

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΑΓΩΤΕΛΗ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ ΑΜ:25202

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΛΑΖΑΡΙΔΗ ΑΙΚ. ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ:

ΑΠΟΣΤΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΜΠΕΛΙΩΤΗΣ ΚΩΝ. ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ



ΑΘΗΝΑ 2008

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εκπονήθηκε υπό την εποπτεία της κ. Λαζαρίδη Αικατερίνης στην οποία θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου για την καθοδήγηση και την ανιδιοτελή υποστήριξη της, όπως επίσης για την αμέριστη ανεκτικότητα και υπομονή της καθώς λόγω του φόρτου των υποχρεώσεων μου δεν είχα την απαραίτητη επιμέλεια και τακτική συνεργασία μαζί της , γεγονός που είχε σαν αποτέλεσμα συχνά να με «ψάχνει».

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον κ. Αποστολόπουλο Κων/νο για την «πατρική» καθοδήγηση για όλη την περίοδο παρακολούθησης του μεταπτυχιακού προγράμματος αλλά και τον κ. Αμπελιώτη Κων/νο για τις απαντήσεις στις ατελείωτες ερωτήσεις μου δίνοντας μου κατευθύνσεις στην ολοκλήρωση της δουλειάς μου.

Ακόμη θέλω να ευχαριστήσω την Περιφέρεια Αττικής και τους συνεργάτες μου ειδικά δε τον Γενικό Γραμματέα κ. Χαράλαμπο Μανιάτη για την αμέριστη συμπαράσταση και υπομονή του προκειμένου από την θέση μου να μπορέσω να παρακολουθήσω το μεταπτυχιακό πρόγραμμα.

Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στον ΕΣΔΚΝΑ καθώς και τις μελετητικές εταιρείες ENVIROPLAN και ΕΠΕΜ για την άντληση στοιχείων για την διαχείριση των στερεών απορριμάτων στην Αττική.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στην σύζυγό μου Δήμητρα και στον γιό μου Παναγιώτη για την ατελείωτη υπομονή που έδειξαν σε όλη την περίοδο του μεταπτυχιακού.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα μοντέλα Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (AKZ) αποτελούν τα κύρια υποστηρικτικά εργαλεία για την λήψη αποφάσεων που αφορούν τα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων. Η εργασία με τίτλο *«Ανάλυση Κύκλου Ζωής Εγκατάστασης Διαχείρισης Στερεών Απορριμμάτων στην Αττική»*, εξετάζει την ανωτέρω μεθοδολογία, η οποία έχει αναπτυχθεί με σκοπό την διαχείριση με επιστημονικές μεθόδους, των συνολικών επιπτώσεων των προϊόντων και διεργασιών στο περιβάλλον. Για την επίτευξη του σκοπού της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο IWM-2 (Integrated Waste Management-2), ένα μοντέλο το οποίο προορίζεται για χρήση σε Η/Υ και βασίζεται στην AKZ.

Η εργασία επικεντρώνεται στην περιγραφή της μεθοδολογίας και στην ανάλυση και αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης αποβλήτων για την αντιμετώπιση του προβλήματος της διαχείρισης της ευρύτερης περιοχής του Λεκανοπεδίου, μια περιοχή που ταλανίζεται από την συνεχή επιδείνωση των προβλημάτων διάθεσης των στερεών αποβλήτων, συμπεριλαμβάνοντας ωστόσο μία σύντομη, αλλά περιεκτική παρουσίαση των αρχών, του ιστορικού, των στόχων και σκοπών της AKZ, καθώς επίσης και περιπτώσεις εφαρμογής σε άλλες περιοχές ή χώρες. Τα ευρήματα βοηθούν στο να αξιολογηθούν με ποσοτικά κριτήρια τα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων και αναδεικνύουν τρόπους βελτιστοποίησης της περιβαλλοντικής τους απόδοσης. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων έδειξε ότι τα συστήματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων μπορούν να σχεδιαστούν αειφορικά, ελαχιστοποιώντας την εκπομπή ρύπων και διαχειρίζοντας σωστά τους πόρους, μέσω συνδυασμού σύγχρονων τεχνολογιών.

ABSTRACT

Life-cycle assessment (LCA) models are becoming the principal decision support tools of waste management systems. The study "Life Cycle Analysis in a solid waste management facility in Attika, Greece" examines this methodology which has been developed in order to confront and to manage, with a scientific manner, the total impact of products and processes on the environment. For the purpose of this study, IWM-2 was used (Integrated Waste Management-2), a computerized LCA-based model for integrated waste management. The main focus of the study is on the methodology description and alternative Attika's region waste management scenario analysis and appraisal, including also a brief but comprehensive presentation of the principles, the history, the goal definition and the scoping of LCA, as well as case studies from other countries. Our findings provide a quantitative understanding of waste management systems and may reveal consistent approaches to improve their environmental performances. Interpretation of results showed that waste management systems can be designed in an environmentally sustainable manner combining modern technologies lead to substantial avoidance of emissions and savings of resources.

