και επομένως η δυνατότητα ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης υλικών όπως χαρτί, χαρτόνι, πλαστικό, γυαλί και μέταλλα θα είναι πολύ χαμηλός.

Ο περιφερειακός σχεδιασμός της περιφέρειας Κρήτης προβλέπει τη λειτουργία του συστήματος της ανακύκλωσης με τη χρήση δύο ρευμάτων:

- Ρεύμα μικτών ανακυκλώσιμων υλικών
- Ρεύμα υπολειμμάτων

Το σύστημα αυτό σίγουρα δίνει κάποιες δυνατότητες ανακύκλωσης αλλά η βιωσιμότητά του κρίνεται μη επαρκής.

Η κατάσταση στο χώρο της ανακύκλωσης έχει υποστεί αρκετές αλλαγές από την αναθεώρηση του ευρωπαϊκού προτύπου EN643 [40]. Συγκεκριμένα το πρότυπο αυτό είναι ένας ευρωπαϊκός κατάλογος που διαβαθμίζει το ανακτώμενο χαρτί και χαρτόνι σε κατηγορίες αποσκοπώντας στην υποστήριξη επαγγελματιών χάρτου στην αγορά και πώληση πρώτων υλών που μπορούν να ανακυκλωθούν από τη βιομηχανία χάρτου. Ο κατάλογος αυτός περιλαμβάνει μια ομάδα διαβαθμίσεων ανακτώμενου χάρτου που στις περισσότερες περιπτώσεις μπορεί να ανακυκλωθεί χρησιμοποιώντας ειδική διαδικασία ή που μπορεί να προκαλέσει κάποια συγκεκριμένα προβλήματα στην ανακύκλωση. Σύμφωνα με τα παραπάνω, χαρτί ανακτώμενο από κέντρα ανάκτησης υλικών (ΚΑΥ) δεν θα είναι κατάλληλο για χρήση από τη χαρτοβιομηχανία. Οι απαιτήσεις της υγρασίας ορίζουν ότι το ανακτώμενο χαρτί και χαρτόνι θα παραδίδεται με υγρασία όχι μεγαλύτερη από το φυσιολογικό επίπεδο. Όταν η υγρασία ξεπερνά το 10%, το επιπλέον βάρος του (του 10%) μπορεί να απαιτηθεί ως επιστρεφόμενο κόστος.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εργαστηριακής ανάλυσης η υγρασία του μικτού χαρτιού όπως αυτό συλλέχθηκε μέσα από τους κάδους ήταν 17% (μέση τιμή) κυρίως λόγω της ανάμιξης με τα τροφικά υπολείμματα. Η τιμή αυτή μειώνει την ανταγωνιστικότητα του ανακτώμενου χαρτιού σε μια αγορά που όπως είπαμε θα λειτουργεί με αυστηρά ποιοτικά πρότυπα (EN643). Για το λόγο αυτό είναι επιθυμητή και προτείνεται η εφαρμογή συστήματος διαλογής στην πηγή με ξεχωριστό κάδο συλλογής των προς ανακύκλωση υλικών.

Σε κάθε περίπτωση, επειδή οι ποσότητες των ανακυκλώσιμων υλικών όπως φαίνεται και από την παρούσα μελέτη αυξάνονται σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια, η ανακύκλωση των υλικών που ονομάζονται και «χρήσιμα» (χαρτιά, χαρτόνια, γυαλιά, πλαστικά και μέταλλα) είναι επιτακτική διότι εκτός από το οικονομικό – περιβαλλοντικό όφελος από τη διακίνηση των προϊόντων αυτών έχουμε και παράπλευρα οφέλη.

Κάθε έτος παράγονται ~39.000tn χαρτιού, ίδια ποσότητα περίπου πλαστικού, ~12.000tn γυαλιού, ~8.000tn μετάλλων και ~3.000tn αλουμινίου.

Με την εκτροπή των σημαντικών ποσοτήτων των ανακυκλώσιμων υλικών (~50% της συνολικής ποσότητας των ΑΣΑ) έχουμε μια άμεση μείωση στις ποσότητες των υλικών που οδηγούνται στην τελική διάθεση, τους χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων. Αν σε αυτό προσθέσουμε και την ανάκτηση των τροφικών και αγροτικών υπολειμμάτων μέσω της λιπασματοποίησης οι ποσότητες που απαιτούν υγειονομική ταφή θα ελαχιστοποιηθούν. Αυτό από μόνο του μπορεί να μην σημαίνει άμεσο οικονομικό όφελος αλλά αν λάβουμε υπόψη τους στόχους που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση για τη λιπασματοποίηση των ζυμώσιμων υλικών (ανάκτηση 25% των ζυμώσιμων υλικών μέχρι το 2005) και την ανάκτηση των υλικών συσκευασίας (50% κατά βάρος των αποβλήτων συσκευασίας μέχρι το 2005) αμέσως καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η παραπάνω πρακτική θα αποτρέψει τον κίνδυνο επιβολής υψηλών προστίμων στη χώρα μας.

9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



9.1 Συμπεράσματα

Το σύστημα διαχείρισης αστικών απορριμμάτων στην περιοχή μελέτης παρουσιάζει σημαντικές ελλείψεις όσον αφορά σε βασικά έργα υποδομής. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι ουσιαστικά δεν γίνεται ούτε καταγραφή των εισερχομένων ποσοτήτων στους χώρους διάθεσης (μη ύπαρξη ζυγολογίων), ούτε έλεγχος της καταλληλότητας των απορριμμάτων για διάθεση. Ακόμη, συνεχίζεται η απόρριψη σε μη ελεγχόμενους χώρους διάθεσης. Υπάρχουν επίσης χώροι διάθεσης οι οποίοι είναι στην ουσία αφύλακτοι. Οι παραπάνω ελλείψεις έχουν ως αποτέλεσμα την απόρριψη στους υφιστάμενους ΧΥΤΑ/ΧΔΑ (βλέπε και παράρτημα 3, φωτογραφικά στιγμιότυπα):

- ποσοτήτων επικινδύνων απορριμμάτων (νοσοκομειακά απόβλητα, χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια, μπαταρίες),
- αδρανών υλικών,
- αποβλήτων ηλεκτρικού / ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ),
- ιλύες από εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (σε ανεξέλεγκτες χωματερές) και
- άλλων υλικών των οποίων η διάθεση σε ΧΥΤΑ απαγορεύεται (μεταχειρισμένα λάστιχα αυτοκινήτων, ΟΤΚΖ).

Όσον αφορά την ανάλυση των απορριμμάτων παρατηρήθηκαν τα εξής:

- Σημαντική μείωση των οργανικών σε σχέση με άλλες περιοχές της Ελλάδας σε παλιότερες μελέτες.
- Αύξηση των υλικών συσκευασίας (Χαρτί και Πλαστικό) με αποτέλεσμα τα κλάσματα του χαρτιού, των πλαστικών και των οργανικών να αποτελούν πλέον τα τρία κυρίαρχα στα ΑΣΑ συγκεντρώνοντας περίπου το 80% του συνόλου των απορριμμάτων.
- Αύξηση των ποσοτήτων του γυαλιού ενδεικτική των τουριστικών δραστηριοτήτων. Η αύξηση αυτή οφείλεται επίσης και στη μειωμένη χρήση επιστρεφόμενων φιαλών και αντικατάστασής τους με φιάλες

μιας χρήσης (π.χ. φιάλες αλκοολούχων ποτών). Η παραγωγή του γυαλιού στα απορρίμματα χαρακτηρίζεται από σημαντική εποχιακή διακύμανση και παρατηρείται κυρίως σε περιοχές υψηλής τουριστικής κίνησης (π.χ. Χερσόνησος Ηρακλείου).

- Ανάλογη εποχιακή διακύμανση παρουσιάζει και το αλουμίνιο. Αν και τα παρατηρούμενα ποσοστά ήταν αρκετά χαμηλά αυτά ωστόσο κυμάνθηκαν στα συνήθη πλαίσια περιοχών της Ελλάδας.
- Οι ποσότητες μετάλλων που βρέθηκαν στην παρούσα μελέτη (~4%) δεν περιλαμβάνουν τα ογκώδη μέταλλα όπως «λευκές συσκευές» και παλαιά αυτοκίνητα (οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής, ΟΤΚΖ). Η υφιστάμενη διαχείριση των τελευταίων περιορίζεται στη συγκέντρωσή τους σε ειδικές περιοχές και στην αποκομιδή τους από ιδιώτες.
- Το ποσοστό των υπολοίπων στο σύνολο των ΑΣΑ αντικατοπτρίζει την υφιστάμενη κατάσταση, δηλαδή την ανάμιξη των οργανικών στην πηγή με τα άλλα κλάσματα. Το γεγονός αυτό καθιστά δύσκολο τον περεταίρω διαχωρισμό των κλασμάτων και επομένως τα «μολυσμένα» από τα οργανικά υλικά κατατάσσονται στα υπόλοιπα.
- Απόκλιση της σύνθεσης των ΑΣΑ στην περιοχή μελέτης από τον εθνικό σχεδιασμό. Η απόκλιση παρατηρείται όχι μόνο στα επιμέρους ποσοστά των οργανικών και πλαστικών αλλά επεκτείνεται και σε υλικά που στην περιοχή μελέτης παρουσιάζουν σημαντική εποχιακή διακύμανση (π.χ. γυαλί).
- Η περιοχή μελέτης παρουσιάζει ομοιότητα όσον αφορά τη θερμογόνο ικανότητα των απορριμμάτων και την υγρασία με άλλες παρόμοιες περιοχές (Χανιά, Κως).
- Ο λόγος C/N της περιοχής μελέτης παρουσιάζει τη χαμηλότερη τιμή σε σχέση με άλλες περιοχές (Χανιά, Κως).
- Οι ποσότητες βαρέων μετάλλων δεν παρουσιάζουν αξιοσημείωτες διαφορές σε σύγκριση με άλλες περιοχές (Χανιά, Κως).

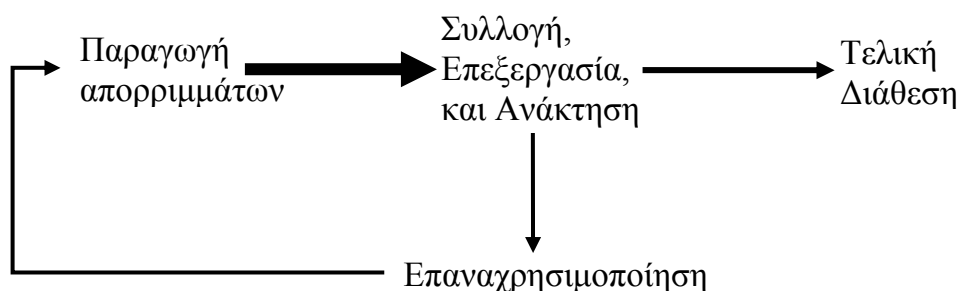
9.2 Προτάσεις

Έχοντας υπόψη τα παραπάνω και με οδηγό τις θεμελιώδεις αρχές της διαχείρισης στερεών απορριμμάτων:

- την αρχή της προφύλαξης και της πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων,
- την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» με έμφαση στην ευθύνη του παραγωγού των αποβλήτων,
- την αρχή της εγγύτητας, σύμφωνα με την οποία τα απορρίμματα οδηγούνται στις πλησιέστερες εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή/και διάθεσης εφόσον αυτό είναι οικονομικά / περιβαλλοντικά αποδεκτό και
- την αρχή της επανόρθωσης των ζημιών στο περιβάλλον,

μπορούμε να προβούμε σε προτάσεις για την αναδιαμόρφωση και συμμόρφωση του υφιστάμενου συστήματος διαχείρισης των απορριμμάτων με τις επιταγές της εθνικής νομοθεσίας.

1. Πρωταρχικό στοιχείο του σχεδιασμού αποτελεί η παύση της λειτουργίας ανεξέλεγκτων ή ακατάλληλων χώρων διάθεσης απορριμμάτων που έχουν ρυπανθεί από την ανεξέλεγκτη διάθεση αστικών αποβλήτων και δεν επιλέγονται για τη μετεξέλιξή τους σε οργανωμένους ΧΥΤ. Απαραίτητη είναι και η περιβαλλοντική αποκατάσταση των χώρων με τη λήψη μέτρων για τον ουσιαστικό περιορισμό έως εξάλειψη της προκαλούμενης ρύπανσης.
2. Δημιουργία κατάλληλου αριθμού σταθμών μεταφόρτωσης ώστε να βελτιστοποιείται η ροή των απορριμμάτων στο σύστημα.



3. Οργάνωση συστήματος συλλογής των απορριμμάτων με τέτοιο τρόπο ώστε να διαχωρίζονται τα υλικά συσκευασίας και άλλα χρήσιμα υλικά από τα οργανικά.
4. Οργάνωση της εναλλακτικής διαχείρισης των υλικών συσκευασίας και άλλων προϊόντων (μεταχειρισμένα ελαστικά, ΟΤΚΖ, αδρανή απόβλητα από κατασκευές, εκσκαφές και κατεδαφίσεις, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, ΑΗΗΕ) από τον αρμόδιο φορέα διαχείρισης σε συνεργασία με συστήματα ατομικής ή συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης (π.χ. εταιρείες διαχείρισης απορριμμάτων) και προώθηση του συστήματος της εγγυοδοσίας.
5. Μείωση της παραγωγής αποβλήτων (κυρίως πλαστικό και χαρτί) με την αλλαγή των καταναλωτικών συνηθειών και αγοραστικών επιλογών. Μείωση των συσκευασιών και όπου είναι δυνατό επαναχρησιμοποίηση χρήσιμων υλικών (π.χ. γυάλινες φιάλες).
6. Ανακύκλωση των πολύτιμων υλικών όπως είναι το αλουμίνιο, το γυαλί και το χαρτί (ορισμένες ποιότητες). Περιοριστικοί παράγοντες στη διαδικασία αυτή είναι, εκτός από την ποιότητα, το κόστος συλλογής και διαχωρισμού των υλικών και η διάθεση στην αγορά. Για τον σκοπό αυτό θα απαιτηθεί κατάλληλη ενημέρωση των πολιτών και θέσπιση κινήτρων.
7. Θερμική επεξεργασία υλικών που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή ανακυκλωθούν και έχουν υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο, με σκοπό την ανάκτηση ενέργειας. Γενικά, αν διαχωρίσουμε τα οργανικά, τα εναπομείναντα υλικά μπορούν να υποστούν θερμική επεξεργασία αφού παρουσιάζουν υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο ($>20.000\text{KJ/Kg}$) και χαμηλή υγρασία ($\sim 10\%$). Από την άλλη πλευρά, περιοριστικός παράγοντας στη διεργασία αυτή είναι η απαίτηση για συνεχή τροφοδοσία της εγκατάστασης με απορρίμματα, αφού μια ενδεχόμενη διακοπή (μηχανική βλάβη, μειωμένες ποσότητες, απεργία εργατών αποκομιδής) θα οδηγούσε σε δυσλειτουργία του συστήματος. Επισημαίνουμε εδώ την έλλειψη τεχνογνωσίας στην

Ελλάδα σχετικά με την εγκατάσταση και κυρίως την λειτουργία τέτοιων εγκαταστάσεων, με αποτέλεσμα μια ενδεχόμενη μηχανική βλάβη να προκαλέσει την διακοπή της λειτουργίας μέχρι την επισκευή από έμπειρο τεχνικό.

8. Βιολογική επεξεργασία (βιοσταθεροποίηση) των οργανικών που διαχωρίζονται από τα ανακυκλώσιμα υλικά με σκοπό την παραγωγή βελτιωτικού εδάφους. Το ξηροθερμικό κλίμα της Κρήτης έχει ως αποτέλεσμα η περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ουσία να κυμαίνεται συνήθως σε χαμηλά επίπεδα αφού δεν ευνοείται η ανάπτυξη μεγάλης φυτικής βλάστησης και η σχηματιζόμενη οργανική ουσία αποικοδομείται πολύ γρήγορα. Επομένως, η χρήση φυσικού βελτιωτικού εδάφους μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της παραγωγής και αύξηση της απόδοσης των αγροτικών καλλιεργειών. Επίσης το παραγόμενο εδαφοβελτιωτικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό επικάλυψης κατά την περιβαλλοντική αποκατάσταση των χώρων διάθεσης απορριμμάτων της περιοχής. Κρίσιμος παράγοντας φυσικά είναι η ποιότητα και η τιμή του παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού και ο βαθμός αποδοχής από τους αγρότες.

9. Τελική διάθεση των υπόλοιπων υλικών που δεν μπορούν να επεξεργαστούν με άλλο τρόπο σε χώρο υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (XYTY).

Το ζητούμενο στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση Απορριμμάτων είναι η σωστή συναρμογή των συστημάτων συλλογής με τα συστήματα επεξεργασίας των διαχωρισμένων υλικών και των υπολειμμάτων. Δηλαδή η επιλογή της καλύτερης μεθόδου επεξεργασίας όσον αφορά το βαθμό απόδοσης δεν κρίνεται βιώσιμη αν δεν προηγείται ένα σωστό σύστημα συλλογής και μεταφοράς στον τόπο επεξεργασίας.

Αυτό που έχει επίσης σημασία είναι η συνολική ικανότητα του συστήματος συλλογής και διαχείρισης να ανταποκρίνεται σε αλλαγές στη σύνθεση και στο κόστος επεξεργασίας των απορριμμάτων.

Οι παραπάνω προτάσεις περιλαμβάνονται στο διάγραμμα ροής του συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων για την περιοχή μελέτης όπως αυτό παρουσιάζεται στην συνέχεια (Σχήμα 9-1 και Σχήμα 9-2). Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι στην πρόταση αυτή δεν λαμβάνονται υπόψη οι παράμετροι που απαιτούνται για την επιλογή της βέλτιστης μεθόδου διαχείρισης των απορριμμάτων της περιφέρειας Κρήτης. Άλλωστε αυτό δεν ήταν ο σκοπός αυτής της εργασίας.

Το σύστημα αυτό (Σχήμα 9-1 και Σχήμα 9-2), συνδυάζει τη βιολογική επεξεργασία των οργανικών, την ανακύκλωση των ανακυκλώσιμων υλικών και τη θερμική επεξεργασία με σκοπό τη μείωση των ποσοτήτων και την παραγωγή ενέργειας. Σημαντικό στοιχείο του συστήματος είναι οι αρκετά μειωμένες ποσότητες που καταλήγουν για εδαφική διάθεση (XYTY) σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση που όλες οι παραγόμενες ποσότητες απορριμμάτων καταλήγουν σε ΧΥΤΑ/ΧΔΑ. Με το σύστημα αυτό μόνο το 38% κ.β. των παραγόμενων απορριμμάτων απαιτεί εδαφική διάθεση.