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ
ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1	ΚΙΝΗΤΡΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ - ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ.....	1
1.2	ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	2
1.3	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙΤΑΙ.....	2
1.4	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	3
2.	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	5
2.1	ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	5
2.1.1	Σύντομη παρουσίαση εργαλείων	5
2.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ	11
2.3	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΚΖ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	15
2.4	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΚΖ ΓΙΑ ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΗΣ ΞΑΝΘΗΣ.....	19
3.	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ.....	29
4.	ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΑΦΗ ΣΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	36
4.1	ΧΥΤ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΟΥΝ ΥΠΟΒΛΗΘΕΙ ΣΕ ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	40
4.2	ΧΥΤ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΟΥΝ ΥΠΟΒΛΗΘΕΙ ΣΕ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	41
4.3	ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - ΕΣΟΔΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.....	42
4.3.1	Μονάδα κομποστοποίησης	42
4.3.2	Μονάδα αναερόβιας ζύμωσης.....	43

4.3.3	Μηχανική –Βιολογική Επεξεργασία (ΜΒΕ).....	45
4.3.4	Μονάδα Θερμικής Επεξεργασίας ΑΣΑ.	48
4.4	ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ.....	50
4.5	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΚΑΥΣΙΜΑ.....	54
5.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ	56
5.1	ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ	56
5.1.1	Εργοστάσιο μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης στα Άνω Λιόσια..	61
5.2	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΟΣΟΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ	63
5.2.1	Δημογραφικά στοιχεία Περιφέρειας Αττικής	63
5.2.2	Ποιοτικά χαρακτηριστικά απορριμμάτων.....	64
5.2.3	Ποσοτικά χαρακτηριστικά απορριμμάτων της Αττικής.....	73
6.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	81
6.1	ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ IWM-2	81
6.2	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	87
6.2.1	Αντικείμενο και ρόλος σεναρίων	88
6.2.2	Περιφερειακές - τοπικές ιδιαιτερότητες, δεδομένα και τάσεις.....	91
6.3	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	93
6.3.1	Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά σεναρίων	93
6.3.2	Το Σενάριο Αναφοράς.....	95
6.3.3	Δυνατές επιλογές ανά στάδιο διαχείρισης στερεών αποβλήτων.....	98
6.3.4	Επιλογές και συνδυασμοί επιλογών και τεχνολογιών - Γενικές προτεραιότητες και περιορισμοί	102
6.3.5	Επιπτώσεις σεναρίων και δείκτες επίδοσης	106
6.3.6	Σύνθεση επιπτώσεων και σύγκριση σεναρίων	107
6.4	ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	109
6.4.1	Βασικές αρχές - Κοινά σημεία σεναρίων.....	109
6.4.2	Παρουσίαση σεναρίων	111
6.4.3	Δεδομένα εισόδου / εξόδου – παραδοχές προγράμματος	123
7.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ	130

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	133
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	143
ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	143
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	147
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ	149
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ IWM-2	151
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ IWM-2....	156

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΚΙΝΗΤΡΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ - ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

Τα απόβλητα αποτελούν ένα όλο και σοβαρότερο περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό πρόβλημα για όλες τις σύγχρονες οικονομίες. Ο όγκος των αποβλήτων αυξάνει με ρυθμούς ανάλογους ή και ενίοτε μεγαλύτερους από την οικονομική ανάπτυξη. Ο τρόπος παραγωγής και χειρισμού των αποβλήτων επηρεάζει όλους μας, από τους μεμονωμένους πολίτες και τις μικρές επιχειρήσεις, μέχρι τις δημόσιες αρχές και το διεθνές εμπόριο.

Η παραγωγή και η διαχείριση αποβλήτων συνδέεται στενά με τον τρόπο κατά τον οποίο χρησιμοποιούμε τους πόρους. Η παραγωγή υπερβολικών ποσοτήτων αποβλήτων αποτελεί ένδειξη ασύμφορης χρήσης των πόρων, η δε ανάκτηση των ενσωματωμένων στα απόβλητα υλικών και ενέργειας μπορεί να μας βοηθήσει να χρησιμοποιούμε τους πόρους καλύτερα. Κατά συνέπεια, οι πολιτικές για τα απόβλητα μπορούν και πρέπει να έχουν στόχο τη μείωση των συνολικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με τη χρήση των πόρων.

Το σχετικό θεσμικό πλαίσιο διαμορφώθηκε μόλις την τελευταία 20ετία κατά τρόπο αποσπασματικό και, συχνά, υπό την πίεση της προσαρμογής στις επιταγές του κοινοτικού δικαίου. Για τον λόγο αυτό, η εμπειρία χωρών με μεγάλη βιομηχανική ανάπτυξη και «παράδοση» στην πολιτική διαχείρισης των αποβλήτων, είναι εξαιρετικά χρήσιμη.

Η διαχείριση και διάθεση απορριμμάτων στο νομό Αττικής έχει αναδειχθεί, από τα μέσα της δεκαετίας του '70 μέχρι σήμερα, σε ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα και στην προσπάθεια επίλυσής του έχουν εμπλακεί μια σειρά από φορείς, από την πλευρά της Τοπικής και Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης (ΚΕΔΚΕ, ΤΕΔΚΝΑ, άμεσα εμπλεκόμενοι δήμοι και κοινότητες, Δ. Αθηναίων και Πειραιά, Νομαρχιακά Συμβούλια), από την κεντρική διοίκηση (ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπ. Εσωτερικών) καθώς και από την επιστημονική κοινότητα (ΤΕΕ, ΕΜΠ, Παν. Πατρών, Πανελλήνιος Σύλλογος Χημικών Μηχανικών, ΓΕΩΤΕΕ, κ.ά.).

Στην περίπτωση της Αττικής, η κοινωνική αντίδραση που γενικά παρατηρείται στην Ελλάδα όταν ανακύπτει θέμα χωροθέτησης υποδομών σχετιζόμενων με τα απορρίμματα, συνδυάζεται με πρόσθετους παράγοντες όπως οι σημαντικές ποσότητες των παραγόμενων αστικών στερεών αποβλήτων (της τάξης των 5.800 τόνων ημερησίως), η υψηλή αξία της γης και η συνεχιζόμενη λειτουργία πολύ μεγάλου αριθμού ΧΑΔΑ (με περίπου μηδενικό, προφανώς, κόστος διάθεσης αποβλήτων).

Δεδομένων των αντιδράσεων που καταγράφονται απέναντι στο ενδεχόμενο της δημιουργίας νέων ΧΥΤΑ σε περιοχές της Αττικής, προκύπτει η ανάγκη ελαχιστοποίησης της ποσότητας των προς διάθεση απορριμμάτων (κάτι που άλλωστε επιβάλλεται και από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία) μέσω ανακύκλωσης και εφαρμογής σύγχρονων μεθόδων επεξεργασίας που θα αξιοποιούν με το βέλτιστο τρόπο (περιβαλλοντικά και οικονομικά) τα απορρίμματα και θα παράγουν το ελάχιστο δυνατό υπόλειμμα που στη συνέχεια θα οδηγείται προς ταφή, γεγονός που αποτελεί το κίνητρο της παρούσας εργασίας.

1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο βασικός στόχος της εργασίας είναι η ανάλυση με ποσοτικά κριτήρια του ειδικού βάρους του περιβαλλοντικού κόστους (ή και πιθανού οφέλους) στην ιεράρχηση επιλογών για την αντιμετώπιση του προβλήματος της διαχείρισης της ευρύτερης περιοχής του Λεκανοπεδίου, μια περιοχή που ταλανίζεται από την συνεχή επιδείνωση των προβλημάτων διάθεσης των στερεών αλλά και των προϊόντων υγρών αποβλήτων.

Επομένως, βασικός στόχος αυτής της μελέτης ήταν η Ανάλυση Κύκλου Ζωής της Εγκατάστασης Διαχείρισης Απορριμμάτων Αττικής, η παροχή της αναγκαίας πληροφορίας και η ανάπτυξη ενός πλαισίου αξιολόγησης των επιλογών που είναι σήμερα διαθέσιμες για την αντιμετώπιση του προβλήματος της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, μέσω: (1) συγκέντρωσης στοιχείων, τεχνικών και οικονομικών, (2) εκτίμησης μεγεθών, (3) περιγραφής τεχνολογιών και κυρίως (4) μέσω μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης του συνολικού κόστους συνυπολογίζοντας εξωτερικά οφέλη και επιβαρύνσεις, ώστε να πραγματοποιηθεί μια ιεράρχηση των επιλογών.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙΤΑΙ

Η εφαρμογή της ΑΚΖ χωρίζεται σε τέσσερα βασικά στάδια, τα οποία ακολουθήθηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας:

1. Τον ορισμό του σκοπού (goal) και του πλαισίου (scope) της μελέτης
2. Την απογραφική ανάλυση κύκλου ζωής (life cycle inventory analysis)
3. Την ανάλυση επιπτώσεων κύκλου ζωής (life cycle impact assessment)
4. Την ερμηνεία της μελέτης.

Αρχικά καθορίστηκε ο σκοπός και το πλαίσιο της μελέτης. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε διερεύνηση της εγχώριας και διεθνούς βιβλιογραφίας, με σκοπό την αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης διαχείρισης στερεών αποβλήτων στον Νομό Αττικής, του διεθνούς περιβαλλοντικού κεκτημένου στον τομέα των τεχνικών διαχείρισης στερεών αποβλήτων, των τεχνικών προδιαγραφών, των νομοθετικών απαιτήσεων, αντιστοίχων εμπειριών άλλων πόλεων και χωρών, αλλά και αντιστοίχων ερευνητικών προγραμμάτων.

Κατόπιν, καταρτίστηκαν τα σενάρια επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων του Νομού Αττικής, τα οποία αναλύθηκαν και αξιολογήθηκαν με την χρήση του μοντέλου IWM-2., χρησιμοποιώντας τα στοιχεία τα οποία προέκυψαν από την ανασκόπηση. Το μοντέλο IWM (Integrated Waste Management) λαμβάνει υπόψη όλο τον κύκλο ζωής των δημοτικών στερεών αποβλήτων, από την στιγμή της παραγωγής του αποβλήτου (απώλεια αξίας), έως την στιγμή που παύει να είναι απόβλητο, έχοντας μετατραπεί σε ένα χρήσιμο προϊόν, υπόλειμμα προς υγειονομική ταφή ή εκπομπή στην ατμόσφαιρα ή στα ύδατα. Το IWM-2 είναι ένα υπολογιστικό μοντέλο για Η/Υ που πραγματοποιεί συγκρίσεις και βελτιστοποιήσεις σεναρίων ολοκληρωμένης διαχείρισης στερεών αποβλήτων, χρησιμοποιώντας αποτελέσματα LCI (Life Circle Inventory).