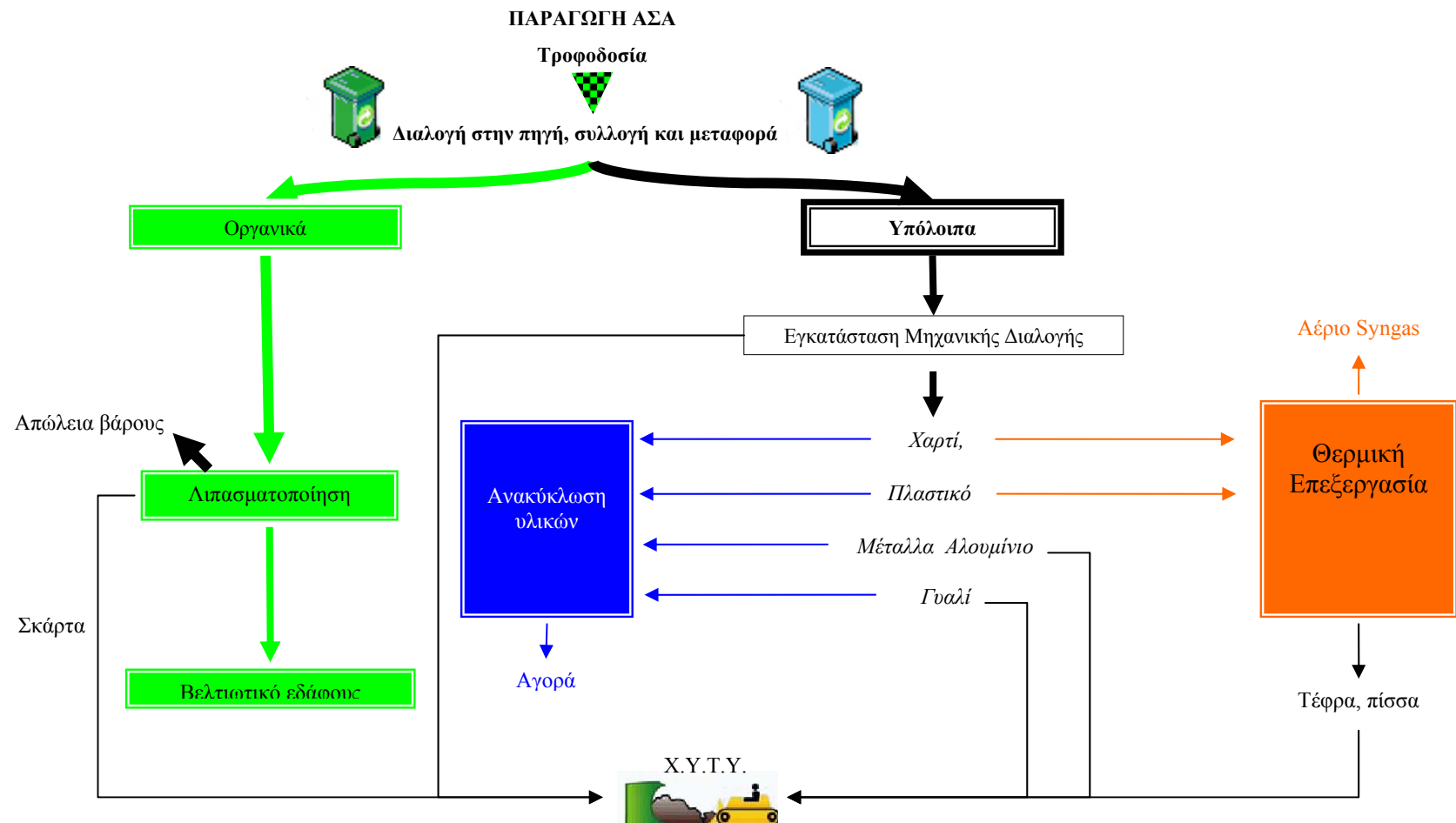
Μια σειρά διευκρινήσεις (Πίνακας 9-1) πρέπει να γίνουν στο σημείο αυτό για τον τρόπο που υπολογίστηκαν τα διάφορα ρεύματα εκτροπής.

1. Η απώλεια βάρους κατά τη λιπασματοποίηση και τα σκάρτα προς τον ΧΥΤΥ σύμφωνα με τη βιβλιογραφία [2, 9, 37] θεωρήθηκαν αντίστοιχα 40% και 20% κ.β. των οργανικών.
2. Το ποσοστό ανάκτησης από την εγκατάσταση μηχανικής διαλογής θεωρήθηκε ίσο με 70%, ποσοστό που εμφανίζεται και στη βιβλιογραφία [2, 9, 37].
3. Το ποσοστό ανακύκλωσης χαρτιού θεωρήθηκε ίσο με 30% κ.β. του συνολικά συλλεγόμενου χαρτιού ενώ το ποσοστό ανακύκλωσης του πλαστικού θεωρήθηκε ίσο με 10%, σύμφωνα με τους ποσοτικούς στόχους της ΕΕΑΑ [73].
4. Για τα μέταλλα (και το αλουμίνιο) χρησιμοποιήθηκε ποσοστό ανακύκλωσης ίσο με 70%. Για την επιλογή της τιμής αυτής λήφθηκαν υπόψη τόσο οι στόχοι που έχει θέσει η ΕΕΑΑ [73] όσο και τα αποτελέσματα από άλλες μελέτες του ελληνικού χώρου [37].

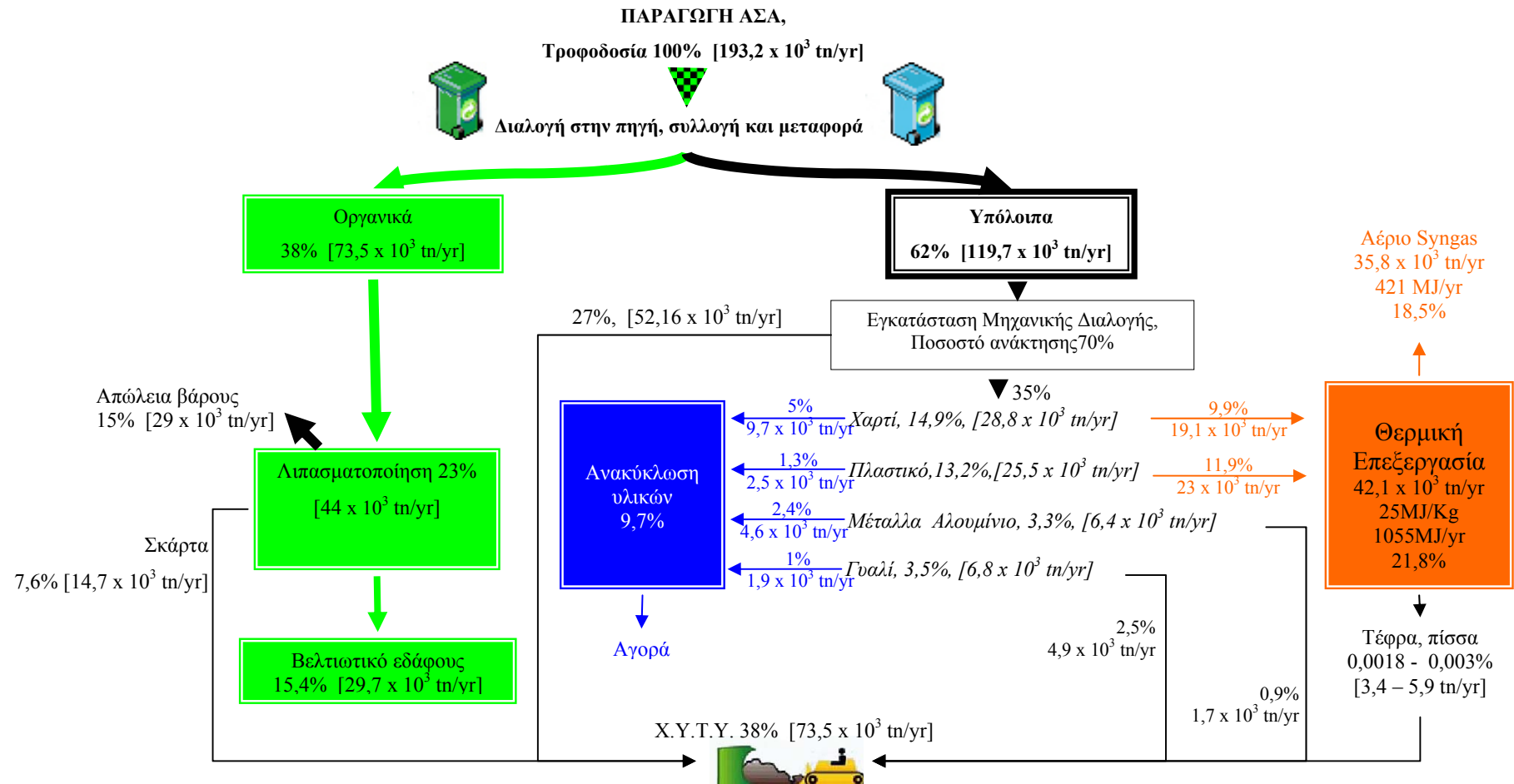
5. Το ποσοστό ανακύκλωσης για το γυαλί θεωρήθηκε ίσο με ~30%. Η τιμή αυτή έρχεται σε συμφωνία με τιμές από διάφορες πιλοτικές μονάδες ανακύκλωσης στην Ελλάδα [74].
6. Οι ποσότητες του χαρτιού και του πλαστικού που δεν ανακυκλώνονται κατευθύνονται προς τη θερμική επεξεργασία. Για τον υπολογισμό του ενεργειακού περιεχομένου του μίγματος χαρτιού-πλαστικού χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές ΚΘΔ που υπολογίστηκαν από την ενεργειακή ανάλυση των απορριμμάτων της παρούσας μελέτης. Οι τιμές του παραγόμενου αερίου (syngas) και των στερεών υπολειμμάτων (τέφρα, πίσσα) είναι ενδεικτικές και υπολογίστηκαν σύμφωνα με πραγματικές εφαρμογές μονάδων αεριοποίησης RDF στον ευρωπαϊκό χώρο [75].

Πίνακας 9-1. Υποθέσεις εργασίας για τον υπολογισμό ρευμάτων εκτροπής των ΑΣΑ

Παράμετρος	Υπόθεση	Βιβλιογραφία
Απώλεια βάρους λιπασματοποίησης	40 % κ.β.	[2], [9], [37]
Σκάρτα (λιπασματοποίησης) προς ΧΥΤΥ	20 % κ.β.	[2], [9], [37]
Ποσοστό ανάκτησης εγκατάστασης μηχανικής διαλογής	70 %	[2], [9], [37]
Ποσοστό ανακύκλωσης χαρτιού	30 % κ.β.	[73]
Ποσοστό ανακύκλωσης πλαστικού	10 % κ.β.	[73]
Ποσοστό ανακύκλωσης μετάλλων	70 % κ.β.	[73], [74]
Ποσοστό ανακύκλωσης γυαλιού	30 % κ.β.	[74]
Θερμογόνος δύναμη μίγματος χαρτί-πλαστικό	25 MJ/Kg	Εργαστηριακά αποτελέσματα
Παραγωγή αερίου syngas	0,85 Kg / kg RDF	[75]
Παραγωγή στερεών υπολειμμάτων θερμικής επεξεργασίας	80 – 140 g / kg RDF	[75]

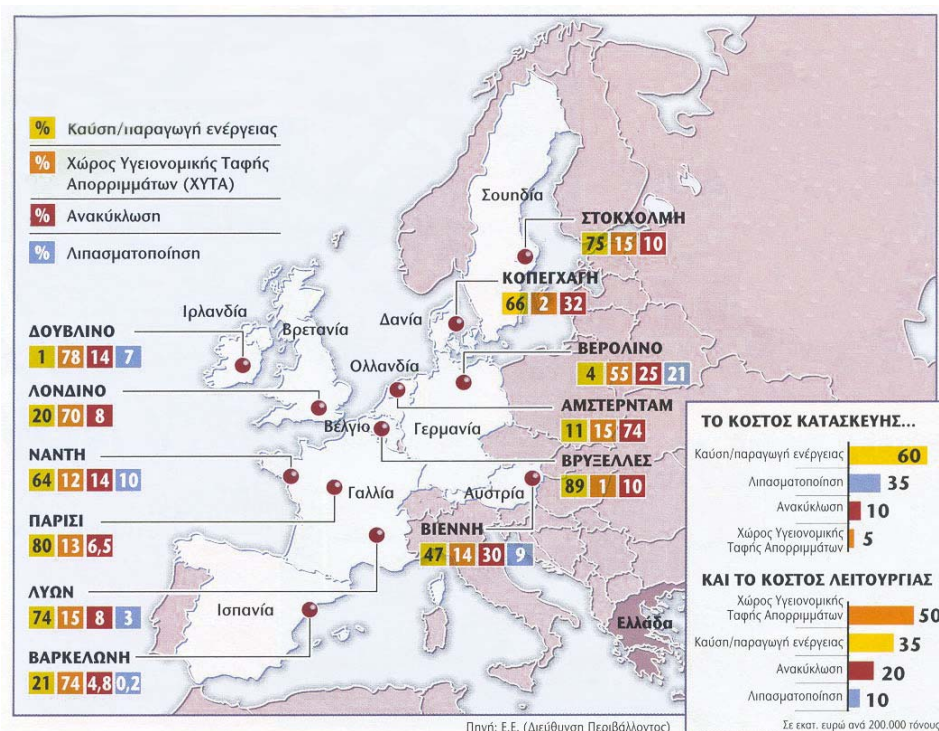


Σχήμα 9-1. Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Απορριμμάτων (διάγραμμα ροής).



Σχήμα 9-2. Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Απορριμμάτων (διάγραμμα ροής + ποσότητες υλικών).

Για να μπορέσει κάποιος να προχωρήσει στις απαραίτητες συγκρίσεις με τον ευρωπαϊκό χώρο, παρατίθεται στην συνέχεια η υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης ΑΣΑ στις διάφορες χώρες της Ευρώπης (Σχήμα 9-3). Η αντίστοιχη υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα δίνεται στο σχήμα. Από την σύγκριση των δύο σχημάτων γίνεται αντιληπτή η ανάγκη άμεσης αναμόρφωσης του συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων στην Ελλάδα στα πρότυπα των άλλων ευρωπαϊκών χωρών.



Σχήμα 9-3. Διαχείριση ΑΣΑ στις ευρωπαϊκές χώρες

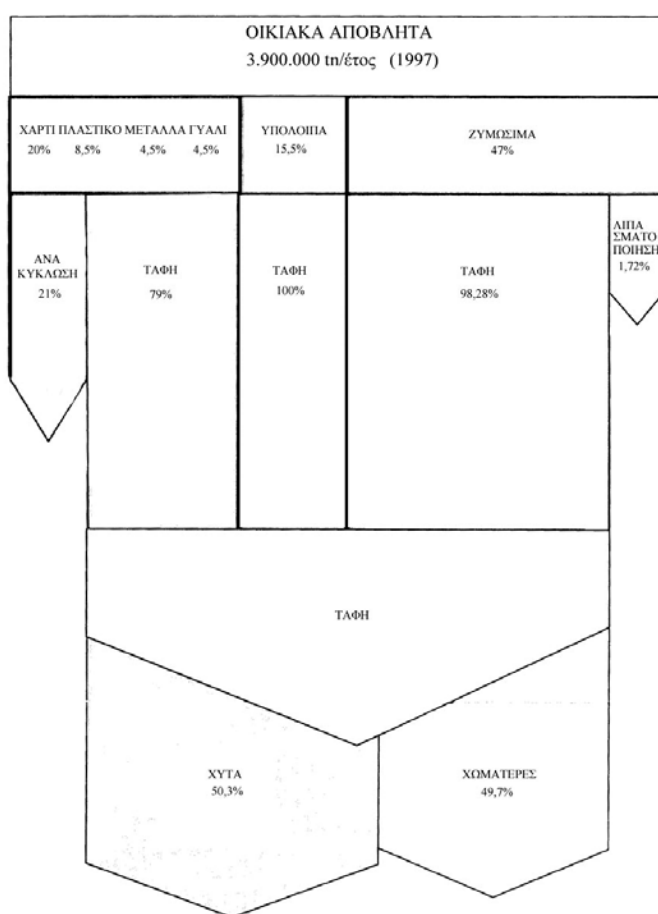
Τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης αποτελούν το υπόβαθρο για έναν σωστό σχεδιασμό και επιλογή των κατάλληλων τεχνικών συλλογής, μεταφοράς επεξεργασίας και διάθεσης των αστικών στερεών απορριμμάτων της περιοχής μελέτης.

Ο γενικός στόχος κάθε συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης απορριμμάτων, είναι η «καλύτερη» διάθεση των απορριμμάτων λαμβάνοντας υπόψη τις παρακάτω τέσσερις (4) παραμέτρους [71]:

- Βέλτιστη χρήση της πολιτικής περιβάλλοντος.
- Μικρότερη οικολογική επιβάρυνση.

- Βέλτιστη οικονομικότητα.
- Καλή εφαρμογή της τεχνολογίας.

Η κοινοτική στρατηγική για τα απορρίμματα²² θεσπίζει μια ιεραρχική σειρά προτίμησης για τις επιλογές διαχείρισης των απορριμμάτων, ως εξής: ελαχιστοποίηση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση υλικών, ανάκτηση ενέργειας και ασφαλής διάθεση, η οποία βασίζεται στα αποτελέσματα που έχουν οι εν λόγω επιλογές ως προς την επίτευξη του στόχου της αειφορίας²³.



Σχήμα 9-4. Υφιστάμενη διαχείριση στην Ελλάδα (1997)

²² Όπως ορίζεται στην ανακοίνωση της Επιτροπής για την αναθεώρηση της κοινοτικής στρατηγικής για τη διαχείριση στερεών απορριμμάτων[COM(97) 399 τελικό της 30.7.1996].

²³ Ψήφισμα του Συμβουλίου για την πολιτική στερεών απορριμμάτων (ΕΕ C76 της 11.3.1997, σ. 1).

Όμως, η ιεραρχία αυτή είναι περισσότερο μια απλουστευτική πρόταση, παρά αποτέλεσμα τεκμηριωμένης ανάλυσης του εσωτερικού (οικονομικό) και του εξωτερικού κόστους (περιβαλλοντικές επιπτώσεις) κάθε μιας εναλλακτικής.

Επομένως, η δυνατότητα και ο βαθμός χρήσης κάθε μιας από τις εναλλακτικές επεξεργασίας των απορριμμάτων πρέπει να κριθεί μέσα από μια ανάλυση κόστους – οφέλους αυτών, σύμφωνα και με τις απαιτήσεις της κοινοτικής νομοθεσίας και την αντίστοιχη ευρωπαϊκή εμπειρία. Η ανάλυση πρέπει να συνοδεύεται και από την οικονομική αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κάθε εναλλακτικής με τη βοήθεια της «ανάλυσης του κύκλου ζωής» (Life – Cycle Analysis, LCA).

Μια τέτοια σύγκριση μπορεί να γίνει μεταξύ παραμέτρων όπως: κατανάλωση ενέργειας και υλικών, ενδεχόμενες κλιματικές αλλαγές (π.χ. όξινη βροχή, αέρια θερμοκηπίου), εκπομπές αερίων και υγρών ρύπων, παραγωγή στερεών αποβλήτων, εκπομπές θορύβου και αλλοίωση τοπίου. Επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζει η αποτίμηση των επιπτώσεων κάθε μεθόδου διαχείρισης στις κοινωνικές δομές και στις δυνατότητες ανάπτυξης κάθε τοπικής κοινωνίας. Θεωρείται ακόμη επιθυμητή η αποτίμηση της δυνατότητας συνδυασμένης χρήσης τεχνικών αποκατάστασης χώρων διάθεσης απορριμμάτων με τις μεθόδους ολοκληρωμένης διαχείρισης των απορριμμάτων.

Οι μέχρι τώρα παρόμοιες μελέτες, αν και δίνουν μια γενική εικόνα της περιβαλλοντικής επίδοσης κάθε εναλλακτικής διαχείρισης των απορριμμάτων, δυστυχώς δεν έχουν ως στόχο το σχεδιασμό ενός συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων σε επίπεδο περιφέρειας.

Ιδιαίτερα για την περιφέρεια Κρήτης τα παρακάτω στοιχεία είναι χρήσιμα πρόσθετα κριτήρια στην αποτίμηση της περιβαλλοντικής επίδοσης κάθε εναλλακτικής.