Τέλος, συνυπολογίζοντας τις απαιτήσεις που απορρέουν από την ισχύουσα νομοθεσία, την υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης στερεών αποβλήτων και την κατάσταση του περιβάλλοντος της Αττικής, εξάχθηκαν τα τελικά συμπεράσματα της εργασίας.

1.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται μια γενική εισαγωγή στο θέμα και αναφέρεται ο σκοπός της εργασίας.

Στο 2^ο κεφάλαιο συνοψίζονται τα εργαλεία λήψης αποφάσεων που αφορούν στη διαχείριση στερεών αποβλήτων. Παράλληλα, παρουσιάζονται τα προβληματικά σημεία των εργαλείων συστημάτων ανάλυσης. Τέλος γίνεται ανασκόπηση της εφαρμογής της AKZ στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων με αναφορές στη διεθνή βιβλιογραφία.

Στο 3^ο κεφάλαιο γίνεται μια ανασκόπηση της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Παρουσιάζονται επίκαιρα στατιστικά στοιχεία της Eurostat που δείχνουν την παραγωγή στερεών αποβλήτων στα Κράτη – μέλη, καθώς και το ποσοστό εφαρμογής των τεχνολογιών διαχείρισης στερεών αποβλήτων κάθε Κράτους – Μέλους.

Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποιες περιβαλλοντικές παράμετροι που αφορούν τις επιπτώσεις διαφόρων ειδών Χώρων Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων, ώστε να ληφθούν υπόψη κατά την αξιολόγηση των σεναρίων διαχείρισης αποβλήτων του Νομού Αττικής.

Επίσης δίδονται στοιχεία για το κόστος κατασκευής και λειτουργίας διαφόρων μονάδων επεξεργασίας απορριμμάτων και τα έσοδα από τα ανακυκλώσιμα υλικά και τα δευτερογενή καύσιμα. Τα ανωτέρω στοιχεία προέκυψαν από βιβλιογραφική επισκόπηση και συνεκτίμηση της ελληνικής αγοράς.

Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται το ιστορικό διαχείρισης στερεών αποβλήτων στην Αττική, καθώς και η λειτουργία του Εργοστασίου μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης στα Άνω Λιόσια. Επίσης, παρουσιάζονται τα πληθυσμιακά στοιχεία της Περιφέρειας Αττικής και τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων απορριμμάτων.

Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται το υπολογιστικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε (IWM-2), η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε δηλαδή οι γενικοί κανόνες ανάπτυξης των προς αξιολόγηση σεναρίων, το αντικείμενο και ο ρόλος τους, το νομοθετικό και διοικητικό πλαίσιο που πρέπει να ικανοποιείται, καθώς και οι περιφερειακές - τοπικές ιδιαιτερότητες, δεδομένα και τάσεις.

Παράλληλα, παρουσιάζεται το μεθοδολογικό πλαίσιο ανάπτυξης των σεναρίων, τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των σεναρίων, η αναγκαιότητα ύπαρξης σεναρίου αναφοράς, οι δυνατές επιλογές ανά στάδιο διαχείρισης στερεών αποβλήτων, οι επιλογές και συνδυασμοί επιλογών και τεχνολογιών, οι δείκτες επίδοσης και η διαδικασία σύγκρισης των σεναρίων.

Τέλος, περιγράφονται τα εξεταζόμενα σενάρια επεξεργασίας και τα κοινά τους σημεία, τα διαγράμματα ροής κάθε σεναρίου, καθώς και τα απαραίτητα δεδομένα για την εκτίμηση των επιπτώσεων κάθε σεναρίου.

Στο κεφάλαιο 7 αξιολογούνται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα των εναλλακτικών σεναρίων επεξεργασίας στερεών αποβλήτων και παρουσιάζονται γραφήματα και εικόνες από το πρόγραμμα ενώ στο 8^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εξαχθέντα συμπεράσματα της εργασίας.

Η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με την σε αλφαβητική σειρά αναφορά της διεθνούς και εγχώριας βιβλιογραφίας, καθώς και των σχετικών διευθύνσεων στο διαδίκτυο.

Τέλος στο παράρτημα, παρουσιάζονται κάποιες επιτυχημένες περιπτώσεις διαλογής και αξιοποίησης οργανικού κλάσματος στην πηγή καθώς επίσης και μία πρότυπη μονάδα βιολογικής ξήρανσης στην πόλη Osnabruck της Γερμανίας.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ένας μεγάλος αριθμός μεθόδων, προσεγγίσεων και εργαλείων μοντελοποίησης έχουν αναπτυχθεί και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην υποστήριξη της λήψης αποφάσεων στον τομέα της διαχείρισης αποβλήτων.