1. Η συχνότητα συλλογής των απορριμμάτων
2. Η πληθυσμιακή πυκνότητα
3. Η προθυμία των πολιτών να πληρώσουν το κόστος της διαχείρισης

4. Το ποσοστό συμμετοχής των πολιτών σε ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης
5. Η αύξηση των ανακυκλώσιμων υλικών κατά την τουριστική περίοδο
6. Η συμμετοχή των τουριστών στο πρόγραμμα ανακύκλωσης
7. Το ποσοστό των ανακυκλώσιμων υλικών στο σύνολο των απορριμμάτων
8. Το ποσοστό των οργανικών υλικών στα απορρίμματα
9. Η γεωγραφική απομόνωση συγκεκριμένων περιοχών (Σητεία)
10. Τα ιδιαίτερα τοπικά χαρακτηριστικά κάθε νομού (τουρισμός, θερμοκηπιακές καλλιέργειες)
11. Τα υδρογεωλογικά δεδομένα (υδροφορείς, μεταφορά ρυπαντών)
12. Οι ήπιες κλιματικές συνθήκες (υψηλές μέσες ετήσιες θερμοκρασίες)
13. Η ανεργία
14. Η δυνατότητα χρήσης της ενέργειας από τη θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων
15. Η δυνατότητα διάθεσης του εδαφοβελτιωτικού
16. Η δυνατότητα διάθεσης των ανακτημένων υλικών σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας
17. Η ανάγκη για χρονική μετάθεση της απαίτησης για κατασκευή νέων ΧΥΤΥ (αντιδράσεις κατοίκων, αυξημένο κόστος γης, περιορισμένες εκτάσεις)
18. Η προστασία πολλών περιοχών φυσικού κάλλους (natura)
19. Η προστασία αρκετών αρχαιολογικών χώρων
20. Το περιορισμένο οδικό δίκτυο, διαθέσιμο για μεταφορές
21. Η εκμετάλλευση και χρήση του κύρους που δίνει η περιβαλλοντική πιστοποίηση συστημάτων διαχείρισης των απορριμμάτων (ISO14000), για τουριστική προβολή.

Τέλος, η καταγραφή της σύνθεσης των απορριμμάτων σε επίπεδο περιφέρειας πρέπει να διεξάγεται τακτικά ώστε να αναπτυχθεί μια αξιόπιστη βάση δεδομένων. Η διαθεσιμότητα στοιχείων σύνθεσης για σειρά ετών

αποκαλύπτουν μεταβολές και μετατοπίσεις συνηθειών και επιλογών, χρήσιμες στο σχεδιασμό και εκσυγχρονισμό των συστημάτων διαχείρισης απορριμμάτων. Λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις της νομοθεσίας σχετικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων συσκευασίας, προτείνεται η ενσωμάτωση ενός συστήματος ολοκληρωμένης και δυναμικής καταγραφής δεδομένων που αφορούν στην παραγωγή και διαχείριση των απορριμμάτων αυτών.

10 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. United Nations. Glossary of environment statistics.
<http://esa.un.org/unsd/envmnt/default.asp>
2. Tchobanoglous, G. H. Theissen, and S.A. Vigil, Integrated Solid Waste Management, McGraw Hill International, 1993
3. RCRA Orientation Manual, September 2002, EPA530-R-02-016.
4. ΚΥΑ 69728/824/ ΦΕΚ 358/17-5-1996, Μέτρα και όροι για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων.
5. William J. Sim, An Italian process for handling municipal solid waste, in Peter J. Knox, Editor, Resource Recovery of Municipal Solid Wastes, American Institute of Chemical Engineers, Vol.84, No.265, 1998.
6. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, «Μελέτη για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων», Αθήνα, 1993.
7. Αριθμ. οικ: 14312/1302, ΦΕΚ 723/9-6-2000, Συμπλήρωση και εξειδίκευση της ΚΥΑ 113944/1944/1997 με θέμα «Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Γενικές Κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων)» (Β'1016/1997).
8. Απόφαση Η.Π. 50910/2727, ΦΕΚ 1909Β', 22-12-2003, «Μέτρα και όροι για την Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης»
9. Δ.Χ. Παναγιωτακόπουλος, «Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων», Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη 2002.
10. Michel Hoenig, "Inorganic analysis of solid wastes: an analyst's view-point", Trends in analytical chemistry, vol. 17, no. 5, 1998.
11. Παπαχρήστου, Ε. , Ε. Νταρακάς, Α. Μπέλλου, Α. Σφέτκος, Δ. Ιωαννίδου, Κ. Αλιβάνης, Γ. Πετρίδης, Ι. Σαββίδης, «Ποιοτική & Ποσοτική Ανάλυση των Αστικών Απορριμμάτων Θεσσαλονίκης», Πρακτικά, 1^ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Αθήνα, 28/2/2002-2/3/2002.
12. Mc Bean , E.A. Rovers, and G.J. Farquhar, Solid Waste Landfill Engineering and Design, Prentice Hall, N.J, 1995.

13. Pfeffer, J. T. "Solid Waste Management Engineering", Prentice Hall, N.J., 1992.
14. Franjo C., Palacios J., Rodriguez J. and Nunez L., (1992), Calorific value of municipal solid waste, Environ. Technol. 13, 1085-9.
15. Z. Mester, M. Angelone, C. Brunori, C. Cremisini, H. Muntau, R. Morabito, "Digestion methods for analysis of fly ash samples by atomic absorption spectrometry", Analytica Chimica Acta 395 (1999) 157-163.
16. P. Geladi, F. Adams, Anal. Chim. Acta 96 (1978) 229.
17. N.R. Mcquaker, D.F. Brown, P.D. Kluckner, Anal. Chem. 51 (1979) 1082.
18. T. Yamashige, M. Yamamoto, H. Sunahara, Analyst 114 (1989) 1071.
19. B. Pihlar, V. Lupsina, M. Horvath, Anal. Chim. Acta 243 (1991) 71.
20. H. Rausch, R. Fliszar-Baranyai, S. Sandor, I. Laszlo-Sziklai, S. Torok, E. Papp-zemplen, Sci. Total Environ. 130(131) (1993) 317.
21. L.M. Jalkanen, E.K. Hasanen, J. Anal. At. Spectrom. 11 (1996) 365.
22. A. Jakob, S. Stucki, R.P. Struis, Environ. Sci. Technol. 30 (1996) 3275.
23. A. Paudyn, R. Smith, Can. J. Appl. Spectrosc. 37 (1992) 94.
24. W. Frenzel, Fresenius' J. Anal. Chem. 340 (1991) 525.
25. Heavy Metals in Waste, Final Report, European Commission DG ENV. E3, Project ENV.E.3/ETU/2000/0058, February 2002, available online at www.europa.eu.int
26. Σκορδίλης Α., «Ελεγχόμενη Εναπόθεση Στερεών μη επικινδύνων αποβλήτων», Εκδόσεις Ίων, Αθήνα, 2001.
27. Department of the Environment, UK, National Household Waste, Analysis Project, Report No. CWM/087/94, HMSO, 1994.
28. Βουδριάς, Ε., «Τεχνολογία και Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων», Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Έκδοση Δ.Π.Θ., Ξάνθη, 2000.
29. California Integrated Waste Management Board, «Statewide Waste Characterization Study, Results and Final Report», December 1999.
30. US EPA, «CHARACTERIZATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE UNITED STATES: 1995 UPDATE», Office of Solid Waste, 1995.

31. US EPA, «Municipal Solid Waste in The United States: 2000 Facts and Figures», Office of Solid Waste and Emergency Response (5305W), EPA530-R-02-001, www.epa.gov, June 2002.
32. US EPA, «Municipal Solid Waste in The United States: 2001 Facts and Figures», Office of Solid Waste and Emergency Response (5305W), EPA530-R-03-011, www.epa.gov, October 2003.
33. Koufodimos G. and Samaras Z., 'Waste management options in southern Europe using field and experimental data', Waste Management 22 (2002) 47–59.
34. ΠΕΡΠΙΑ, «Αναλύσεις Οικιακών Απορριμμάτων με Στατιστικά παραδεκτές Μεθόδους στην ευρύτερη περιοχή Αθηνών», ΕΣΔΚΝΑ, Αθήνα 1985.
35. Παπαχρήστου Ε., Χατζηαγγέλου Η., «Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των αστικών απορριμμάτων του δήμου Ρόδου», ΑΠΘ. 1991.
36. Παρισάκης Γ. Σκορδίλης Α., Ανδριανόπουλος Α., Λώλος Θ., Ανδριανόπουλος Ι., Τσομπανίδης Χ., Λώλος Γ., «Ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση των οικιακών απορριμμάτων της Νήσου Κω», ΕΜΠ. Εργαστήριο Αναλυτικής και Ανόργανης Χημείας, Αθήνα 1991.
37. Παρισάκης Γ. Σκορδίλης Α., Ανδριανόπουλος Α., Λώλος Θ., Ανδριανόπουλος Ι., Τσομπανίδης Χ., Λώλος Γ., «Ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση των οικιακών απορριμμάτων του δήμου Χανίων Κρήτης», ΕΜΠ. Εργαστήριο Αναλυτικής και Ανόργανης Χημείας, Αθήνα 1990.
38. Παρισάκης Γ. Σκορδίλης Α., Ανδριανόπουλος Α., Λώλος Θ., Ανδριανόπουλος Ι., Τσομπανίδης Χ., Λώλος Γ., «Μέτρηση φυσικοχημικών χαρακτηριστικών απορριμμάτων δήμου Καλαμάτας. Εκτίμηση σε σχέση με την δυνατότητα παραγωγής βελτιωτικού εδάφους», ΕΜΠ. Εργαστήριο Αναλυτικής και Ανόργανης Χημείας, Αθήνα 1992.
39. Name, Fame and Shame' Seminar on Landfills, Environmental impact of waste generation, 1 October 2002, Brussels, Gordon McInnes, Interim Executive Director, European Environment Agency.
40. European Committee for Standardization, EN 643 – The European List of Standard Grades of Recovered Paper and Board (2001 Revision), CEN/TC 172, details are available on the CEN website: <http://www.cenorm.be>

41. Αρβανίτης Ι. και Παπαμαρκάκης Μ. (1995), Διερεύνηση μεθόδων συλλογής – διαλογής και μηχανικής επεξεργασίας οικιακών απορριμμάτων, Διπλωματική εργασία, Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Α.Π.Θ.
42. Νόμος 2939/2001 ΦΕΚ Α' 179/ 6.08.2001 «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων, Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων, (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις».
43. ΥΠΕΧΩΔΕ, 'Μελέτη για τις συσκευασίες στην Ελλάδα' Ανάδοχοι Χ. Τσιλιγιάννης, Β. Μαλιώκας & Συνεργάτες ΕΠΕ, Αθήνα 2001.
44. Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Κύπρου, 'Παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών για την εγκαθίδρυση συστήματος διαχείρισης των υλικών συσκευασίας και των αποβλήτων τους', Ενδιάμεση έκθεση (ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης), Ανάδοχος Environmental Management Consultants Ltd, Εργαστήριο Γενικής Χημείας ΕΜΠ, 2001.
45. European Packaging Waste Management Systems, European Commission DGXI.E.3, Argus in association with ACR and Carl Bro Ajs, Final Report - February 2001.
46. Παναγιωτακόπουλος Χ., «Σχεδιασμός Συστήματος Χουμοποίησης ΑΣΑ», Διπλ. Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δ.Π.Θ, Ξάνθη, 1997.
47. Rynk R. et al. 1992. On Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Available from NRAES, Cooperative Extension, 152 Riley-Robb Hall, Ithaca, NY 14853-5701, (607) 255-7654.
48. González-Vila, F. J.; Almendros, G.; Madrid, F.(1999), Molecular alterations of organic fractions from urban waste in the course of composting and their further transformation in amended soil, The Science of the Total Environment, Vol. 236, pp. 215 - 229.
49. Cobb, K. And J. Rosenfield, Municipal Compost Management, Cornell Waste Management Institute, Ithaca, New York, 1991.
50. Παπαδημητρίου, Ε.Κ., Κομποστοποίηση Απορριμμάτων, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δ.Π.Θ. Ιούνιος 1993.

-
51. Decision-Makers Guide to Solid Waste Management, Volume II, (EPA /530-R-95-023), 1995.
52. ΚΥΑ 114218 ΦΕΚ Β' 1016/17.11.97 «Κατάρτιση πλαισίου Προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων».
53. Vallini G.K. (1992), Recovery and disposal of the organic fraction of municipal solid waste by means of combined anaerobic and aerobic bio-treatment, Proceedings of International Symposium on Anaerobic Digestion of Solid Waste, Venice, Italy.
54. Οδηγία 2000/76/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 4^{ης} Δεκεμβρίου 2000 για την αποτέφρωση των αποβλήτων, 2000L0076 — EL — 28.12.2000.
55. DS-Documents, Edition 3: Treatment of Municipal Waste in Germany, Thermal and Mechanical-Biological Treatment, Published by Der Grüne Punkt – Duales System Deutschland Aktiengesellschaft, 5/2003, available online at [www](http://www.dsp.de).
- 56 . Γιδαράκος Ευάγγελος, «Διάθεση και Επεξεργασία Τοξικών και Επικινδύνων Αποβλήτων», Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα: Έλεγχος Ποιότητας και Διαχείριση Περιβάλλοντος, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά 2003.
57. T.E. Butt, K.O.K. Oduyemi, “A holistic approach to Concentration Assessment of hazards in the risk assessment of landfill leachate”, Environment International 28 (2003) 597– 608, available online at www.sciencedirect.com
58. Moriarty F. Ecotoxicology: the study of pollutants in ecosystems. 2nd ed. Padstow: TJ Press; 1993.
59. Mutasem El-Fadel, Angelos N. Findikakis and James O. Leckie, “Environmental Impacts of Solid Waste Landfilling”, Journal of Environmental Management (1997) 50, 1–25.
60. Shen, T. T., Nelson, T. P. and Schmidt, C. E. (1990). Assessment and control of VOC emissions from waste disposal facilities. CRC Critical Reviews in Environmental Control, 20, 43–76
61. ΚΥΑ 29407/3508, ΦΕΚ 1572Β', 16-12-2002, «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων»

62. Evaluation of costs and benefits for the achievement of reuse and recycling targets for the different packaging materials in the frame of the packaging and packaging waste directive 94/62/EC, –Final consolidated report, RDC-Environment & Pira International, March 2003.
63. ΕΜΠ, ‘Αξιολόγηση των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών και τεχνολογιών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, με εφαρμογή στα νησιά του Αιγαίου’, 1999.
64. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Χανίων, «Σχέδιο Διαχείρισης Απορριμμάτων Νομού Χανίων», Τεχνικό Επιμελητήριο, Τμήμα Δυτικής Κρήτης, Χανιά 1999.
65. Οργανισμός Ανάπτυξης Ανατολικής Κρήτης (ΟΑΝΑΚ), Σύμβουλος Μελετητής Παρασκευόπουλος – Γεωργιάδης ΕΠΕ, «Ολοκληρωμένος Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων στην Περιφέρεια Κρήτης», Περιφερειακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Κρήτης 1994-1999, Οκτώβριος 2000.
66. Ministry for the Environment, New Zealand, “Solid Waste Analysis Protocol”, ISBN 0-478-24058-9, March 2002, www.mfe.govt.nz.
67. U.S. Environmental Protection Agency, «Environmental Investigations Standard Operating Procedures and Quality Assurance Manual», November 2001, www.epa.gov/region4/sesd/eisopqam/eisopqam.html.
68. EPA, “RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance Planning, Implementation, and Assessment”, EPA530-D-02-002, August 2002, www.epa.gov/osw.
69. Συμπεράσματα συνεδρίου «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων για Βιώσιμη Ανάπτυξη τον 21^ο αιώνα», Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Απορριμμάτων ΕΕΔΣΑ, 28 Φεβρουαρίου-1 Μαρτίου 2002, Αθήνα.
70. Gruneklee CE. Development of composting in Germany. In: Stentiford EI, editor. Organic Recovery and Biological Treatment into the Next Millennium. Orbit 97 Conference Proceedings. Harrogate,UK, 1997. pp. 313–316.
71. Παρισάκης Γ. Σκορδίλης Α., Ανδριανόπουλος Α., Λώλος Θ., Ανδριανόπουλος Ι., Τσομπανίδης Χ., Λώλος Γ., «Επιλογή της βέλτιστης μεθόδου διάθεσης και αξιοποίησης απορριμμάτων βόρειου άξονα νομού Χανίων», Ε.Μ.Π., Εργαστήριο Ανόργανης – Αναλυτικής Χημείας, Αθήνα, 1991.
72. Inger E. Brisson, «Assessing the Waste Hierarchy - a Social Cost-Benefit Analysis of Municipal Solid Waste Management in the European Union», Institute of

Local Government Studies, AKF Forlaget., available online at www.akf.dk, April 1997.

73. Δημερίδα: «Εναλλακτική Διαχείριση Συσκευασιών Και Άλλων Προϊόντων: ο ρόλος των επιχειρήσεων» ΕΒΕΑ, 15 Απριλίου 2003, Αθήνα.

74. E. Diamadopoulos , Y. Koutsantonakis, V. Zaglara, «Optimal design of municipal solid waste recycling systems», Resources, Conservation and Recycling, 14 (1995) 21-34.

75. Thermal methods of municipal waste treatment, C-Tech Innovation Ltd, 2003, available online at www.capenhurst.com.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Πίνακας 1. Εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων ν. Ρεθύμνης.....	1
Πίνακας 2. Εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων ν. Ηρακλείου.....	8
Πίνακας 3. Εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων ν.Λασιθίου	18
Πίνακας 4. Πληρότητα ξενοδοχειακών καταλυμάτων % ανά μήνα (Πηγή: ΕΟΤ, 2003).....	23
Πίνακας 5. Χωροταξικός πίνακας δυναμικότητας σε κλίνες ν. Ρεθύμνης (στοιχεία ΕΟΤ 2002).....	24
Πίνακας 6. Χωροταξικός πίνακας δυναμικότητας σε κλίνες ν. Ηρακλείου (στοιχεία ΕΟΤ 2002).....	25
Πίνακας 7. Χωροταξικός πίνακας δυναμικότητας σε κλίνες ν. Λασιθίου (στοιχεία ΕΟΤ 2002).....	26
Πίνακας 8. Μετρήσεις ειδικού βάρους στο πεδίο ((1 ^η φάση, 15/9/2003-31/10/2003).	27
Πίνακας 9. Μετρήσεις ειδικού βάρους στο πεδίο (2 ^η φάση, 17/11/2003-23/1/2004).....	27
Πίνακας 10. Προσεγγιστική Ανάλυση των ΑΣΑ της περιφ. Κρήτης (1η φάση, 15/9/2003-31/10/2003).....	28
Πίνακας 11. Προσεγγιστική Ανάλυση των ΑΣΑ της περιφ. Κρήτης (2η φάση, 17/11/2003-23/1/2004).....	28
Πίνακας 12. Στοιχειακή ανάλυση και ανάλυση ενεργειακού περιεχομένου των ΑΣΑ της περιφ. Κρήτης (1η φάση, 15/9/2003-31/10/2003).....	29
Πίνακας 13. Στοιχειακή ανάλυση και ανάλυση ενεργειακού περιεχομένου των ΑΣΑ της περιφ. Κρήτης (2η φάση, 17/11/2003-23/1/2004).....	30

Πίνακας 1. Εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων ν. Ρεθύμνης.