Μερικά από αυτά τα εργαλεία, επικεντρώνονται στην περιβαλλοντική απόδοση των συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων, όπως για παράδειγμα η αξιολόγηση του κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment - LCA). Άλλα εργαλεία επικεντρώνονται στην οικονομική απόδοση αυτών των συστημάτων, όπως η ανάλυση κόστους-οφέλους (Cost-Benefit Analysis - CBA) και η κοστολόγηση του κύκλου ζωής (Life-Cycle Costing - LCC). Άλλοι τύποι οικονομικών μοντέλων, όπως είναι τα μοντέλα ισορροπίας, δύναται να περιλαμβάνουν μια περιβαλλοντική διάσταση. Επιπλέον, μοντέλα ενεργειακών συστημάτων, μπορούν να περιλαμβάνουν τα απόβλητα ως ένα είδος καυσίμων και έτσι να καθίστανται συναφή με τα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων.

Το μεγάλο πλήθος των διαφορετικών μεθόδων που είναι διαθέσιμες, μπορεί να προκαλέσει σύγχυση, γεγονός που καθιστά αναγκαίο τον χαρακτηρισμό των προσεγγίσεων με σκοπό την επιλογή του καταλληλότερου κατά περίπτωση εργαλείου.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται εν συντομία ορισμένα από τα εργαλεία που έχουν συνάφεια με τη διαχείριση αποβλήτων. Τα χαρακτηριστικά που θα χρησιμοποιηθούν, περιλαμβάνουν τα είδη των επιπτώσεων, τα υπό μελέτη αντικείμενα και το κατά πόσο ένα εργαλείο αναφέρεται σε διαδικασίες (procedural tools), ή είναι αναλυτικό (analytical tools). Τα εργαλεία που αναφέρονται σε διαδικασίες, επικεντρώνονται στις διαδικασίες και τις συνδέσεις με το κοινωνικό περιεχόμενο και τη λήψη αποφάσεων. Τα αναλυτικά εργαλεία, επικεντρώνονται στην τεχνική διάσταση της ανάλυσης. Τα αναλυτικά εργαλεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο πλαίσιο των εργαλείων που αναφέρονται σε διαδικασίες.

2.1.1 Σύντομη παρουσίαση εργαλείων

Η **εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων - ΕΠΕ** (Environmental Impact Assessment -EIA) και η **στρατηγική περιβαλλοντικής εκτίμησης - ΣΠΕ** (Strategic Environmental Assessment - SEA), αποτελούν εργαλεία που αναφέρονται σε διαδικασίες.

Η ΕΠΕ αποτελεί ένα καθιερωμένο εργαλείο, κυρίως για την αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα εργαλεία που εξετάζονται, σε γενικές γραμμές αποτελεί εργαλείο μία συγκεκριμένη κάθε φορά περιοχή. Η πιθανή χωροθέτηση του υπό μελέτη έργου / δραστηριότητας καθώς και οι συνδεδεμένες με αυτή εκπομπές ρύπων είναι συνήθως γνωστές και η ΕΠΕ χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση εναλλακτικών χώρων. Η ΣΠΕ αποτελεί ένα πιο πρόσφατο εργαλείο το οποίο χρησιμοποιείται σε προγενέστερο στάδιο στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, σε ένα πιο στρατηγικό επίπεδο, στη διαμόρφωση πολιτικών, σχεδιασμού και προγραμμάτων. Εφόσον η ΣΠΕ χρησιμοποιείται σε τέτοιο επίπεδο, η ακριβής χωροθέτηση των διαφόρων πηγών των εκπομπών μπορεί να μην είναι γνωστή, γεγονός που επιβάλλει τη χρήση διαφορετικών μεθόδων αξιολόγησης σε σύγκριση με την παραδοσιακή ΕΠΕ. Καθώς και τα δύο αυτά εργαλεία αναφέρονται σε διαδικασίες, απαιτείται η χρήση διάφορων αναλυτικών εργαλείων που θα συμπληρώνουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Για παράδειγμα η εκτίμηση του κύκλου ζωής καθώς και η εκτίμηση επικινδυνότητας θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως τμήματα μιας ΣΠΕ (Finnveden et al, 2003). Τόσο η ΕΠΕ όσο και η ΣΠΕ, περιλαμβάνουν την εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθώς και τη χρήση των φυσικών πόρων. Μερικές φορές είναι χρήσιμη και η οικονομική και κοινωνική διάσταση, αλλά η ένταξή τους δεν αποτελεί γενικευμένη πρακτική.

Η **ανάλυση του κύκλου ζωής - AKZ**, είναι ένα εργαλείο για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των καταναλισκόμενων πόρων κατά τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος, από την απόκτηση των πρώτων υλών, έως την παραγωγή, τη χρήση και την απόρριψή του. Ο όρος προϊόν μπορεί να περιλαμβάνει και υπηρεσίες ενός συστήματος διαχείρισης αποβλήτων.

Για την τυποποίηση της AKZ έχει δημιουργηθεί ένα πρότυπο κατά ISO, το οποίο παρέχει ένα πλαίσιο, ορολογία και ένα φάσμα μεθοδολογικών επιλογών. Μία AKZ υποδιαιρείται σε τέσσερις φάσεις: Τον ορισμό στόχου και σκοπού, την καταγραφή των στοιχείων (που περιλαμβάνει συνδυασμό δεδομένων εισόδου και εξόδου του συστήματος), την ανάλυση του κύκλου ζωής των επιπτώσεων και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Η ανάλυση του κύκλου ζωής των επιπτώσεων με τη σειρά της υποδιαιρείται σε περισσότερα στοιχειώδη μέρη, μερικά εκ των οποίων είναι προαιρετικά. Τα κύρια μέρη (η επιλογή των κατηγοριών επιπτώσεων και των μοντέλων, η ταξινόμηση και ο χαρακτηρισμός τους), στοχεύουν στην περιγραφή της συμβολής του υπό μελέτη συστήματος σε ένα αριθμό κατηγοριών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπως είναι η εξάντληση των πρώτων υλών, οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και οι οικολογικές συνέπειες. Ένα από τα προαιρετικά μέρη στην ανάλυση του κύκλου ζωής των επιπτώσεων, είναι και η στάθμιση (weighting) και περιλαμβάνει την συγκριτική αποτίμηση των διαφόρων κατηγοριών επιπτώσεων. Για να είναι εφικτή η στάθμιση θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν

διάφορες μέθοδοι ποσοτικοποίησης, ή πολύ-κριτηριακές τεχνικές ανάλυσης. Η AKZ έχει εξελιχθεί σε σημαντικό εργαλείο για τη διαχείριση αποβλήτων και τη διαμόρφωση πολιτικών.

Η ανάλυση κόστους οφέλους, αποτελεί ένα αναλυτικό εργαλείο για την εκτίμηση του συνολικού κόστους και των ωφελειών που προκύπτουν από ένα έργο ή μία δραστηριότητα. Αποτελεί ένα καθιερωμένο εργαλείο σύμφωνα με το οποίο το συνολικό κόστος και όφελος, συμπεριλαμβανομένου και του περιβαλλοντικού κόστους, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να ποσοτικοποιούνται. Αυτό σημαίνει ότι όλα τα αγαθά και οι υπηρεσίες τα οποία είτε είναι προς πώληση είτε όχι, θα πρέπει να αποκτήσουν αξία σε χρήμα (Johansson, 1993). Κατά την αξιολόγηση, τα κόστη συγκρίνονται με τα οφέλη. Αν και συνήθως εφαρμόζεται σε έργα ή υπηρεσίες, η χρήση του εργαλείου είναι δυνατή και σε ένα πιο ευρύ φάσμα εφαρμογών, ειδικά ως μέθοδος αξιολόγησης / αποτίμησης.

Η ανάλυση κόστους κύκλου ζωής - AKKZ, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του κόστους ενός προϊόντος ή υπηρεσίας από τη σκοπιά του κύκλου ζωής. Πρόκειται για ένα αναλυτικό εργαλείο το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει διαφορετικές κατηγορίες κόστους. Εάν η AKKZ περιλαμβάνει εξωτερικά κόστη (δηλαδή κοινωνικά κόστη όπως για παράδειγμα η μόλυνση του περιβάλλοντος), τότε μπορεί να είναι παρόμοια με την ανάλυση κόστους-οφέλους.

Η εκτίμηση επικινδυνότητας (Risk Assessment), αποτελεί ένα ευρύτερο όρο ο οποίος περιλαμβάνει διάφορα εργαλεία εκτίμησης. Εδώ γίνεται μία διάκριση μεταξύ της εκτίμησης επικινδυνότητας χημικών ουσιών και την εκτίμηση επικινδυνότητας ατυχημάτων. Η δεύτερη, δύναται να εμπεριέχει και την περιβαλλοντική διάσταση. Η εκτίμηση επικινδυνότητας ατυχημάτων, αναφέρεται σε μη-προσχεδιασμένα περιστατικά όπως είναι για παράδειγμα οι εκρήξεις και οι πυρκαγιές. Αυτό το γεγονός, έρχεται σε αντίθεση με την εκτίμηση επικινδυνότητας των χημικών, όπου η διασπορά τους είναι συχνά προσχεδιασμένη και αποτελεί πολλές φορές, μέρος της χρήσης τους. Κατά την εκτίμηση επικινδυνότητας των χημικών, η εκτίμηση της έκθεσης, συμπεριλαμβανομένης μιας περιγραφής της φύσης και του μεγέθους του εκτιθέμενου στόχου, όπως επίσης και το μέγεθος και η διάρκεια της έκθεσης, συνδυάζονται με μία εκτίμηση της επίδρασης (Olsen et al, 2001). Σκοπό της εκπόνησης της εκτίμησης επικινδυνότητας, μπορεί να αποτελεί ο καθορισμός τιμών στόχου ή αποδεκτής επικινδυνότητας. Εκτίμηση επικινδυνότητας ουσιών μπορεί επίσης να διεξαχθεί για ένα συγκεκριμένο έργο, οπότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν μοντέλα εξειδικευμένα στο συγκεκριμένο χώρο, για την εκτίμηση της έκθεσης. Τέτοιου είδους εκτιμήσεις μπορεί να αποτελούν μέρος μιας ΕΠΕ, ούτως ώστε να εκτιμηθεί η επικινδυνότητα για τον πληθυσμό της ευρύτερης περιοχής γύρω από μία εγκατάσταση διαχείρισης αποβλήτων (Ferre-Huguet et al, 2006). Κατά την εκτίμηση

επικινδυνότητας ατυχημάτων, η πιθανότητα για να λάβει χώρα ένα ατύχημα, συνδέεται με μία εκτίμηση για τις πιθανές συνέπειες του ατυχήματος.