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
1	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	31687	31147	11369	10940	2297	46296	15033
1.1	Δ.Δ. Όρους	81	65	24			71	26
1.2	Δ.Δ. Αρμένων	588	470	172			517	189
1.3	Δ.Δ. Γουλεδιανών	135	108	39			119	43
1.4	Δ.Δ. Καρές	190	152	55			167	61
1.5	Δ.Δ. Καστέλλου	97	78	28			85	31
1.6	Δ.Δ. Κούμων	173	138	51			152	56
1.7	Δ.Δ. Μαρουλά	218	174	64			192	70
1.8	Δ.Δ. Πρασίων	115	92	34			101	37
1.9	Δ.Δ. Ρεθύμνης	28987	28987	10580	10940	2297	43920	14165
1.10	Δ.Δ. Ρουσσοσπιτίου	374	299	109			329	120
1.11	Δ.Δ. Σελλίου	247	198	72			217	79
1.12	Δ.Δ. Χρομοναστηρίου	482	386	141			424	155
2	ΑΝΩΓΕΙΩΝ	4812	3850	1405			4235	1546
2.1	Δ.Δ. Ανωγείων	2507	2006	732			2206	805
2.2	Δ.Δ. Αζού	727	582	212			640	234
2.3	Δ.Δ. Ζωνιανών	1578	1262	461			1389	507
3	ΑΡΚΑΔΙΟΥ	5644	4515	1648	7053	1481	12725	3442
3.1	Δ.Δ. Άδελε	1059	847	309	4110	863	5453	1290
3.2	Δ.Δ. Έρφων	512	410	150			451	164
3.3	Δ.Δ. Αμνάτου	222	178	65			195	71
3.4	Δ.Δ. Αρχαίας Ελευθέρας	100	80	29			88	32

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
<i>(Πριμνέ)</i>								
3.5	Δ.Δ. Ελευθέρνης	237	190	69			209	76
3.6	Δ.Δ. Κυριάννας	331	265	97			291	106
3.7	Δ.Δ. Μέσης	362	290	106	30	6	351	123
3.8	Δ.Δ. Παγκαλοχωρίου	412	330	120	346	73	744	212
3.9	Δ.Δ. Πηγής	652	522	190	890	187	1552	415
3.10	Δ.Δ. Πρίνου	526	421	154	982	206	1543	396
3.11	Δ.Δ. Σκουλουφίων	204	163	60			180	66
3.12	Δ.Δ. Χαμαλευρίου	865	692	253	696	146	1526	439
3.13	Δ.Δ. Χαρκίων	162	130	47			143	52
4	ΓΕΡΟΠΟΤΑΜΟΥ	8323	6658	2430	2653	557	10242	3286
4.1	Δ.Δ. Αγ. Μάμαντος	653	522	191			575	210
4.2	Δ.Δ. Αγγελιανών	691	553	202			608	222
4.3	Δ.Δ. Αλφάς	431	345	126			379	138
4.4	Δ.Δ. Αχλαδέ	193	154	56			170	62
4.5	Δ.Δ. Καλανδαρές	29	23	8			26	9
4.6	Δ.Δ. Μαργαριτών	715	572	209			629	230
4.7	Δ.Δ. Μελιδονίου	857	686	250	1132	238	1999	537
4.8	Δ.Δ. Μελισσουργακίου	44	35	13	9	2	48	16
4.9	Δ.Δ. Ορθέ	173	138	51			152	56
4.10	Δ.Δ. Πανόρμου	992	794	290	1464	307	2484	657
4.11	Δ.Δ. Πασαλιτών	46	37	13			40	15
4.12	Δ.Δ. Περάματος	1650	1320	482	48	10	1505	541
4.13	Δ.Δ. Ρουμελής	427	342	125			376	137

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
4.14	Δ.Δ. Σισών	560	448	164			493	180
4.15	Δ.Δ. Σκεπαστής	242	194	71			213	78
4.16	Δ.Δ. Χουμερίου	620	496	181			546	199
5	ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑ	5949	4759	1737	8	2	5244	1913
5.1	Δ.Δ. Αϊμονα	355	284	104			312	114
5.2	Δ.Δ. Αγ. Ιωάννου Μυλοποτάμου	68	54	20			60	22
5.3	Δ.Δ. Αγιάς	308	246	90			271	99
5.4	Δ.Δ. Αλοίδων	314	251	92			276	101
5.5	Δ.Δ. Απλαδιανών	337	270	98			297	108
5.6	Δ.Δ. Βενίου	350	280	102			308	112
5.7	Δ.Δ. Γαράζου	712	570	208			627	229
5.8	Δ.Δ. Δαμαβόλου	224	179	65			197	72
5.9	Δ.Δ. Δοξαρού	298	238	87			262	96
5.10	Δ.Δ. Επισκοπής	376	301	110	8	2	340	123
5.11	Δ.Δ. Θεοδώρας	56	45	16			49	18
5.12	Δ.Δ. Καλύβου	408	326	119			359	131
5.13	Δ.Δ. Κρυονερίου	165	132	48			145	53
5.14	Δ.Δ. Λιβαδίων	1775	1420	518			1562	570
5.15	Δ.Δ. Χώνου	203	162	59			179	65
6	ΚΟΥΡΗΤΩΝ	2703	2162	789			2379	868
6.1	Δ.Δ. Αγ. Παρασκευής	88	70	26			77	28
6.2	Δ.Δ. Αγ. Ιωάννου Αμαρίου	109	87	32			96	35
6.3	Δ.Δ. Αποδούλου	205	164	60			180	66

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
6.4	Δ.Δ. Βιζαρίου	88	70	26			77	28
6.5	Δ.Δ. Κουρουτών	124	99	36			109	40
6.6	Δ.Δ. Λαμπιωτών	96	77	28			84	31
6.7	Δ.Δ. Λοχριάς	302	242	88			266	97
6.8	Δ.Δ. Νιθαύρεως	320	256	93			282	103
6.9	Δ.Δ. Πετροχωρίου	153	122	45			135	49
6.10	Δ.Δ. Πλατάνου	504	403	147			444	162
6.11	Δ.Δ. Πλατανίων	206	165	60			181	66
6.12	Δ.Δ. Φουρφουρά	508	406	148			447	163
7	ΛΑΜΠΗΣ	6173	4938	1803	1444	303	7020	2316
7.1	Δ.Δ. Αγ. Γαλήνης	1273	1018	372	1379	290	2637	727
7.2	Δ.Δ. Ακουμίων	625	500	183			550	201
7.3	Δ.Δ. Αρδάκτου	216	173	63			190	69
7.4	Δ.Δ. Δριμίσκου	56	45	16			49	18
7.5	Δ.Δ. Καρινών	258	206	75			227	83
7.6	Δ.Δ. Κεντροχωρίου	156	125	46			137	50
7.7	Δ.Δ. Κεραμέ	345	276	101	6	1	310	112
7.8	Δ.Δ. Κισσού	180	144	53			158	58
7.9	Δ.Δ. Κρύας Βρύσης	184	147	54			162	59
7.10	Δ.Δ. Λαμπινής	171	137	50	19	4	171	59
7.11	Δ.Δ. Μελάμπων	909	727	265			800	292
7.12	Δ.Δ. Μουρνές	291	233	85			256	93
7.13	Δ.Δ. Μυζόρρουμα	395	316	115			348	127
7.14	Δ.Δ. Ορνές	77	62	22			68	25

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
7.15	Δ.Δ. Σακτουρίων	331	265	97	18	4	311	110
7.16	Δ.Δ. Σπηλίου	706	565	206	23	5	646	232
8	ΛΑΪΠΠΑΙΩΝ	2628	2102	767			2313	844
8.1	Δ.Δ. Αργυρουπόλεως	402	322	117			354	129
8.2	Δ.Δ. Αρχοντικής	268	214	78			236	86
8.3	Δ.Δ. Βιλανδρέδου	233	186	68			205	75
8.4	Δ.Δ. Επισκοπής	783	626	229			689	251
8.5	Δ.Δ. Κάτω Πόρου	68	54	20			60	22
8.6	Δ.Δ. Καρωτής	273	218	80			240	88
8.7	Δ.Δ. Κούφης	144	115	42			127	46
8.8	Δ.Δ. Μυριοκεφάλων	457	366	133			402	147
9	ΝΙΚΗΦΟΡΟΥ ΦΩΚΑ	6599	5279	1927	216	45	6045	2170
9.1	Δ.Δ. Άνω Βαλσαμονέρου	196	157	57			172	63
9.2	Δ.Δ. Αγ. Κωνσταντίνου	276	221	81			243	89
9.3	Δ.Δ. Ατσιποπούλου	2435	1948	711	142	30	2299	815
9.4	Δ.Δ. Γερανίου	697	558	204	75	16	696	241
9.5	Δ.Δ. Γωνιάς	594	475	173			523	191
9.6	Δ.Δ. Ζουριδίου	120	96	35			106	39
9.7	Δ.Δ. Κάτω Βαλσαμονέρου	223	178	65			196	72
9.8	Δ.Δ. Καλονύκτου	201	161	59			177	65
9.9	Δ.Δ. Μαλακίων	196	157	57			172	63
9.10	Δ.Δ. Μούντρον	221	177	65			194	71
9.11	Δ.Δ. Πρινέ	630	504	184			554	202
9.12	Δ.Δ. Ρουστίκων	365	292	107			321	117

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
9.13	Δ.Δ. Σαϊτουρών	181	145	53			159	58
9.14	Δ.Δ. Φραντζεσκιανών Μετοχίων	264	211	77			232	85
10	ΣΙΒΡΙΤΟΥ	3512	2810	1026			3091	1128
10.1	Δ.Δ. Άνω Μέρους	358	286	105			315	115
10.2	Δ.Δ. Αμαρίου	288	230	84			253	93
10.3	Δ.Δ. Αποστόλων	289	231	84			254	93
10.4	Δ.Δ. Βισταγής	262	210	77			231	84
10.5	Δ.Δ. Βρυσών	168	134	49			148	54
10.6	Δ.Δ. Βωλεώνων	170	136	50			150	55
10.7	Δ.Δ. Γερακαρίου	409	327	119			360	131
10.8	Δ.Δ. Ελενών	188	150	55			165	60
10.9	Δ.Δ. Θρόνου	128	102	37			113	41
10.10	Δ.Δ. Καλογέρου	160	128	47			141	51
10.11	Δ.Δ. Μέρωνα	374	299	109			329	120
10.12	Δ.Δ. Μοναστηρακίου	209	167	61			184	67
10.13	Δ.Δ. Παντανάσσης	309	247	90			272	99
10.14	Δ.Δ. Πατσού	200	160	58			176	64
11	ΦΟΙΝΙΚΑ	3946	3157	1152	1799	378	5451	1683
11.1	Δ.Δ. Αγ. Βασιλείου	130	104	38			114	42
11.2	Δ.Δ. Αγ. Ιωάννου Αγ. Βασιλείου	334	267	98			294	107
11.3	Δ.Δ. Αγκουσελιανών	330	264	96			290	106
11.4	Δ.Δ. Ασωμάτου	207	166	60			182	66
11.5	Δ.Δ. Κοζαρές	401	321	117			353	129

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
11.6	Δ.Δ. Λευκογείων	369	295	108	147	31	486	152
11.7	Δ.Δ. Μαριού	289	231	84			254	93
11.8	Δ.Δ. Μύρθιου	845	676	247	1438	302	2325	604
11.9	Δ.Δ. Ροδακίνου	428	342	125	74	15	458	155
11.10	Δ.Δ. Σελλίων	613	490	179	141	30	694	229
	ΣΥΝΟΛΟ	81976	71378	26053	24113	5064	105040	34228

Πίνακας 2. Εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων ν. Ηρακλείου.

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
1	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	137711	163374	59631	3104	652	183125	66311
1.1	Δ.Δ. Βασιλειών	1089	871	318			958	350
1.2	Δ.Δ. Βουτών	828	662	242			729	266
1.3	Δ.Δ. Δαφνέ	1081	865	316			951	347
1.5	Δ.Δ. Ηρακλείου	133012	159614	58259	3104	652	178990	64802
1.6	Δ.Δ. Σκαλανίου	1004	803	293			884	322
1.7	Δ.Δ. Σταυρακίων	697	558	204			613	224
2	ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑΣ	5310	4248	1551			4673	1706
2.1	Δ.Δ. Άνω Μουλίων	510	408	149			449	164
2.2	Δ.Δ. Αγ. Βαρβάρας	2143	1714	626			1886	688
2.3	Δ.Δ. Αγ. Θωμά	789	631	230			694	253
2.4	Δ.Δ. Δουλίου	267	214	78			235	86
2.5	Δ.Δ. Λαρανίου	248	198	72			218	80
2.6	Δ.Δ. Μεγάλης Βρύσης	984	787	287			866	316
2.7	Δ.Δ. Πρινιά	369	295	108			325	119
3	ΑΡΚΑΔΟΧΩΡΙΟΥ	10897	8718	3182	55	12	9650	3513
3.1	Δ.Δ. Αρκαλοχωρίου	3927	3142	1147	16	3	3474	1265
3.2	Δ.Δ. Γαρίπας	650	520	190			572	209
3.3	Δ.Δ. Δεματίου	417	334	122			367	134
3.4	Δ.Δ. Ινίου	661	529	193			582	212
3.5	Δ.Δ. Καραβάδου	301	241	88			265	97
3.6	Δ.Δ. Κασάνου	538	430	157			473	173

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
3.7	Δ.Δ. Καστελλιανών	732	586	214	39	8	687	244
3.8	Δ.Δ. Λευκοχωρίου	405	324	118			356	130
3.9	Δ.Δ. Νιπιδιτού	615	492	180			541	198
3.10	Δ.Δ. Παναγίας	606	485	177			533	195
3.11	Δ.Δ. Πανοράματος	496	397	145			436	159
3.12	Δ.Δ. Παρτίρων	555	444	162			488	178
3.13	Δ.Δ. Πατσιδερών	278	222	81			245	89
3.14	Δ.Δ. Σκινιά	716	573	209			630	230
4	ΑΡΧΑΝΩΝ	4548	3638	1328	20	4	4024	1465
4.1	Δ.Δ. Αρχανών	3910	3128	1142	20	4	3463	1261
4.2	Δ.Δ. Κάτω Αρχανών	638	510	186			561	205
5	ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΩΝ	6303	5042	1840			5547	2025
5.1	Δ.Δ. Αχεντριά	318	254	93			280	102
5.2	Δ.Δ. Εθιάς	365	292	107			321	117
5.3	Δ.Δ. Καλυβίων	440	352	128			387	141
5.4	Δ.Δ. Λιγορτόνου	642	514	187			565	206
5.5	Δ.Δ. Μεσοχωρίου	752	602	220			662	242
5.6	Δ.Δ. Παρανύμφων	305	244	89			268	98
5.7	Δ.Δ. Πραιτωρίων	197	158	58			173	63
5.8	Δ.Δ. Πύργου	1148	918	335			1010	369
5.9	Δ.Δ. Τεφελίου	905	724	264			796	291
5.10	Δ.Δ. Χάρακος	883	706	258			777	284
5.11	Δ.Δ. Χαρακίου	348	278	102			306	112
6	ΒΙΑΝΝΟΥ	6463	5170	1887			5687	2076

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
6.1	Δ.Δ. Άνω Βιάννου	1181	945	345			1039	379
6.2	Δ.Δ. Αγ. Βασιλείου	414	331	121			364	133
6.3	Δ.Δ. Αμυρά	850	680	248			748	273
6.4	Δ.Δ. Αφρατίου	174	139	51			153	56
6.5	Δ.Δ. Βαχού	143	114	42			126	46
6.6	Δ.Δ. Εμπάρου	434	347	127			382	139
6.7	Δ.Δ. Κάτω Βιάννου	176	141	51			155	57
6.8	Δ.Δ. Κάτω Σύμης	305	244	89			268	98
6.9	Δ.Δ. Καλαμίου	516	413	151			454	166
6.10	Δ.Δ. Κεφαλοβρυσίου	199	159	58			175	64
6.11	Δ.Δ. Μάρθας	293	234	86			258	94
6.12	Δ.Δ. Μιλλιαράδων	226	181	66			199	73
6.13	Δ.Δ. Ξενιάκου	321	257	94			282	103
6.14	Δ.Δ. Πεύκου	265	212	77			233	85
6.15	Δ.Δ. Συκολόγου	439	351	128			386	141
6.16	Δ.Δ. Χόνδρου	527	422	154			464	169
7	ΓΑΖΙΟΥ	13581	10865	3966	9405	1975	22296	6535
7.1	Δ.Δ. Αχλάδας	1080	864	315	3259	684	4535	1100
7.2	Δ.Δ. Γαζίου	9637	7710	2814	3980	836	12858	4015
7.3	Δ.Δ. Καλεσιών	896	717	262			788	288
7.4	Δ.Δ. Ροδιάς	1326	1061	387	1317	277	2616	730
7.5	Δ.Δ. Φόδελε	642	514	187	849	178	1499	402
8	ΓΟΡΓΟΛΑΙΝΗ	3171	2537	926			2790	1019
8.1	Δ.Δ. Άνω Ασιστών	452	362	132			398	145

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
8.2	Δ.Δ. Αγίου Μύρωνος	730	584	213			642	234
8.3	Δ.Δ. Κάτω Ασιτών	1228	982	359			1081	394
8.4	Δ.Δ. Πενταμοδίου	280	224	82			246	90
8.5	Δ.Δ. Πετροκεφάλου	129	103	38			114	41
8.6	Δ.Δ. Πυργούς	352	282	103			310	113
9	ΓΟΥΡΤΥΝΑΣ	5292	4234	1545	23	5	4682	1705
9.1	Δ.Δ. Αγ. Κυρίλλου	192	154	56			169	62
9.2	Δ.Δ. Αγίων Δέκα	902	722	263			794	290
9.3	Δ.Δ. Αμπελούζου	297	238	87			261	95
9.4	Δ.Δ. Απεσωκαρίου	131	105	38			115	42
9.5	Δ.Δ. Βαγιονιάς	922	738	269			811	296
9.6	Δ.Δ. Βασιλικής	261	209	76			230	84
9.7	Δ.Δ. Βασιλικών Ανωγείων	334	267	98			294	107
9.8	Δ.Δ. Γκαγκαλών	605	484	177			532	194
9.9	Δ.Δ. Μητροπόλεως	379	303	111			334	122
9.10	Δ.Δ. Μιαμούς	398	318	116	23	5	376	133
9.11	Δ.Δ. Πλατάνου	263	210	77			231	84
9.12	Δ.Δ. Πλώρας	271	217	79			238	87
9.13	Δ.Δ. Χουστουλιανών	337	270	98			297	108
10	ΓΟΥΒΩΝ	7761	6209	2266	7736	1625	15340	4280
10.1	Δ.Δ. Ανωπόλεως	2645	2116	772	1610	338	4098	1221
10.2	Δ.Δ. Γουβών	2087	1670	609	4897	1028	7223	1802
10.3	Δ.Δ. Ελαίας	1300	1040	380	953	200	2192	638
10.4	Δ.Δ. Επάνω Βαθείας	213	170	62			187	68

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
10.5	Δ.Δ. Κάτω Βαθείας	875	700	256	277	58	1075	345
10.6	Δ.Δ. Καλού Χωρίου	320	256	93			282	103
10.7	Δ.Δ. Κόζαρης	156	125	46			137	50
10.8	Δ.Δ. Χαράσου	165	132	48			145	53
11	ΕΠΙΣΚΟΠΗΣ	2533	2026	740			2229	814
11.1	Δ.Δ. Αϊτανίων	319	255	93			281	102
11.2	Δ.Δ. Γαλίας	252	202	74			222	81
11.3	Δ.Δ. Επισκοπής	1228	982	359			1081	394
11.4	Δ.Δ.Καινούργιου Χωρίου	290	232	85			255	93
11.5	Δ.Δ. Σγουροκεφαλίου	444	355	130			391	143
12	ΖΑΡΟΥ	3370	2696	984	128	27	3106	1112
12.1	Δ.Δ. Βοριζίων	623	498	182			548	200
12.2	Δ.Δ. Ζαρού	2219	1775	648	128	27	2094	742
12.3	Δ.Δ. Μορονίου	528	422	154			465	170
13	ΘΡΑΨΑΝΟΥ	2616	2093	764			2302	840
13.1	Δ.Δ. Βόνης	705	564	206			620	226
13.2	Δ.Δ. Ζωοφόρων	341	273	100			300	110
13.3	Δ.Δ. Θραψανού	1424	1139	416			1253	457
13.4	Δ.Δ. Σαμπά	146	117	43			128	47
14	ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ	6819	5455	1991			6001	2190
14.1	Δ.Δ. Αμαριανού	321	257	94			282	103
14.2	Δ.Δ. Αποστόλων	507	406	148			446	163
14.3	Δ.Δ. Αρχαγγέλου	485	388	142			427	156
14.4	Δ.Δ. Ασκών	320	256	93			282	103

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
14.5	Δ.Δ. Γερακίου	485	388	142			427	156
14.6	Δ.Δ. Ευαγγελισμού	623	498	182			548	200
14.7	Δ.Δ. Καρουζανών	124	99	36			109	40
14.8	Δ.Δ. Κασταμονίτης	537	430	157			473	172
14.9	Δ.Δ. Καστελλίου	1791	1433	523			1576	575
14.10	Δ.Δ. Λιλιανού	178	142	52			157	57
14.11	Δ.Δ. Λυττού (Ξιδά)	319	255	93			281	102
14.12	Δ.Δ. Μαθιάς	329	263	96			290	106
14.13	Δ.Δ. Πολυθέας	382	306	112			336	123
14.14	Δ.Δ. Σμαρίου	418	334	122			368	134
15	ΚΟΦΙΝΑ	5338	4270	1559			4697	1715
15.1	Δ.Δ. Άνω Ακρίων	720	576	210			634	231
15.2	Δ.Δ. Ασημίου	1215	972	355			1069	390
15.3	Δ.Δ. Διονυσίου	502	402	147			442	161
15.4	Δ.Δ. Λουρών	301	241	88			265	97
15.5	Δ.Δ. Σοκαρά	889	711	260			782	286
15.6	Δ.Δ. Σταβιών	719	575	210			633	231
15.7	Δ.Δ. Στερνών	416	333	121			366	134
15.8	Δ.Δ. Στόλων	576	461	168			507	185
16	ΚΡΟΥΣΩΝΑ	4059	3247	1185			3572	1304
16.1	Δ.Δ. Κορφών	616	493	180			542	198
16.2	Δ.Δ. Κρουσώνος	2947	2358	861			2593	947
16.3	Δ.Δ. Λουτρακίου	214	171	62			188	69
16.4	Δ.Δ. Σάρχου	282	226	82			248	91

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
17	ΜΑΛΙΩΝ	6212	4970	1814	9719	2041	16158	4240
17.1	Δ.Δ. Κρασίου	348	278	102			306	112
17.2	Δ.Δ. Μαλίων	3722	2978	1087	6673	1401	10616	2737
17.3	Δ.Δ. Μοχού	2142	1714	625	3046	640	5236	1392
18	ΜΟΙΡΩΝ	10857	8686	3170	20	4	9576	3492
18.1	Δ.Δ. Αληθινής	148	118	43			130	48
18.2	Δ.Δ. Αντισκαρίου	599	479	175			527	192
18.3	Δ.Δ. Γαλιάς	909	727	265			800	292
18.4	Δ.Δ. Καστελλίου	299	239	87	20	4	285	101
18.5	Δ.Δ. Κουσέ	158	126	46			139	51
18.6	Δ.Δ. Μοιρών	5883	4706	1718			5177	1890
18.7	Δ.Δ. Περίου	81	65	24			71	26
18.8	Δ.Δ. Πετροκεφαλίου	733	586	214			645	235
18.9	Δ.Δ. Πηγαϊδακίων	497	398	145			437	160
18.10	Δ.Δ. Πόμπιας	955	764	279			840	307
18.11	Δ.Δ. Ρουφά	167	134	49			147	54
18.12	Δ.Δ. Σκουρβούλων	428	342	125			377	137
19	ΝΕΑΣ ΑΛΙΚΑΡΝΑΣΣΟΥ	12542	12360	4511	228	48	13846	5015
19.1	Δ.Δ. Καλλιθέας	912	730	266			803	293
19.2	Δ.Δ. Νέας Αλικαρνασσού	11630	11630	4245	228	48	13044	4722
20	ΝΙΚΟΥ ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	7171	5737	2094			6310	2303
20.1	Δ.Δ. Αγ. Βασιλείου	426	341	124			375	137
20.2	Δ.Δ. Αγ. Παρασκιών	937	750	274			825	301
20.3	Δ.Δ. Αλαγνίου	315	252	92			277	101

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
20.4	Δ.Δ. Αστράκων	228	182	67			201	73
20.5	Δ.Δ. Αστριτσίου	385	308	112			339	124
20.6	Δ.Δ. Δαμανίων	393	314	115			346	126
20.7	Δ.Δ. Καλλονής	278	222	81			245	89
20.8	Δ.Δ. Καταλαγαρίου	312	250	91			275	100
20.9	Δ.Δ. Κουνάβων	857	686	250			754	275
20.10	Δ.Δ. Μελεσών	410	328	120			361	132
20.11	Δ.Δ. Μεταξοχωρίου	690	552	201			607	222
20.12	Δ.Δ. Μυρτιάς	651	521	190			573	209
20.13	Δ.Δ. Πεζών	426	341	124			375	137
20.14	Δ.Δ. Χουδετσίου	863	690	252			759	277
21	ΡΟΥΒΑ	2324	1859	679			2045	746
21.1	Δ.Δ. Γέργερης	1809	1447	528			1592	581
21.2	Δ.Δ. Νυβρίτου	255	204	74			224	82
21.3	Δ.Δ. Πανάσου	260	208	76			229	84
22	ΤΕΜΕΝΟΥΣ	3218	2574	940	10	2	2843	1036
22.1	Δ.Δ. Αγ. Σύλλα	881	705	257			775	283
22.2	Δ.Δ. Κυπαρίσσου	866	693	253			762	278
22.3	Δ.Δ. Προφήτη Ηλία	1471	1177	430	10	2	1306	475
23	ΤΕΤΡΑΧΩΡΙΟΥ	2404	1923	702			2116	772
23.1	Δ.Δ. Αυγενικής	812	650	237			715	261
23.2	Δ.Δ. Βενεράτου	962	770	281			847	309
23.3	Δ.Δ. Κερασίων	366	293	107			322	118
23.4	Δ.Δ. Σίβας	264	211	77			232	85

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
24	ΤΥΛΙΣΟΥ	3491	2793	1019	62	13	3141	1136
24.1	Δ.Δ. Αηδονοχωρίου	164	131	48			144	53
24.2	Δ.Δ. Αστυρακίου	250	200	73			220	80
24.3	Δ.Δ. Γωνιών Μαλεβιζίου	526	421	154			463	169
24.4	Δ.Δ. Δαμάστας	307	246	90			270	99
24.5	Δ.Δ. Καμαρίου	113	90	33			99	36
24.6	Δ.Δ. Καμαριώτου	78	62	23			69	25
24.7	Δ.Δ. Κεραμουτσίου	340	272	99			299	109
24.8	Δ.Δ. Μαράθου	331	265	97			291	106
24.9	Δ.Δ. Μονής	297	238	87			261	95
24.10	Δ.Δ. Τυλίσου	1085	868	317	62	13	1024	363
25	ΤΥΜΠΑΚΙΟΥ	10001	8001	2920	1393	293	10333	3534
25.1	Δ.Δ. Βώρων	755	604	220	6	1	671	244
25.2	Δ.Δ. Γρηγορίας	214	171	62			188	69
25.3	Δ.Δ. Καμαρών	437	350	128			385	140
25.4	Δ.Δ. Καμηλαρίου	452	362	132	23	5	423	151
25.5	Δ.Δ. Κλήματος	307	246	90			270	99
25.6	Δ.Δ. Λαγολίου	102	82	30			90	33
25.7	Δ.Δ. Μαγαρικάριου	511	409	149			450	164
25.8	Δ.Δ. Πιτσιδίων	781	625	228	981	206	1766	477
25.9	Δ.Δ. Σίβα	401	321	117			353	129
25.10	Δ.Δ. Τυμπακίου	5312	4250	1551	383	80	5096	1795
25.11	Δ.Δ. Φανερωμένης	729	583	213			642	234
26	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	8497	6798	2481	21032	4417	30612	7588

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
26.1	Δ.Δ. Αβδού	431	345	126	15	3	396	142
26.2	Δ.Δ. Γωνιών Πεδιάδος	519	415	152			457	167
26.3	Δ.Δ. Κεράς	161	129	47			142	52
26.4	Δ.Δ. Λιμένος Χερσονήσου	4308	3446	1258	16919	3553	22402	5292
26.5	Δ.Δ. Ποταμιών	610	488	178			537	196
26.6	Δ.Δ. Χερσονήσου	2468	1974	721	4098	860	6679	1739
	ΣΥΝΟΛΟ	292489	289522	105676	52936	11117	376704	128471

Πίνακας 3. Εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων ν.Λασιθίου

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
1	ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ	19462	17751	6479	9494	1994	29969	9320
1.1	Δ.Δ. Έξω Λακωνίων	298	238	87			262	96
1.2	Δ.Δ. Έξω Ποτάμων	73	58	21			64	23
1.3	Δ.Δ. Αγίου Νικολάου	10906	10906	3981	5500	1155	18047	5649
1.4	Δ.Δ. Βρουχάς	264	211	77			232	85
1.5	Δ.Δ. Ελούντας	2185	1748	638	3115	654	5349	1421
1.6	Δ.Δ. Ζενίων	125	100	37			110	40
1.7	Δ.Δ. Καλού Χωριού	1143	914	334	545	114	1606	493
1.8	Δ.Δ. Κριτσάς	2703	2162	789	333	70	2745	945
1.9	Δ.Δ. Κρούστα	507	406	148			446	163
1.10	Δ.Δ. Λιμνών	424	339	124			373	136
1.11	Δ.Δ. Λούμα	116	93	34			102	37
1.12	Δ.Δ. Μέσα Λακωνίων	340	272	99			299	109
1.13	Δ.Δ. Πρίνας	159	127	46			140	51
1.14	Δ.Δ. Σχοιινιάς	219	175	64			193	70
2	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	23707	22030	8041	2797	587	27310	9491
2.1	Δ.Δ. Αγίου Ιωάννου	1249	999	365	1241	261	2464	688
2.2	Δ.Δ. Ανατολής	1738	1390	507			1529	558
2.3	Δ.Δ. Γδοχίων	92	74	27			81	30
2.4	Δ.Δ. Ιεράπετρας	15323	15323	5593	1359	285	18350	6466
2.5	Δ.Δ. Κάτω Χωρίου	1181	945	345			1039	379
2.6	Δ.Δ. Καβουσίου	629	503	184			554	202

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
2.7	Δ.Δ. Καλαμαύκας	521	417	152			458	167
2.8	Δ.Δ. Μακρυλιάς	120	96	35			106	39
2.9	Δ.Δ. Μαλών	724	579	211			637	233
2.10	Δ.Δ. Μεσελέρων	157	126	46			138	50
2.11	Δ.Δ. Μουρνιών	88	70	26			77	28
2.12	Δ.Δ. Μύθων	327	262	95			288	105
2.13	Δ.Δ. Μύρτου	628	502	183	162	34	731	239
2.14	Δ.Δ. Παχειά Άμμου	853	682	249	35	7	789	282
2.15	Δ.Δ. Ρίζης	77	62	22			68	25
3	ΙΤΑΝΟΥ	2514	2011	734	219	46	2453	858
3.1	Δ.Δ. Ζάκρου	955	764	279	111	23	963	332
3.2	Δ.Δ. Καρνδιού	122	98	36			107	39
3.3	Δ.Δ. Μητάτου	23	18	7			20	7
3.4	Δ.Δ. Παλαικάστρου	1414	1131	413	108	23	1363	479
4	ΛΕΥΚΗΣ	2177	1742	636			1916	699
4.1	Δ.Δ. Αγίας Τριάδος	124	99	36			109	40
4.2	Δ.Δ. Απιδίων (Μέσα Απιδίου)	360	288	105			317	116
4.3	Δ.Δ. Αρμένων	390	312	114			343	125
4.4	Δ.Δ. Ζίρου	660	528	193			581	212
4.5	Δ.Δ. Παπαγιαννάδων	332	266	97			292	107
4.6	Δ.Δ. Χανδρά	311	249	91			274	100
5	ΜΑΚΡΥ ΓΥΑΛΟΥ	4204	3363	1228	997	209	4796	1581
5.1	Δ.Δ. Αγίου Στεφάνου	800	640	234	64	13	774	272

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
5.3	Δ.Δ. Λιθινών	410	328	120			361	132
5.4	Δ.Δ. Ορεινού	439	351	128			386	141
5.5	Δ.Δ. Περιβολακίων	93	74	27			82	30
5.6	Δ.Δ. Πεύκων	764	611	223	690	145	1432	405
5.7	Δ.Δ. Σταυροχωρίου	1016	813	297	160	34	1071	363
5.8	Δ.Δ. Σχοινοκαμάλων	503	402	147	82	17	533	181
5.9	Δ.Δ. Χρυσοπηγής	179	143	52			158	57
6	ΝΕΑΠΟΛΗΣ	6765	5412	1975	2007	421	8161	2636
6.1	Δ.Δ. Αγίου Αντωνίου	91	73	27			80	29
6.2	Δ.Δ. Βουλισμένης	366	293	107			322	118
6.3	Δ.Δ. Βραχασίου	1275	1020	372	1919	403	3232	853
6.4	Δ.Δ. Βρυσών	318	254	93			280	102
6.5	Δ.Δ. Καρυδίου Μιραμπέλου	103	82	30			91	33
6.6	Δ.Δ. Καστελλίου Φουρνής	202	162	59			178	65
6.7	Δ.Δ. Λατσίδας	300	240	88			264	96
6.8	Δ.Δ. Μιλάτου	431	345	126	39	8	422	147
6.9	Δ.Δ. Νεαπόλεως	2987	2390	872	50	10	2683	971
6.10	Δ.Δ. Νικηθιανού	100	80	29			88	32
6.11	Δ.Δ. Φουρνής	291	233	85			256	93
6.12	Δ.Δ. Χουμεριάκου	301	241	88			265	97
7	ΟΡΟΠΕΔΙΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ	3152	2522	920	33	7	2810	1020
7.1	Δ.Δ. Αβρακόντε	235	188	69			207	75
7.2	Δ.Δ. Αγίου Γεωργίου Λασιθίου	554	443	162	10	2	499	180

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
7.3	Δ.Δ. Αγίου Κωνσταντίνου	184	147	54			162	59
7.4	Δ.Δ. Κάτω Μετοχίου	166	133	48			146	53
7.5	Δ.Δ. Καμινακίου	354	283	103			312	114
7.6	Δ.Δ. Λαγού	125	100	37			110	40
7.7	Δ.Δ. Μέσα Λασιθίου	198	158	58			174	64
7.8	Δ.Δ. Μαρμακέτου	110	88	32			97	35
7.9	Δ.Δ. Πλάτης	178	142	52			157	57
7.10	Δ.Δ. Τζερμιάδου	747	598	218	23	5	682	245
7.11	Δ.Δ. Ψυχρού	301	241	88			265	97
8	ΣΗΤΕΙΑΣ	14338	11470	4187	1124	236	13854	4865
8.1	Δ.Δ. Έξω Μουλιανών	356	285	104			313	114
8.2	Δ.Δ. Αγίου Γεωργίου Σητείας	243	194	71			214	78
8.3	Δ.Δ. Αχλαδίων	409	327	119			360	131
8.4	Δ.Δ. Κατσιδωνίου	169	135	49			149	54
8.5	Δ.Δ. Κρυών	265	212	77			233	85
8.6	Δ.Δ. Λάστρου	195	156	57			172	63
8.7	Δ.Δ. Μέσα Μουλιανών	304	243	89			268	98
8.8	Δ.Δ. Μαρωνίας	195	156	57			172	63
8.9	Δ.Δ. Μυρσίνης	193	154	56			170	62
8.10	Δ.Δ. Πισκοκεφάλου	824	659	241			725	265
8.11	Δ.Δ. Πραισού	85	68	25			75	27
8.12	Δ.Δ. Ρούσας Εκκλησίας	188	150	55			165	60
8.13	Δ.Δ. Σητείας	8748	6998	2554	881	185	8668	3013

α/α	Δήμος, Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή Απορ. kg/ημέρα	Ετήσια παραγωγή απορ. tn/έτος	Μέση ημερήσια παραγωγή Απορ. λόγω τουρισμού kg/ημέρα	Μέση ετήσια παραγωγή απορ. λόγω τουρισμού, tn/έτος	Συνολική ημερήσια παραγωγή απορ., kg/ημέρα	Συνολική ετήσια παραγωγή απορ., tn/έτος
8.14	Δ.Δ. Σκοπής	838	670	245			737	269
8.15	Δ.Δ. Σταυρωμένου	216	173	63			190	69
8.16	Δ.Δ. Σφάκας	422	338	123			371	136
8.17	Δ.Δ. Τουρλωτής	447	358	131	243	51	660	200
8.18	Δ.Δ. Χαμεζίου	241	193	70			212	77
	ΣΥΝΟΛΟ	76319	66301	24200	16670	3501	91268	30471

Πίνακας 4. Πληρότητα ξενοδοχειακών καταλυμάτων % ανά μήνα (Πηγή: ΕΟΤ, 2003).

ΜΗΝΑΣ	ΝΟΜΟΣ ΡΕΘΥΜΝΗΣ		ΝΟΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ		ΝΟΜΟΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ		ΚΡΗΤΗ	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	19,03	4,12	19,03	4,12	11,74	6,54	13,34	14,77
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	8,88	24,01	8,88	24,01	15,69	12,71	21,38	23,86
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	15,56	20,66	38,94	18,87	8,26	17,78	20,08	19,97
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	18,31	22,99	21,78	22,49	11,13	19,24	20,47	22,76
ΜΑΡΤΙΟΣ	10,37	18,2	15,17	19,63	11,53	17,46	15,95	20,46
Σύνολο Χειμερινής Περιόδου	14,43	17,996	20,76	17,824	11,67	14,746	18,244	20,364
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	39,24	38,28	45,76	42,05	35,26	31,13	41,73	38,1
ΜΑΙΟΣ	77,48	80,26	75,18	69,47	67,58	58,93	75,36	68,7
ΙΟΥΝΙΟΣ	83,3	80,97	87,34	86,1	73,05	70,74	84	81,35
ΙΟΥΛΙΟΣ	104,43	101,22	110,23	108,85	90,69	83,17	103,86	99,72
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	114,86	108	112,33	118,93	97,53	97,45	108,31	112,79
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	91,44	94,99	90,42	96,61	76,26	80,03	86,22	89,63
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	70	70,96	62,96	64,67	54,87	53,87	60,94	59,94
Σύνολο Θερινής Περιόδου	82,96	82,10	83,46	83,81	70,75	67,90	80,06	78,60

Πίνακας 5. Χωροταξικός πίνακας δυναμικότητας σε κλίνες ν. Ρεθύμνης (στοιχεία ΕΟΤ 2002)

Δήμος	Πληθυσμός	Αριθμός Κλινών Καταλυμάτων
ΡΕΘΥΜΝΗΣ	31687	11118
Δ.Δ. Ρεθύμνης	28987	11118
ΑΝΩΓΕΙΩΝ	4812	0
ΑΡΚΑΔΙΟΥ	5644	7168
Δ.Δ. Άδελε	1059	4177
Δ.Δ. Μέσης	362	30
Δ.Δ. Παγκαλοχωρίου	412	352
Δ.Δ. Πηγής	652	904
Δ.Δ. Πρίνου	526	998
Δ.Δ. Χαμαλευρίου	865	707
ΓΕΡΟΠΟΤΑΜΟΥ	8323	2696
Δ.Δ. Μελιδονίου	857	1150
Δ.Δ. Μελισσουργακίου	44	9
Δ.Δ. Πανόρμου	992	1488
Δ.Δ. Περάματος	1650	49
ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑ	5949	8
Δ.Δ. Επισκοπής	376	8
ΚΟΥΡΗΤΩΝ	2703	0
ΛΑΜΠΗΣ	6133	1467
Δ.Δ. Αγ. Γαλήνης	1273	1401
Δ.Δ. Κεραμέ	345	6
Δ.Δ. Λαμπινή	171	19
Δ.Δ. Σακτουρίων	331	18
Δ.Δ. Σπηλίου	706	23
Λαππαίων	2628	0
ΝΙΚΗΦΟΡΟΥ ΦΩΚΑ	6599	220
Δ.Δ. Ατσιποπούλου	2435	144
Δ.Δ. Γερανίου	697	76
ΣΙΒΡΙΤΟΥ	3512	0
ΦΟΙΝΙΚΑ	3946	1828
Δ.Δ. Λευκογείων	369	149
Δ.Δ. Μύρθιου	845	1461
Δ.Δ. Ροδακίνου	428	75
Δ.Δ. Σελλίων	613	143