Η **λογιστική ροής υλικών** (Material Flow Accounting - MFA), αποτελεί μια οικογένεια μεθόδων (Bringenzu et al, 1997). Η ανάλυση ροής συστατικού (Substance Flow Analysis -SFA), αποτελεί ένα τύπο λογιστικής ροής υλικών η οποία επικεντρώνεται σε ένα συγκεκριμένο συστατικό μέσα σε ένα σύστημα. Όπως και οι άλλοι τύποι λογιστικής ροής υλικών, επικεντρώνεται στα δεδομένα εισόδου, αλλά επιπλέον, παρακολουθεί τα συστατικά μέχρι και την έξοδο από το σύστημα. Αυτή η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων.

Το **σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης** (Environmental Management System - EMS), και περιβαλλοντικής επιθεώρησης, αποτελεί ένα εργαλείο που αναφέρεται σε διαδικασίες (Wrisberg et al, 2002). Το EMAS (Eco Management & Audit Scheme) και το ISO 14001, αποτελούν δύο πρότυπα του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης, που χρησιμοποιούνται ως μέθοδοι διασφάλισης της περιβαλλοντικής επίδοσης εταιριών, φορέων και οργανισμών. Η περιβαλλοντική επιθεώρηση αποτελεί μία περιγραφική εκτίμηση η οποία τυπικά περιλαμβάνει περιβαλλοντικές παραμέτρους καθώς και την χρήση πόρων.

Διαφορετικοί τύποι οικονομικής εκτίμησης λαμβάνουν χώρα σε μόνιμη βάση. Για παράδειγμα, πριν τη λήψη αποφάσεων που αφορά ένα έργο, είθισται να γίνεται μια οικονομική ανάλυση της επένδυσης. Εάν το υποψήφιο έργο είναι πολυσύνθετο ως σύστημα, όπως για παράδειγμα ένα σύστημα διαχείρισης αποβλήτων για ένα φορέα διαχείρισης, το οποίο περιλαμβάνει έναν αριθμό διαφορετικών εγκαταστάσεων επεξεργασίας, θα πρέπει να γίνει χρήση μοντέλου για την οικονομική ανάλυση.

Διαφορετικές προτάσεις πολιτική, συνήθως συνοδεύονται από την εκτίμηση επιπτώσεων. Στην Ε.Ε. η εκτίμηση επιπτώσεων απαιτείται για τη χάραξη όλων των προτάσεων πολιτικής που προέρχονται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Το περιεχόμενο και οι φιλοδοξίες τέτοιων εκτιμήσεων, μπορεί να ποικίλει, ενώ πολλές φορές περιλαμβάνουν και την περιβαλλοντική διάσταση.

Τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι πολλές φορές συνυφασμένα με τα ενεργειακά συστήματα. Αν και τις περισσότερες φορές τα απόβλητα αποτελούν ένα περιορισμένο μέρος των εθνικών ενεργειακών συστημάτων, θα μπορούσαν να αποτελούν ουσιαστικό κομμάτι περιφερειακών / τοπικών ενεργειακών συστημάτων.

Η **εκτίμηση του εξωτερικού κόστους / οφέλους** και κατόπιν η ενσωμάτωσή του (internalisation) στις υφιστάμενες τιμές της αγοράς και στη διαδικασία λήψης των αποφάσεων

μπορεί να μεταβάλλει σημαντικά την ανταγωνιστικότητα συστημάτων και τεχνολογιών διαχείρισης απορριμμάτων, που με βάση αυστηρά ιδιωτικο-οικονομικά κριτήρια πιθανόν να εμφανίζονται ως δαπανηρές λύσεις. Όμως, η σύγχρονη απαίτηση για βιώσιμη ανάπτυξη επιβάλλει τη λήψη των αποφάσεων στη βάση μιας ολοκληρωμένης οικονομικής αξιολόγησης των εναλλακτικών λύσεων, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις ιδιωτικο-οικονομικές χρηματοροές όσο και τις περιβαλλοντικές ζημίες, στη βάση της μεγιστοποίησης του κοινωνικού οφέλους. Στην παρούσα μελέτη, επιλέχθηκε η μέθοδος της εκτίμησης του εξωτερικού κόστους/οφέλους, για να εκτιμηθούν οι γενικευμένες επιπτώσεις και τα κόστη στη διαχείριση στερεών αποβλήτων.

Η επιλογή του κατάλληλου εργαλείου για κάθε περίπτωση βασίζεται κυρίως σε δύο άξονες: Στο υπό μελέτη αντικείμενο και στις επιπτώσεις που το αφορούν. Στον παρακάτω πίνακα έχουν ταξινομηθεί τα διάφορα εργαλεία που αναφέρθηκαν, σε σχέση με τους δύο αυτούς άξονες. Ο πίνακας αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν οδηγός για την επιλογή μεθόδου αξιολόγησης.