Πίνακας 6. Χωροταξικός πίνακας δυναμικότητας σε κλίνες ν. Ηρακλείου (στοιχεία ΕΟΤ 2002)

Δήμος	Πληθυσμός	Αριθμός Κλινών Καταλυμάτων
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	133012	3079
Δ.Δ. Ηρακλείου	133012	3079
ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙΟΥ	4659	55
Δ.Δ. Αρκαλοχωρίου	3927	16
Δ.Δ. Καστελλιανών	732	39
ΑΡΧΑΝΩΝ	3910	20
Δ.Δ. Αρχανών	3910	20
ΓΑΖΙΟΥ	12685	9330
Δ.Δ. Αχλάδας	1080	3233
Δ.Δ. Γαζίου	9637	3948
Δ.Δ. Ροδιάς	1326	1307
Δ.Δ. Φόδελε	642	842
ΓΟΡΤΥΝΑΣ	398	23
Δ.Δ. Μιαμούς	398	23
ΓΟΥΒΩΝ	6907	7675
Δ.Δ. Ανωπόλεως	2645	1597
Δ.Δ. Γουβών	2087	4858
Δ.Δ. Ελαίας	1300	945
Δ.Δ. Κάτω Βαθείας	875	275
ΖΑΡΟΥ	2219	127
Δ.Δ. Ζαρού	2219	127
ΜΑΛΙΩΝ	5864	9642
Δ.Δ. Μαλίων	3722	6620
Δ.Δ. Μοχού	2142	3022
ΜΟΙΡΩΝ	299	20
Δ.Δ. Καστελλίου	299	20
ΝΕΑΣ ΑΛΙΚΑΡΝΑΣΣΟΥ	11630	226
Δ.Δ. Ν. Αλικαρνασσού	11630	226
ΤΕΜΕΝΟΥΣ	1471	10
Δ.Δ. Προφήτη Ηλία	1471	10
ΤΥΛΙΣΟΥ	1085	62
Δ.Δ. Τυλίσου	1085	62
ΤΥΜΠΑΚΙΟΥ	7300	1382
Δ.Δ. Βώρων	755	6
Δ.Δ. Καμηλαρίου	452	23
Δ.Δ. Πιτσιδίων	781	973
Δ.Δ. Τυμπακίου	5312	380
ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	7207	20865
Δ.Δ. Αβδού	431	15
Δ.Δ. Λιμένος Χερσονήσου	4308	16785
Δ.Δ. Χερσονήσου	2468	4065

Πίνακας 7. Χωροταξικός πίνακας δυναμικότητας σε κλίνες ν. Λασιθίου (στοιχεία ΕΟΤ 2002)

Δήμος	Πληθυσμός	Αριθμός Κλινών Καταλυμάτων
ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ	19462	11302
Δ.Δ. Αγίου Νικολάου	10906	6548
Δ.Δ. Ελούντας	2185	3708
Δ.Δ. Καλού Χωριού	1143	649
Δ.Δ. Κριτσάς	2703	397
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	23707	3330
Δ.Δ. Αγίου Ιωάννου	1249	1477
Δ.Δ. Ιεράπετρας	15323	1618
Δ.Δ. Μύρτου	628	193
Δ.Δ. Παχειά Άμμου	853	42
ΙΤΑΝΟΥ	2514	261
Ίτανος	*	91
Δ.Δ. Ζάκρου	955	42
Δ.Δ. Παλαικάστρου	1414	128
ΜΑΚΡΥ ΓΥΑΛΟΥ	4204	1187
Δ.Δ. Αγίου Στεφάνου	800	76
Δ.Δ. Πεύκων	764	822
Δ.Δ. Σταυροχωρίου	1016	191
Δ.Δ. Σχοινοκαψάλων	503	98
ΝΕΑΠΟΛΗΣ	6765	2389
Δ.Δ. Βραχασίου	1275	2284
Δ.Δ. Μιλάτου	431	46
Δ.Δ. Νεαπόλεως	2987	59
ΟΡΟΠΕΔΙΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ	3152	39
Δ.Δ. Αγίου Γεωργίου Λασιθίου	554	12
Δ.Δ. Τζερμιάδου	747	27
ΣΗΤΕΙΑΣ	14338	1338
Δ.Δ. Σητείας	8748	1049
Δ.Δ. Τουρλωτής	447	289

* Δεν παρατίθενται πληθυσμιακά στοιχεία για τον Ίτανο διότι με την νέα διοικητική διαίρεση της χώρας σε δήμους (Πρόγραμμα Καποδίστριας) έπαψε να αναφέρεται στα στατιστικά αποτελέσματα.

Πίνακας 8. Μετρήσεις ειδικού βάρους στο πεδίο ((1^η φάση, 15/9/2003-31/10/2003).

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΧΥΤΑ/ΧΛΑ	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (Kg/m ³)
16/9/2003	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	125,2
17/9/2003	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	150,7
22/9/2003	ΜΑΡΟΥΛΑΣ	143,6
23/9/2003	ΜΑΡΟΥΛΑΣ	148,7
25/9/2003	ΜΑΡΟΥΛΑΣ	152,6
7/10/2003	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	164,3
9/10/2003	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	122,3
10/10/2003	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	123,6
14/10/2003	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	150,2
15/10/2003	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	115,6
17/10/2003	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	102,6
20/10/2003	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	164,4
21/10/2003	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	110,2
23/10/2003	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	115,9
31/10/2003	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	111,1
27/10/2003	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	119,1
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ		132,5
ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ		20,49
ΟΡΙΑ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ (95%)		±10

Πίνακας 9. Μετρήσεις ειδικού βάρους στο πεδίο (2^η φάση, 17/11/2003-23/1/2004).

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΧΥΤΑ/ΧΛΑ	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (Kg/m ³)
17/11/2003	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	140,96
18/11/2003	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	132,85
21/11/2003	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	127,56
24/11/2003	ΜΑΡΟΥΛΑΣ	128,46
26/11/2003	ΜΑΡΟΥΛΑΣ	135,59
8/12/2003	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	149,27
9/12/2003	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	147,78
10/12/2003	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	145,28
15/12/2003	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	126,6
19/12/2003	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	132,84
14/1/2004	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	119,55
16/1/2004	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	147,96
19/1/2004	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	120,31
20/1/2004	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	137,95
21/1/2004	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	123,05
22/1/2004	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	140,33
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ		135,5
ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ		10,16
ΟΡΙΑ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ (95%)		± 4,83

Πίνακας 10. Προσεγγιστική Ανάλυση των ΑΣΑ της περιφ. Κρήτης (1η φάση, 15/9/2003-31/10/2003).

ΧΥΤΑ/ ΧΛΑ	Κλάσμα	% Υγρασία	% Τέφρα	Πτητική ύλη %	fixed carbon %
ΑΜΑΡΙ.	Οργανικά	70,98	5,01	77,26	17,73
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	31,55	10,40	88,35	1,25
	Πλαστικά	1,62	1,28	97,10	1,61
	Χαρτί	10,21	3,50	84,21	12,29
ΜΑΡΟΥΛΑΣ	Οργανικά	67,85	6,33	78,86	14,82
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	27,58	12,19	81,14	6,67
	Πλαστικά	3,32	1,74	95,07	3,19
	Χαρτί	12,02	4,85	83,43	11,72
ΦΟΔΕΛΕ	Οργανικά	73,85	13,94	76,55	9,51
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	18,35	15,76	82,70	1,54
	Πλαστικά	1,66	2,32	96,56	1,12
	Χαρτί	14,82	7,90	86,70	5,40
ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	Οργανικά	73,96	9,58	84,70	5,71
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	24,88	6,29	85,81	7,90
	Πλαστικά	3,06	1,81	91,64	6,55
	Χαρτί	22,55	3,41	83,02	13,58
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	Οργανικά	65,53	11,78	78,62	9,61
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	12,65	7,62	80,93	11,46
	Πλαστικά	3,00	2,49	95,02	2,49
	Χαρτί	13,23	5,49	83,24	11,26

Πίνακας 11. Προσεγγιστική Ανάλυση των ΑΣΑ της περιφ. Κρήτης (2η φάση, 17/11/2003-23/1/2004).

ΧΥΤΑ/ ΧΛΑ	Κλάσμα	% Υγρασία	% Τέφρα	Πτητική ύλη %	Fixed Carbon %
ΑΜΑΡΙ.	Οργανικά	63,54	14,45	76,29	9,26
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	12,58	10,17	82,51	7,32
	Πλαστικά	2,98	3,66	91,57	4,77
	Χαρτί	12,54	8,66	86,55	4,79
ΜΑΡΟΥΛΑΣ	Οργανικά	66,45	8,71	70,19	21,10
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	19,54	9,04	79,74	11,22
	Πλαστικά	4,09	3,78	95,22	1,00
	Χαρτί	22,03	8,68	81,06	10,25
ΣΜΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Οργανικά	62,63	5,21	77,26	17,53
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	23,45	3,05	88,35	8,60
	Πλαστικά	2,30	1,36	96,67	1,97
	Χαρτί	23,79	7,21	84,21	8,58
ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	Οργανικά	61,87	11,62	71,97	16,41
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	21,72	8,63	84,96	6,40
	Πλαστικά	3,02	2,49	96,08	1,42
	Χαρτί	20,23	10,06	85,00	4,94
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	Οργανικά	63,25	10,50	75,21	14,28
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	21,78	5,43	84,19	10,38
	Πλαστικά	4,25	2,95	94,53	2,52
	Χαρτί	19,68	10,93	83,48	5,60

Πίνακας 12. Στοιχειακή ανάλυση και ανάλυση ενεργειακού περιεχομένου των ΑΣΑ της περιφ. Κρήτης (1η φάση, 15/9/2003-31/10/2003).

ΧΥΤΑ / ΧΔΑ	Κλάσμα	C (%)	H (%)	N (%)	W _Φ	Α _Φ KJ/Kg	ΑΘΔ _ξ cal/g	ΑΘΔ _Φ cal/g	ΑΘΔ _ξ KJ/Kg	ΑΘΔ _Φ KJ/Kg	ΚΘΔ _Φ kJ/kg
ΑΜΑΡΙ.	Οργανικά	44,66	6,11	1,97	70,98	3160,58	4193	1217	17554	5094	1934
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	47,03	6,79	0,57	31,55	1533,25	4192	2869	17552	12013	10480
	Πλαστικά	81,41	13,73	0,49	1,62	3100,371	11569	11382	48437	47652	44552
	Χαρτί	44,09	6,22	0,63	10,21	1404,538	2906	2609	12165	10923	9519
ΜΑΡΟΥΛΑΣ	Οργανικά	44,22	6,17	1,67	67,85	1393,248	4272	1373	17885	5750	4357
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	49,59	5,29	1,07	27,58	1194,535	4804	3479	20115	14567	13372
	Πλαστικά	70,78	8,92	0,42	3,32	2014,225	7842	7582	32832	31743	29728
	Χαρτί	44,59	6,26	0,38	12,02	1413,571	4364	3840	18273	16077	14663
ΦΟΔΕΛΕ	Οργανικά	52,78	7,46	4,08	73,85	1684,543	5873	1536	24588	6430	4746
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	37,09	4,40	0,46	18,35	993,564	3400	2776	14235	11623	10629
	Πλαστικά	80,67	11,38	0,33	1,66	2569,718	9816	9653	41098	40417	37847
	Χαρτί	45,21	6,76	0,51	14,82	1526,476	4471	3808	18718	15944	14417
ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	Οργανικά	44,68	6,30	1,61	73,96	1422,603	4446	1158	18615	4847	3425
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	43,78	6,50	0,73	24,88	1467,765	4371	3284	18301	13748	12280
	Πλαστικά	77,54	8,12	0,28	3,06	1833,577	8549	8287	35793	34698	32864
	Χαρτί	47,62	7,25	0,41	22,55	1637,123	4356	3374	18238	14124	12487
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	Οργανικά	44,67	5,56	1,98	65,53	1255,504	4321	1489	18091	6235	4980
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	43,56	4,89	0,43	12,65	1104,211	4567	3989	19121	16701	15597
	Πλαστικά	78,96	9,94	0,42	3,00	2244,551	10100	9797	42287	41019	38775
	Χαρτί	44,12	6,80	0,56	13,23	1535,508	4219	3661	17664	15327	13791

Πίνακας 13. Στοιχειακή ανάλυση και ανάλυση ενεργειακού περιεχομένου των ΑΣΑ της περιφ. Κρήτης (2η φάση, 17/11/2003-23/1/2004).

ΧΥΤΑ / ΧΔΑ	Κλάσμα	C (%)	H (%)	N (%)	W _Φ	Α _Φ KJ/Kg	ΑΘΔ _ξ cal/g	ΑΘΔ _Φ cal/g	ΑΘΔ _ξ KJ/Kg	ΑΘΔ _Φ KJ/Kg	ΚΘΔ _Φ kJ/kg
ΑΜΑΡΙ.	Οργανικά	44,45	5,92	2,11	63,54	1336,80	4562	1663	19100	6964	5627
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	49,65	7,21	0,34	12,58	1628,09	4356	3808	18238	15943	14315
	Πλαστικά	82,13	10,21	0,53	2,98	2305,52	9234	8959	38661	37509	35203
	Χαρτί	45,23	7,03	0,62	12,54	1587,44	4376	3827	18321	16024	14437
ΜΑΡΟΥΛΑΣ	Οργανικά	49,54	7,34	3,32	66,45	1657,45	4434	1488	18564	6228	4570
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	35,85	4,22	0,65	19,54	952,92	4662	3751	19519	15706	14753
	Πλαστικά	82,92	12,56	0,51	4,09	2836,17	8267	7929	34612	33196	30360
	Χαρτί	44,11	5,11	0,67	22,03	1153,89	4461	3478	18677	14562	13408
ΣΜΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Οργανικά	44,66	6,11	1,97	62,63	1379,70	4193	1567	17554	6560	5181
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	47,03	6,79	0,57	23,45	1533,25	4192	3209	17552	13437	11903
	Πλαστικά	81,41	13,73	0,49	2,30	3100,37	11569	11303	48437	47324	44224
	Χαρτί	44,09	6,22	0,63	23,79	1404,54	2906	2214	12165	9271	7866
ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	Οργανικά	42,34	6,17	2,21	61,87	1393,25	4201	1602	17589	6707	5314
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	48,45	7,23	0,35	21,72	1632,61	4221	3304	17672	13834	12201
	Πλαστικά	80,11	9,18	0,61	3,02	2072,94	9134	8858	38242	37087	35014
	Χαρτί	44,22	6,99	0,69	20,23	1578,41	4564	3641	19109	15242	13664
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	Οργανικά	43,56	5,28	1,94	63,25	1192,28	4346	1597	18196	6687	5495
	Δ.Ξ.Υ.Λ.	47,82	6,82	0,29	21,78	1540,02	4187	3275	17530	13712	12172
	Πλαστικά	79,32	8,63	0,53	4,25	1948,74	8895	8517	37242	35658	33710
	Χαρτί	41,56	7,11	0,61	19,68	1605,51	4034	3240	16890	13566	11961

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΔΕΔΟΜΕΝΑ
ΠΕΔΙΟΥ
ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΑΣΑ
ΠΕΡΙΟΧΗΣ
ΜΕΛΕΤΗΣ

ΠΟΣΟΣΤΑ % ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΑΣΑ

Ημερομηνία	15/9 /2003		Ημερομηνία	16/9 /2003	
ΧΥΤΑ	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	%	ΧΥΤΑ	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	%
Αδρανή		1,41	Αδρανή		2,50
Μέταλλα		1,88	Μέταλλα		2,71
Αλουμίνιο		1,62	Αλουμίνιο		1,06
Γυαλί		4,93	Γυαλί		4,11
ΔΞΥΛ		1,04	ΔΞΥΛ		11,98
Χαρτί		17,38	Χαρτί		30,00
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		54,98	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		26,48
Πλαστικά		14,68	Πλαστικά		20,15
Υπόλοιπα		2,07	Υπόλοιπα		0,99
Ημερομηνία	17/9 /2003		Ημερομηνία	18/9 /2003	
ΧΥΤΑ	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	%	ΧΥΤΑ	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	%
Αδρανή		0,85	Αδρανή		1,98
Μέταλλα		2,71	Μέταλλα		4,26
Αλουμίνιο		1,58	Αλουμίνιο		0,98
Γυαλί		3,56	Γυαλί		4,01
ΔΞΥΛ		8,56	ΔΞΥΛ		4,45
Χαρτί		34,31	Χαρτί		24,76
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		18,24	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		41,73
Πλαστικά		27,87	Πλαστικά		15,75
Υπόλοιπα		2,32	Υπόλοιπα		2,08
Ημερομηνία	19/9 /2003		Ημερομηνία	22/9 /2003	
ΧΥΤΑ	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	%	ΧΥΤΑ	ΜΑΡΟΥΛΑ	%
Αδρανή		2,70	Αδρανή		1,67
Μέταλλα		8,77	Μέταλλα		3,13
Αλουμίνιο		0,58	Αλουμίνιο		0,93
Γυαλί		2,30	Γυαλί		11,44
ΔΞΥΛ		15,74	ΔΞΥΛ		0,44
Χαρτί		13,98	Χαρτί		25,31
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		45,64	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		44,78
Πλαστικά		6,75	Πλαστικά		11,47
Υπόλοιπα		3,54	Υπόλοιπα		0,83

Σελίδα 1 από 12

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΞΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΑΠΟΒΑΗΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

"ΠΟΙΟΤΙΚΗ / ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΦ. ΚΡΗΤΗΣ"

Ημερομηνία	23/9 /2003		Ημερομηνία	24/9 /2003	
ΧΥΤΑ	ΜΑΡΟΥΛΑ	%	ΧΥΤΑ	ΜΑΡΟΥΛΑ	%
Αδρανή		1,55	Αδρανή		2,80
Μέταλλα		1,28	Μέταλλα		0,62
Αλουμίνιο		1,48	Αλουμίνιο		1,49
Γυαλί		3,03	Γυαλί		15,02
ΔΞΥΛ		8,20	ΔΞΥΛ		2,02
Χαρτί		30,93	Χαρτί		29,63
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		29,63	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		36,38
Πλαστικά		20,89	Πλαστικά		8,25
Υπόλοιπα		3,03	Υπόλοιπα		3,80
Ημερομηνία	25/9 /2003		Ημερομηνία	26/9 /2003	
ΧΥΤΑ	ΜΑΡΟΥΛΑ	%	ΧΥΤΑ	ΜΑΡΟΥΛΑ	%
Αδρανή		3,86	Αδρανή		2,67
Μέταλλα		2,30	Μέταλλα		4,00
Αλουμίνιο		1,55	Αλουμίνιο		0,94
Γυαλί		13,82	Γυαλί		10,00
ΔΞΥΛ		3,00	ΔΞΥΛ		3,00
Χαρτί		32,00	Χαρτί		16,00
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		23,45	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		39,57
Πλαστικά		13,63	Πλαστικά		19,62
Υπόλοιπα		6,39	Υπόλοιπα		4,21
Ημερομηνία	29/9 /2003		Ημερομηνία	30/9 /2003	
ΧΥΤΑ	ΠΕΡΑ ΓΑΛΗΝΩΝ	%	ΧΥΤΑ	ΠΕΡΑ ΓΑΛΗΝΩΝ	%
Αδρανή			Αδρανή		2,15
Μέταλλα			Μέταλλα		4,38
Αλουμίνιο			Αλουμίνιο		3,02
Γυαλί			Γυαλί		4,86
ΔΞΥΛ			ΔΞΥΛ		5,66
Χαρτί			Χαρτί		21,64
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου			Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		34,87
Πλαστικά			Πλαστικά		16,36
Υπόλοιπα			Υπόλοιπα		7,05

Ημερομηνία	1 /10/2003		Ημερομηνία	2 /10/2003	
ΧΥΤΑ	ΠΕΡΑ ΓΑΛΗΝΩΝ	%	ΧΥΤΑ	ΠΕΡΑ ΓΑΛΗΝΩΝ	%
Αδρανή		2,57	Αδρανή		1,61
Μέταλλα		4,78	Μέταλλα		6,83
Αλουμίνιο		2,65	Αλουμίνιο		2,29
Γυαλί		4,20	Γυαλί		3,97
ΔΞΥΛ		3,16	ΔΞΥΛ		2,94
Χαρτί		20,33	Χαρτί		9,10
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		36,57	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		37,82
Πλαστικά		21,32	Πλαστικά		31,64
Υπόλοιπα		4,42	Υπόλοιπα		3,80
Ημερομηνία	3 /10/2003		Ημερομηνία	6 /10/2003	
ΧΥΤΑ	ΠΕΡΑ ΓΑΛΗΝΩΝ	%	ΧΥΤΑ	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	%
Αδρανή		1,41	Αδρανή		1,83
Μέταλλα		1,79	Μέταλλα		7,33
Αλουμίνιο		4,06	Αλουμίνιο		0,67
Γυαλί		5,28	Γυαλί		2,89
ΔΞΥΛ		2,54	ΔΞΥΛ		12,17
Χαρτί		27,79	Χαρτί		11,11
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		32,58	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		41,11
Πλαστικά		20,66	Πλαστικά		17,56
Υπόλοιπα		3,89	Υπόλοιπα		5,33
Ημερομηνία	7 /10/2003		Ημερομηνία	8 /10/2003	
ΧΥΤΑ	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	%	ΧΥΤΑ	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	%
Αδρανή		2,56	Αδρανή		2,79
Μέταλλα		1,74	Μέταλλα		2,70
Αλουμίνιο		0,79	Αλουμίνιο		0,51
Γυαλί		2,49	Γυαλί		3,32
ΔΞΥΛ		7,36	ΔΞΥΛ		4,50
Χαρτί		20,18	Χαρτί		9,33
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		41,56	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		59,26
Πλαστικά		12,30	Πλαστικά		9,89
Υπόλοιπα		11,01	Υπόλοιπα		7,70

Ημερομηνία	9 /10/2003		Ημερομηνία	10/10/2003	
ΧΥΤΑ	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	%	ΧΥΤΑ	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	%
Αδρανή		3,36	Αδρανή		4,39
Μέταλλα		2,85	Μέταλλα		6,60
Αλουμίνιο		1,08	Αλουμίνιο		1,25
Γυαλί		2,62	Γυαλί		3,92
ΔΞΥΛ		6,69	ΔΞΥΛ		6,28
Χαρτί		20,05	Χαρτί		19,31
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		47,74	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		38,61
Πλαστικά		10,94	Πλαστικά		15,86
Υπόλοιπα		4,67	Υπόλοιπα		3,76
Ημερομηνία	13/10/2003		Ημερομηνία	14/10/2003	
ΧΥΤΑ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	%	ΧΥΤΑ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	%
Αδρανή		1,29	Αδρανή		3,66
Μέταλλα		1,54	Μέταλλα		2,59
Αλουμίνιο		0,95	Αλουμίνιο		0,80
Γυαλί		5,20	Γυαλί		21,51
ΔΞΥΛ		5,28	ΔΞΥΛ		3,66
Χαρτί		12,32	Χαρτί		13,77
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		53,78	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		25,51
Πλαστικά		15,06	Πλαστικά		21,51
Υπόλοιπα		4,57	Υπόλοιπα		6,99
Ημερομηνία	15/10/2003		Ημερομηνία	16/10/2003	
ΧΥΤΑ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	%	ΧΥΤΑ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	%
Αδρανή		2,77	Αδρανή		
Μέταλλα		3,72	Μέταλλα		
Αλουμίνιο		0,88	Αλουμίνιο		
Γυαλί		13,63	Γυαλί		
ΔΞΥΛ		7,27	ΔΞΥΛ		
Χαρτί		27,00	Χαρτί		
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		24,66	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		
Πλαστικά		14,88	Πλαστικά		
Υπόλοιπα		5,19	Υπόλοιπα		

Ημερομηνία	17/10/2003		Ημερομηνία	20/10/2003	
ΧΥΤΑ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	%	ΧΥΤΑ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	%
Αδρανή		2,05	Αδρανή		1,03
Μέταλλα		0,68	Μέταλλα		4,14
Αλουμίνιο		1,27	Αλουμίνιο		0,55
Γυαλί		30,51	Γυαλί		1,83
ΔΞΥΛ		1,36	ΔΞΥΛ		7,36
Χαρτί		11,50	Χαρτί		21,84
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		40,32	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		35,82
Πλαστικά		9,58	Πλαστικά		23,54
Υπόλοιπα		2,73	Υπόλοιπα		3,89
Ημερομηνία	21/10/2003		Ημερομηνία	22/10/2003	
ΧΥΤΑ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	%	ΧΥΤΑ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	%
Αδρανή		2,34	Αδρανή		
Μέταλλα		2,16	Μέταλλα		
Αλουμίνιο		0,94	Αλουμίνιο		
Γυαλί		1,52	Γυαλί		
ΔΞΥΛ		6,79	ΔΞΥΛ		
Χαρτί		12,52	Χαρτί		
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		34,42	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		
Πλαστικά		30,55	Πλαστικά		
Υπόλοιπα		8,76	Υπόλοιπα		
Ημερομηνία	23/10/2003		Ημερομηνία	24/10/2003	
ΧΥΤΑ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	%	ΧΥΤΑ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	%
Αδρανή		1,85	Αδρανή		0,92
Μέταλλα		1,13	Μέταλλα		3,16
Αλουμίνιο		0,81	Αλουμίνιο		1,60
Γυαλί		10,35	Γυαλί		1,71
ΔΞΥΛ		2,24	ΔΞΥΛ		4,64
Χαρτί		20,54	Χαρτί		9,67
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		30,72	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		50,83
Πλαστικά		30,29	Πλαστικά		20,22
Υπόλοιπα		2,07	Υπόλοιπα		7,24

Ημερομηνία	27/10/2003		Ημερομηνία	28/10/2003	
ΧΥΤΑ	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	%	ΧΥΤΑ	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	%
Αδρανή		1,73	Αδρανή		
Μέταλλα		1,64	Μέταλλα		
Αλουμίνιο		1,18	Αλουμίνιο		
Γυαλί		8,13	Γυαλί		
ΔΞΥΛ		5,03	ΔΞΥΛ		
Χαρτί		33,55	Χαρτί		
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		30,08	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		
Πλαστικά		12,09	Πλαστικά		
Υπόλοιπα		6,58	Υπόλοιπα		
Ημερομηνία	29/10/2003		Ημερομηνία	30/10/2003	
ΧΥΤΑ	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	%	ΧΥΤΑ	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	%
Αδρανή		1,75	Αδρανή		
Μέταλλα		2,15	Μέταλλα		
Αλουμίνιο		0,64	Αλουμίνιο		
Γυαλί		10,75	Γυαλί		
ΔΞΥΛ		0,79	ΔΞΥΛ		
Χαρτί		18,90	Χαρτί		
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		40,39	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		
Πλαστικά		19,97	Πλαστικά		
Υπόλοιπα		4,66	Υπόλοιπα		
Ημερομηνία	31/10/2003		Ημερομηνία	17/11/2003	
ΧΥΤΑ	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	%	ΧΥΤΑ	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	%
Αδρανή		0,54	Αδρανή		1,56
Μέταλλα		1,74	Μέταλλα		4,99
Αλουμίνιο		0,63	Αλουμίνιο		0,62
Γυαλί		1,89	Γυαλί		3,43
ΔΞΥΛ		11,70	ΔΞΥΛ		5,97
Χαρτί		19,00	Χαρτί		20,72
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		40,61	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		39,49
Πλαστικά		17,32	Πλαστικά		19,32
Υπόλοιπα		6,57	Υπόλοιπα		3,90

Ημερομηνία	18/11/2003		Ημερομηνία	19/11/2003	
ΧΥΤΑ	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	%	ΧΥΤΑ	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	%
Αδρανή		1,73	Αδρανή		1,94
Μέταλλα		5,72	Μέταλλα		4,71
Αλουμίνιο		0,56	Αλουμίνιο		0,53
Γυαλί		2,41	Γυαλί		2,06
ΔΞΥΛ		7,38	ΔΞΥΛ		6,23
Χαρτί		19,72	Χαρτί		19,45
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		39,37	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		39,91
Πλαστικά		17,69	Πλαστικά		18,77
Υπόλοιπα		5,42	Υπόλοιπα		6,40
Ημερομηνία	20/11/2003		Ημερομηνία	21/11/2003	
ΧΥΤΑ	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	%	ΧΥΤΑ	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.	%
Αδρανή		1,56	Αδρανή		1,49
Μέταλλα		2,39	Μέταλλα		4,55
Αλουμίνιο		0,46	Αλουμίνιο		0,51
Γυαλί		1,72	Γυαλί		1,53
ΔΞΥΛ		15,56	ΔΞΥΛ		6,59
Χαρτί		17,48	Χαρτί		22,42
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		39,69	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		36,53
Πλαστικά		16,23	Πλαστικά		18,16
Υπόλοιπα		4,91	Υπόλοιπα		8,23
Ημερομηνία	24/11/2003		Ημερομηνία	25/11/2003	
ΧΥΤΑ	ΜΑΡΟΥΛΑ	%	ΧΥΤΑ	ΜΑΡΟΥΛΑ	%
Αδρανή		1,13	Αδρανή		1,45
Μέταλλα		2,90	Μέταλλα		3,16
Αλουμίνιο		0,51	Αλουμίνιο		0,59
Γυαλί		6,23	Γυαλί		2,66
ΔΞΥΛ		3,81	ΔΞΥΛ		4,45
Χαρτί		27,32	Χαρτί		24,82
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		33,58	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		41,09
Πλαστικά		20,24	Πλαστικά		16,56
Υπόλοιπα		4,27	Υπόλοιπα		5,21

Ημερομηνία	26/11/2003		Ημερομηνία	27/11/2003	
ΧΥΤΑ	ΜΑΡΟΥΛΑ	%	ΧΥΤΑ	ΜΑΡΟΥΛΑ	%
Αδρανή		2,57	Αδρανή		1,13
Μέταλλα		4,37	Μέταλλα		0,90
Αλουμίνιο		0,35	Αλουμίνιο		0,90
Γυαλί		6,20	Γυαλί		0,72
ΔΞΥΛ		4,44	ΔΞΥΛ		3,55
Χαρτί		17,60	Χαρτί		36,11
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		46,73	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		37,38
Πλαστικά		14,03	Πλαστικά		14,36
Υπόλοιπα		3,70	Υπόλοιπα		4,97
Ημερομηνία	28/11/2003		Ημερομηνία	1 /12/2003	
ΧΥΤΑ	ΜΑΡΟΥΛΑ	%	ΧΥΤΑ	ΣΜΑ	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ%
Αδρανή		0,96	Αδρανή		1,45
Μέταλλα		4,05	Μέταλλα		2,13
Αλουμίνιο		0,73	Αλουμίνιο		0,59
Γυαλί		2,31	Γυαλί		1,86
ΔΞΥΛ		4,92	ΔΞΥΛ		2,63
Χαρτί		31,94	Χαρτί		26,11
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		24,78	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		34,22
Πλαστικά		19,11	Πλαστικά		21,91
Υπόλοιπα		11,19	Υπόλοιπα		9,10
Ημερομηνία	2 /12/2003		Ημερομηνία	3 /12/2003	
ΧΥΤΑ	ΣΜΑ	%	ΧΥΤΑ	ΣΜΑ	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ%
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	%	ΧΥΤΑ	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	%
Αδρανή		1,78	Αδρανή		1,60
Μέταλλα		2,02	Μέταλλα		3,72
Αλουμίνιο		0,73	Αλουμίνιο		0,72
Γυαλί		2,72	Γυαλί		4,05
ΔΞΥΛ		8,62	ΔΞΥΛ		6,48
Χαρτί		22,86	Χαρτί		21,93
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		39,55	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		39,61
Πλαστικά		18,32	Πλαστικά		17,46
Υπόλοιπα		3,39	Υπόλοιπα		4,43

Ημερομηνία	4 /12/2003		Ημερομηνία	5 /12/2003	
ΧΥΤΑ	ΣΜΑ	%	ΧΥΤΑ	ΣΜΑ	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ%
	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	%	ΧΥΤΑ	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	%
Αδρανή		1,60	Αδρανή		1,47
Μέταλλα		3,13	Μέταλλα		4,03
Αλουμίνιο		0,93	Αλουμίνιο		0,75
Γυαλί		3,31	Γυαλί		3,45
ΔΞΥΛ		3,88	ΔΞΥΛ		3,94
Χαρτί		22,08	Χαρτί		23,98
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		42,52	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		39,55
Πλαστικά		15,78	Πλαστικά		19,49
Υπόλοιπα		6,77	Υπόλοιπα		3,34
Ημερομηνία	8 /12/2003		Ημερομηνία	9 /12/2003	
ΧΥΤΑ	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	%	ΧΥΤΑ	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	%
Αδρανή		3,82	Αδρανή		0,77
Μέταλλα		1,94	Μέταλλα		2,92
Αλουμίνιο		0,74	Αλουμίνιο		0,73
Γυαλί		1,41	Γυαλί		1,46
ΔΞΥΛ		3,40	ΔΞΥΛ		7,63
Χαρτί		7,94	Χαρτί		17,46
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		61,53	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		40,03
Πλαστικά		9,18	Πλαστικά		16,16
Υπόλοιπα		10,05	Υπόλοιπα		12,83
Ημερομηνία	10/12/2003		Ημερομηνία	11/12/2003	
ΧΥΤΑ	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	%	ΧΥΤΑ	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	%
Αδρανή		4,79	Αδρανή		0,90
Μέταλλα		4,13	Μέταλλα		3,61
Αλουμίνιο		0,62	Αλουμίνιο		0,57
Γυαλί		1,16	Γυαλί		1,23
ΔΞΥΛ		6,77	ΔΞΥΛ		11,13
Χαρτί		16,62	Χαρτί		17,48
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		44,69	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		42,73
Πλαστικά		14,62	Πλαστικά		15,55
Υπόλοιπα		6,61	Υπόλοιπα		6,79

Ημερομηνία	12/12/2003		Ημερομηνία	15/12/2003	
ΧΥΤΑ	ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	%	ΧΥΤΑ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	%
Αδρανή		1,69	Αδρανή		1,97
Μέταλλα		3,46	Μέταλλα		1,82
Αλουμίνιο		0,76	Αλουμίνιο		0,47
Γυαλί		2,65	Γυαλί		2,45
ΔΕΥΛ		9,17	ΔΕΥΛ		7,19
Χαρτί		17,05	Χαρτί		21,96
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		43,67	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		39,65
Πλαστικά		15,76	Πλαστικά		18,72
Υπόλοιπα		5,79	Υπόλοιπα		5,77
Ημερομηνία	16/12/2003		Ημερομηνία	17/12/2003	
ΧΥΤΑ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	%	ΧΥΤΑ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	%
Αδρανή		1,06	Αδρανή		
Μέταλλα		2,40	Μέταλλα		
Αλουμίνιο		0,55	Αλουμίνιο		
Γυαλί		3,17	Γυαλί		
ΔΕΥΛ		2,88	ΔΕΥΛ		
Χαρτί		19,51	Χαρτί		
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		42,95	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		
Πλαστικά		21,72	Πλαστικά		
Υπόλοιπα		5,77	Υπόλοιπα		
Ημερομηνία	18/12/2003		Ημερομηνία	19/12/2003	
ΧΥΤΑ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	%	ΧΥΤΑ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	%
Αδρανή			Αδρανή		1,45
Μέταλλα			Μέταλλα		3,07
Αλουμίνιο			Αλουμίνιο		0,45
Γυαλί			Γυαλί		3,34
ΔΕΥΛ			ΔΕΥΛ		6,96
Χαρτί			Χαρτί		17,52
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου			Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		40,65
Πλαστικά			Πλαστικά		15,72
Υπόλοιπα			Υπόλοιπα		10,84

Ημερομηνία	12/1 /2004		Ημερομηνία	13/1 /2004	
ΧΥΤΑ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	%	ΧΥΤΑ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	%
Αδρανή			Αδρανή		1,25
Μέταλλα			Μέταλλα		3,34
Αλουμίνιο			Αλουμίνιο		1,03
Γυαλί			Γυαλί		3,77
ΔΞΥΛ			ΔΞΥΛ		5,66
Χαρτί			Χαρτί		17,24
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου			Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		41,33
Πλαστικά			Πλαστικά		17,02
Υπόλοιπα			Υπόλοιπα		9,35
Ημερομηνία	14/1 /2004		Ημερομηνία	15/1 /2004	
ΧΥΤΑ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	%	ΧΥΤΑ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	%
Αδρανή		3,01	Αδρανή		1,71
Μέταλλα		2,51	Μέταλλα		3,95
Αλουμίνιο		0,88	Αλουμίνιο		0,78
Γυαλί		3,01	Γυαλί		3,51
ΔΞΥΛ		5,86	ΔΞΥΛ		4,68
Χαρτί		18,82	Χαρτί		18,49
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		41,74	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		41,74
Πλαστικά		16,48	Πλαστικά		17,39
Υπόλοιπα		7,70	Υπόλοιπα		7,76
Ημερομηνία	16/1 /2004		Ημερομηνία	19/1 /2004	
ΧΥΤΑ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	%	ΧΥΤΑ	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	%
Αδρανή		1,46	Αδρανή		2,35
Μέταλλα		3,30	Μέταλλα		2,77
Αλουμίνιο		0,89	Αλουμίνιο		0,59
Γυαλί		4,22	Γυαλί		4,23
ΔΞΥΛ		6,00	ΔΞΥΛ		6,03
Χαρτί		17,27	Χαρτί		17,80
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		40,31	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		42,62
Πλαστικά		16,41	Πλαστικά		15,51
Υπόλοιπα		10,14	Υπόλοιπα		8,10

Ημερομηνία	20/1 /2004		Ημερομηνία	21/1 /2004	
ΧΥΤΑ	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	%	ΧΥΤΑ	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	%
Αδρανή		2,17	Αδρανή		1,99
Μέταλλα		3,62	Μέταλλα		3,19
Αλουμίνιο		0,86	Αλουμίνιο		0,71
Γυαλί		3,47	Γυαλί		3,20
ΔΞΥΛ		8,18	ΔΞΥΛ		6,10
Χαρτί		14,44	Χαρτί		18,55
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		41,35	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		41,73
Πλαστικά		15,48	Πλαστικά		15,85
Υπόλοιπα		10,44	Υπόλοιπα		8,70
Ημερομηνία	22/1 /2004		Ημερομηνία	23/1 /2004	
ΧΥΤΑ	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	%	ΧΥΤΑ	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	%
Αδρανή		2,07	Αδρανή		
Μέταλλα		2,99	Μέταλλα		
Αλουμίνιο		0,70	Αλουμίνιο		
Γυαλί		2,99	Γυαλί		
ΔΞΥΛ		6,16	ΔΞΥΛ		
Χαρτί		19,10	Χαρτί		
Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		42,97	Τροφικά Υπολλείμματα - Κήπου		
Πλαστικά		16,53	Πλαστικά		
Υπόλοιπα		6,48	Υπόλοιπα		

Παράρτημα 3

**Φωτογραφικά στιγμιότυπα της
δειγματοληψίας**



Εικόνα 1. Χώρος χειροδιαλογής ΑΣΑ.



Εικόνα 2. Χώρος χειροδιαλογής ΑΣΑ.



Εικόνα 3. Α/Φ κατά την εκκένωση του φορτίου.



Εικόνα 4. Επιλογή δείγματος για χειροδιαλογή.



Εικόνα 5. Επιλογή δείγματος για χειροδιαλογή



Εικόνα 6. Επιλογή με το χέρι του δείγματος για διαλογή.



Εικόνα 7. Δείγμα προς χειροδιαλογή.



Εικόνα 8. Μεταφορά αντιπροσωπευτικού δείγματος στο χώρο διαλογής.



Εικόνα 9. Μεταφορά αντιπροσωπευτικού δείγματος στο χώρο διαλογής.



Εικόνα 10. Μεταφορά δείγματος για χειροδιαλογή.



Εικόνα 11. Αδειασμα δείγματος στο χώρο διαλογής.



Εικόνα 12. Αδειασμα δείγματος στο χώρο διαλογής.



Εικόνα 13. Φορητός ζυγός και κάδοι διαλογής υλικών.



Εικόνα 14. Χειροδιαλογή του ημερήσιου δείγματος ΑΣΑ.



Εικόνα 15. Χειροδιαλογή των ΑΣΑ (άνοιγμα σάκων).



Εικόνα 16. . Χειροδιαλογή των ΑΣΑ (άνοιγμα σάκων).



Εικόνα 17. Κλάσματα υλικών μετά το τέλος της διαλογής.



Εικόνα 18. Κλάσμα "Μέταλλα" μετά από τη διαλογή.



Εικόνα 19. Κλάσμα "Γυαλί" μετά από τη διαλογή.



Εικόνα 20. Κλάσμα "Πλαστικά" μετά από τη διαλογή.



Εικόνα 21. Υπόλοιπα μετά το τέλος της διαλογής.



Εικόνα 22. Διάφορα είδη μη οικιακών απορριμμάτων.



Εικόνα 23. Νοσοκομειακά απόβλητα στα ΑΣΑ.



Εικόνα 24. Ογκώδη αντικείμενα και ΑΗΗΕ.



Εικόνα 25. Επικίνδυνα απόβλητα και απόβλητα συνεργείου.



Εικόνα 26. Ογκώδη αντικείμενα.



Εικόνα 27. Απόβλητα θερμοκηπιακών καλλιεργειών.



Εικόνα 28. Απόβλητο θερμοκηπιακών καλλιεργειών (απολύμανση καλλιέργειας).



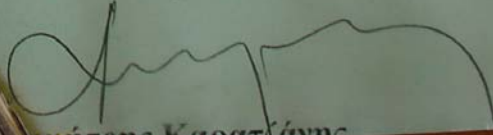
Εικόνα 29. Απόβλητα θερμοκηπίων (πλαστικά).



Εικόνα 30. Απόρριψη μεταχειρισμένων ελαστικών και υλός



Εικόνα 31. Απόρριψη ΟΤΚΖ σε ΧΔΑ

<u>ΑΠΟΦΑΣΙΖΟΥΜΕ</u>	
Ορίζουμε τα παρακάτω τέλη χρήσης της χωματερής από 1/3/2002.	
Απορριμματοφόρα Δήμων με ωφέλιμο φορτίο έως 5 τόνους	20 ευρώ
Απορριμματοφόρα Δήμων με ωφέλιμο φορτίο άνω των 5 τόνων	37 ευρώ
Κοντέϊνερ συρόμενα από τράκτορες Δήμων	117 ευρώ
Ιδιωτών με ωφέλιμο φορτίο από 0 – 1 τόνους	δωρεάν
Ιδιωτών με ωφέλιμο φορτίο από 1 – 3,5 τόνους	15 ευρώ
Ιδιωτών με ωφέλιμο φορτίο από 3,5 – 5 τόνους	24 ευρώ
Ιδιωτών με ωφέλιμο φορτίο από 5 – 7,5 τόνους	35 ευρώ
Ιδιωτών με ωφέλιμο φορτίο από 7,5 – 10 τόνους	50 ευρώ
Ιδιωτών με ωφέλιμο φορτίο από 10 – 15 τόνους	73 ευρώ
0. Ιδιωτών με κοντέϊνερ συρόμενα από τράκτορα	117 ευρώ
Ο Αντιδήμαρχος	
 ...Καλαμάκης	

Εικόνα 32. Κατάλογος τελών χρήσης ΧΥΤΑ (Ηράκλειο)



Εικόνα 33. ΧΥΤΑ Χερσονήσου



Εικόνα 34. ΧΥΤΑ Χερσονήσου



Εικόνα 35. ΣΜΑ Ηρακλείου



Εικόνα 36. ΧΥΤΑ Αμαρίου.



Εικόνα 37. Προωθητής απορριμμάτων.



Εικόνα 38. Ειδικό όχημα συμπίεσης απορριμμάτων (κατσκοπόδαρος).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΜΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ)

1 Νομοθετικό πλαίσιο

Ο εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης (μη επικινδύνων) στερεών αποβλήτων αναπτύσσεται στην ΚΥΑ 113944/97 (ΦΕΚ 1016Β/17-11-97) και συμπληρώνεται από την απόφαση 14312/1302 (ΦΕΚ 273Β/9-6-2000) μέχρι την πλέον πρόσφατη απόφαση 50910/2727 (ΦΕΚ 1909Β/22-12-2003) υπό τον τίτλο «Μέτρα και όροι για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων, Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης». Για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών ο ν. 2939/2001 θέτει τόσο το θεσμικό πλαίσιο όσο και τους ποσοτικούς στόχους.

Βασικός στόχος του Εθνικού Σχεδιασμού είναι η εξασφάλιση υψηλού επιπέδου προστασίας τόσο για την δημόσια υγεία όσο και για το φυσικό περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό προβλέπεται η κατασκευή και λειτουργία Εγκαταστάσεων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων οι οποίες θα έχουν μειωμένες εκπομπές προς το περιβάλλον και η λειτουργία τους θα πραγματοποιείται με τον πλέον αποδοτικό και οικονομικά εφικτό τρόπο.

2 Γενικές κατευθύνσεις

Η εθνική στρατηγική για τα στερεά απόβλητα στοχεύει στη λήψη των αναγκαίων μέτρων για τη ορθολογική και ολοκληρωμένη διαχείριση των στερεών αποβλήτων και τη βιώσιμη ανάπτυξη, ώστε:

- να εξασφαλίζεται ένα υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος και της Δημόσιας Υγείας,
- να εξοικονομούνται πρώτες ύλες, νερό, ενέργεια, επιφάνεια γης,
- να επιτυγχάνεται μείωση των αέριων εκπομπών που συμβάλουν στο φαινόμενο του Θερμοκηπίου,
- τα δευτερογενή υλικά από την αξιοποίηση να μην παρουσιάζουν μεγαλύτερη βλαπτικότητα από τα συγκρίσιμα πρωτογενή υλικά ή από τα τελικά προϊόντα αυτών,
- να επιμηκύνεται ο διαθέσιμος χρόνος ζωής των Χώρων Υγειονομικής Ταφής των Αποβλήτων (ΧΥΤΑ),

- η τελική διάθεση όσων αποβλήτων είναι αδύνατη η αξιοποίηση τους να μην αποτελεί κίνδυνο για τις επόμενες γενεές.

Δεδομένου ότι η παραγωγή στερεών αποβλήτων αποτελεί μορφή ρύπανσης και ταυτόχρονα πραγματική ή εν δυνάμει σπατάλη φυσικών πόρων, η πολιτική διαχείρισης στερεών αποβλήτων στοχεύει ιεραρχικά:

1. στην πρόληψη ή μείωση της παραγωγής αποβλήτων (ποσοτική μείωση) καθώς και στη μείωση της περιεκτικότητας αυτών σε επικίνδυνες ουσίες (ποιοτική βελτίωση).
2. στην αξιοποίηση των υλικών που προέρχονται από τα απόβλητα με τη μεγιστοποίηση της ανακύκλωσης και την ανάκτηση προϊόντων και ενέργειας.
3. στην τελική διάθεση των αποβλήτων, που δεν υπόκεινται σε διεργασίες αξιοποίησης και των υπολειμμάτων της επεξεργασίας των αποβλήτων, κατά τρόπο περιβαλλοντικά αποδεκτό, στοχεύοντας στην αειφορία.

Λαμβάνοντας υπόψη τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος από την κατασκευή μέχρι το τέλος της χρήσιμης ζωής του, εφαρμόζεται η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» με την θέσπιση κινήτρων και αντικινήτρων για την επίτευξη της πρόληψης της παραγωγής στερεών αποβλήτων και την παραγωγή προϊόντων κατάλληλων για επαναχρησιμοποίηση και αξιοποίηση.

Η διαχείριση των μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων εξειδικεύεται στις ακόλουθες θεματικές ενότητες:

1. Αστικά απόβλητα, συμπεριλαμβανομένων και των υλικών συσκευασίας
2. Μη επικίνδυνα βιομηχανικά απόβλητα
3. Άλλες κατηγορίες μη επικινδύνων στερεών αποβλήτων
 - i. Ιλύες από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων
 - ii. Μεταχειρισμένα ελαστικά
 - iii. Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ΟΤΚΖ)
 - iv. Αδρανή απόβλητα από κατασκευές, εκσκαφές και κατεδαφίσεις
 - v. Απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού

vi. Γεωργικά υπολείμματα και άχρηστα γεωργικά προϊόντα

3 Στόχοι Εθνικού Σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός της διαχείρισης των οικιακών αποβλήτων σε επίπεδο χώρας βασίζεται στους εξής στόχους:

- **Πρόληψη ή μείωση παραγωγής οικιακών αποβλήτων (ποσοτική μείωση) καθώς και μείωση της περιεκτικότητας τους σε επικίνδυνες ουσίες (ποιοτική βελτίωση).** Με την πρόληψη ή μείωση των παραγόμενων οικιακών αποβλήτων τίθεται σαν στόχος η βαθμιαία μείωση της ετήσιας αύξησης των παραγόμενων αποβλήτων ανά κάτοικο.
- **Επέκταση και εκσυγχρονισμός του δικτύου συλλογής και μεταφοράς των οικιακών αποβλήτων έτσι ώστε μέχρι το 2008 να καλύπτει το σύνολο της χώρας.** Στόχος είναι η κάλυψη των περιοχών στις οποίες δεν υφίσταται οργανωμένη συλλογή οικιακών αποβλήτων επίσης η κάλυψη των αναγκών που προκύπτουν από την επιλογή και υλοποίηση συστημάτων διαχείρισης βάσει των προδιαγραφών του κατά τόπους Περιφερειακού Σχεδιασμού.
- **Αξιοποίηση των διαφόρων υλικών που περιέχονται στα οικιακά απόβλητα και ανάκτηση ενέργειας από τα παραγόμενα οικιακά απόβλητα.** Στόχος είναι η επίτευξη του υψηλότερου δυνατού ποσοστού αξιοποίησης των παραγόμενων οικιακών αποβλήτων έτσι ώστε να μειωθεί το ποσοστό τελικής διάθεσης. Η αξιοποίηση των παραγόμενων οικιακών αποβλήτων επιτυγχάνεται αρχικά με την ανακύκλωση και λιπασματοποίηση τους και κατά δεύτερο λόγο με την ανάκτηση ενέργειας. Όσον αφορά τους στόχους για την ανακύκλωση, αυτοί δίνονται στην συνέχεια. Επιπλέον, όσον αφορά το ζυμώσιμο κλάσμα των οικιακών αποβλήτων, τίθεται ως στόχος η αξιοποίηση του 25 % έως το έτος 2005, με σκοπό τη μείωση της ποσότητας των ζυμώσιμων υλικών που οδηγούνται προς ταφή.

- **Περιβαλλοντικά αποδεκτή τελική διάθεση του τμήματος των οικιακών αποβλήτων τα οποία δεν υπόκεινται σε διεργασίες αξιοποίησης.** Στόχος είναι η ίδρυση και λειτουργία Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων οι οποίοι θα λειτουργούν βάσει εγκεκριμένων περιβαλλοντικών όρων και στους οποίους θα οδηγούνται τα υπολείμματα των οικιακών αποβλήτων τα οποία δεν είναι αξιοποιήσιμα.
- **Αποκατάσταση των χώρων που δεν πληρούν τις προϋποθέσεις για την τελική διάθεση των οικιακών αποβλήτων και οι οποίοι δεν επιλέγονται για την μετεξέλιξη τους σε οργανωμένους ΧΥΤΑ.** Η αποκατάσταση των χώρων αυτών στοχεύει στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στην δημιουργία των προϋποθέσεων για την φυσική επανένταξη των χώρων στο φυσικό γειτονικό τους περιβάλλον.

Με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 67728/824/1996, σχετικά με την ανάκτηση υλικών (σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 94/62/EK) αλλά και σύμφωνα με τον ν. 2939/2001, τέθηκε ο παρακάτω στόχος σχετικά με την ανάκτηση υλικών:

Μέχρι το 2005 πρέπει να αξιοποιείται τουλάχιστον το 50% κατά βάρος των αποβλήτων συσκευασίας με ανώτατο όριο το 65%. Μέχρι την παραπάνω προθεσμία θα πρέπει να ανακτάται κατ ελάχιστον το 25% των απορριμμάτων των συσκευασιών κατά βάρος με ανώτατο όριο το 65%. Στο ποσοστό αυτό πρέπει να ανακυκλώνεται τουλάχιστον το 15% κάθε υλικού συσκευασίας.

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της οδηγίας 99/31/EK, όπως αυτή ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο τέθηκαν οι παρακάτω στόχοι:

- Μέχρι την 16η Ιουλίου 2010 τα βιοαποικοδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να μειωθούν στο 75% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποικοδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995 ή το τελευταίο προ του 1995 έτος για το οποίο υπάρχουν διαθέσιμα τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat.*

- ii. Μέχρι την 16η Ιουλίου 2013 τα βιοαποικοδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να μειωθούν στο 50% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995 ή το τελευταίο προ του 1995 έτος για το οποίο υπάρχουν διαθέσιμα τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat.
- iii. Μέχρι την 16η Ιουλίου 2020 τα βιοαποικοδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να μειωθούν στο 35% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995 ή το τελευταίο προ του 1995 έτος για το οποίο υπάρχουν διαθέσιμα τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat.

4 Δράσεις

Για την επίτευξη του στόχου της πρόληψης ή μείωσης της παραγωγής των αστικών αποβλήτων προβλέπονται οι ακόλουθες δράσεις:

- I. Χρήση καθαρών τεχνολογιών στις διαδικασίες παραγωγής, με τις οποίες μπορεί να γίνει ηπιότερη χρήση των φυσικών πόρων.
- II. Θέσπιση μέτρων και κινήτρων για την επαναχρησιμοποίηση των υλικών που προκύπτουν μετά την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής του αντίστοιχου προϊόντος και ειδικότερα:
 - i. Εφαρμογή των απαραίτητων προτύπων και απαιτήσεων σε συνδυασμό με την υιοθέτηση κινήτρων και αντικινήτρων που αφορούν στην παραγωγή και στην σύνθεση των υλικών συσκευασίας με σκοπό τη μείωση της ποσότητας των παραγομένων αποβλήτων συσκευασίας και την εξασφάλιση της επαναχρησιμοποίησης και αξιοποίησης των υλικών συσκευασίας στο τέλος του κύκλου ζωής τους.
 - ii. Εφαρμογή κινήτρων και αντικινήτρων προς τους παραγωγούς προϊόντων, έτσι ώστε:

- ο να λαμβάνονται μέτρα για την παραγωγή προϊόντων των οποίων τα χαρακτηριστικά θα εξασφαλίζουν την επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων αυτών στο τέλος του κύκλου ζωής τους και
- ο σχεδιασμός και η διαδικασία παραγωγής να τείνουν προς τον στόχο της μείωσης της παρουσίας επικίνδυνων για το περιβάλλον ουσιών στα παραγόμενα προϊόντα.

Για την επίτευξη του στόχου επέκτασης και εκσυγχρονισμού του δικτύου συλλογής και μεταφοράς των αστικών αποβλήτων στο σύνολο της Χώρας προβλέπονται οι ακόλουθες δράσεις:

- I. Προμήθεια κατάλληλου εξοπλισμού για την αποκομιδή των αστικών αποβλήτων και εν γένει συντήρηση των μέσων αυτών σε υψηλά περιβαλλοντικά και υγιεινολογικά επίπεδα.*
- II. Οργάνωση των δικτύων συλλογής με την εφαρμογή προδιαγραφών και οδηγιών που αποσκοπούν στην βελτιστοποίηση της απόδοσης των τεχνικών που ακολουθούνται για την συλλογή των αστικών αποβλήτων.*
- III. Κατασκευή σταθμών μεταφόρτωσης οι οποίοι θα εξυπηρετούν, όπου κρίνεται απαραίτητο, τις ανάγκες μεταφοράς των αστικών αποβλήτων στις εγκαταστάσεις διαχείρισης και διάθεσης.*

Για την επίτευξη των λοιπών στόχων που έχουν τεθεί για τα αστικά απόβλητα προβλέπονται οι ακόλουθες δράσεις:

- I. Δημιουργία συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων, τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν μια ή συνδυασμό των παρακάτω μεθόδων:*
 - ι. την καθιέρωση και εφαρμογή συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης των υλικών συσκευασίας και άλλων προϊόντων τα οποία περιλαμβάνουν μέτρα για την ενθάρρυνση εφαρμογής συστημάτων επαναχρησιμοποίησης, ανάκτησης, ανακύκλωσης σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν. 2939/2001. Ως τέτοια μπορούν να αναφερθούν:*

- η οργάνωση προγραμμάτων διαλογής στην πηγή των ανακυκλώσιμων υλικών με προτεραιότητα στα αστικά κέντρα
- η κατασκευή μονάδων ανακύκλωσης υλικών
- την κατασκευή, όπου κρίνεται οικονομοτεχνικά σκόπιμο και με γνώμονα την οικονομία κλίμακας, μονάδων αερόβιας ή αναερόβιας βιολογικής επεξεργασίας του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος των στερεών αποβλήτων στις οποίες μπορούν να οδηγούνται και ιλύες από εγκαταστάσεις βιολογικής επεξεργασίας αστικών λυμάτων ή/και μονάδων θερμικής επεξεργασίας με ανάκτηση ενέργειας με σκοπό την ενεργειακή αξιοποίηση των αποβλήτων.
- την κατασκευή και λειτουργία ΧΥΤ αποβλήτων ή υπολειμμάτων, με στόχο την κάλυψη των αναγκών της Χώρας μέχρι το τέλος του 2008 και για τις ποσότητες εκείνες των στερεών αποβλήτων για τις οποίες δεν γίνεται αξιοποίηση μέσω επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης ή ανάκτησης προϊόντων και ενέργειας.

II. Ένταξη των υφιστάμενων Νομαρχιακών Σχεδιασμών στον Περιφερειακό Σχεδιασμό εντός 15 μηνών από την έναρξη ισχύος της παρούσας απόφασης.

III. Προώθηση της συμμετοχής ιδιωτικών κεφαλαίων σε επενδύσεις συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης, καθώς και στην λειτουργία των αντίστοιχων έργων.

IV. Προώθηση της συμμετοχής ιδιωτικών κεφαλαίων σε επενδύσεις για εγκαταστάσεις επεξεργασίας και αξιοποίησης των αστικών αποβλήτων και ΧΥΤ αποβλήτων ή υπολειμμάτων.

V. Σύσταση φορέων για τον σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία των έργων διαχείρισης και διάθεσης στερεών αποβλήτων, με τη συμμετοχή ενός ή περισσότερων δήμων.

VI. Έλεγχο της λειτουργίας των ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης αποβλήτων και σταδιακή εξάλειψη τους μέχρι το τέλος του προγράμματος κατασκευής των ΧΥΤ (δηλαδή μέχρι το τέλος του έτους 2008), με ταυτόχρονη λήψη μέτρων για τον ουσιαστικό περιορισμό έως εξάλειψη της προκαλούμενης ρύπανσης και αποκατάσταση-αναβάθμιση του τοπίου.