2.1.1.1 Προβληματικά σημεία εργαλείων συστημάτων ανάλυσης

Οι διάφορες μέθοδοι θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ως εργαλεία συστημάτων ανάλυσης. Αν και οι προσδοκίες από τέτοια συστήματα είναι πολλές φορές υψηλές, οι προσδοκίες αυτές συχνά δεν εκπληρώνονται. Ένας λόγος θα μπορούσε να είναι ότι τελικά δεν επιλέχθηκε η κατάλληλη μέθοδος. Ένας άλλος λόγος θα μπορούσε να είναι ότι τα δεδομένα και οι αβεβαιότητες της μεθόδου είναι τέτοια σε πλήθος, όπου δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Ακολουθώντας, παρατίθενται κάποια προβληματικά σημεία, κάποια από τα οποία είναι κοινά για διάφορες μεθόδους, ενώ κάποια άλλα αφορούν μεμονωμένες μεθόδους.

Περιορισμοί στις πιθανότητες πρόβλεψης του μέλλοντος

Τα εργαλεία συχνά χρησιμοποιούνται για την πληροφόρηση των ενδιαφερομένων μερών που καλούνται να λάβουν μια απόφαση, σχετικά με τις πιθανές συνέπειες της απόφασης αυτής. Οι επενδύσεις στο χώρο της διαχείρισης αποβλήτων μπορεί να πραγματοποιούνται σε ένα πολύ μεγάλο βάθος χρόνου. Για παράδειγμα μία μονάδα αποτέφρωσης αποβλήτων, μπορεί να έχει μια διάρκεια ζωής πολλών δεκαετιών. Οι συνέπειες μιας τέτοιας επένδυσης θα εξαρτάται λοιπόν από τις μελλοντικές εκτιμήσεις που αφορούν για παράδειγμα, τις ενεργειακές τιμές, που όπως είναι γνωστό είναι εξαιρετικά δύσκολο να προβλεφθούν. Αν και υπάρχουν πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση πιθανών περιβαλλοντικών εξελίξεων, είναι ξεκάθαρο ότι το μέλλον είναι από τη φύση του αβέβαιο. Το γεγονός αυτό εισάγει την αβεβαιότητα στην εκτίμηση.

Περιορισμοί στη γνώση αναφορικά με τη σύσταση των αποβλήτων

Η κοινωνία μας κυριολεκτικά διαχειρίζεται χιλιάδες χημικές ουσίες. Η γνώση μας σχετικά με το πώς αυτές οι ουσίες χρησιμοποιούνται και σε ποια προϊόντα απαντώνται, είναι συχνά περιορισμένη. Αυτό σημαίνει ότι όταν διαφορετικά προϊόντα καταλήγουν ως απόβλητα, έχουμε περιορισμένη γνώση αναφορικά με το περιεχόμενο των διαφορετικών αποβλήτων. Από τη στιγμή που μπορούμε να αναλύσουμε μόνο ένα μικρό κλάσμα των χιλιάδων χημικών τα οποία καταλήγουν για διάθεση σε ένα ΧΥΤΑ, δεν είμαστε σε θέση να εκτιμήσουμε όλες τις πιθανές εκπομπές ρύπων από αυτό το ΧΥΤΑ.

Περιορισμοί στην επιστημονική κατανόηση των διεργασιών

Ακόμη και αν ξέρουμε τη σύσταση των αποβλήτων, μπορεί να έχουμε περιορισμούς στην κατανόηση των διαφόρων διεργασιών που λαμβάνουν χώρα, οπότε θα έχουμε περιορισμούς και στην πρόβλεψη των πιθανών επιπτώσεων. Υπάρχουν ρύποι όπως είναι οι διοξίνες, οι οποίοι έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον μεγάλης μερίδας ερευνητών. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν πάρα πολλοί ρύποι, για τους οποίους έχουμε περιορισμένη γνώση. Άλλος ένας παράγοντας που περιπλέκει περισσότερο την κατάσταση, είναι η εξέλιξη των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα σε πολλές χώρες, η τελική διάθεση αποβλήτων σε ΧΥΤΑ, δεν περιλαμβάνει το οργανικό κλάσμα. Όμως, ένα μεγάλο κομμάτι των γνώσεών μας, περιορίζεται σε διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε ΧΥΤΑ σύμμεικτων στερεών αποβλήτων. Έτσι λοιπόν, η συμπεριφορά ενός μοντέρνου ΧΥΤΑ σε βάθος χρόνου δεν έχει μελετηθεί και τα δεδομένα που έχουμε αυτή τη στιγμή δεν επαρκούν για να κατανοήσουμε πλήρως αυτές

Επιλογή κατάλληλου χρονικού πλαισίου

Για ορισμένα από τα εργαλεία που παρουσιάστηκαν προηγουμένως, όπως είναι η εκτίμηση επικινδυνότητας, τα αποτελέσματα μπορούν να παρουσιαστούν ως συγκεντρώσεις σε συνάρτηση με το χρόνο. Για άλλα εργαλεία, τα αποτελέσματα θα μπορούσαν να εκφράζονται παραδείγματος χάρη, ως ποσότητες εκπομπών, χωρίς καμία πληροφορία αναφορικά με τη συγκέντρωση ή τη χρονική ανάλυση. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι ποσότητες αυτές υπολογίζονται βάση κάποιας χρονικής περιόδου. Η επιλογή αυτής της περιόδου δεν αποτελεί πρόβλημα, αλλά ειδικά όσον αφορά τη διαχείριση αποβλήτων, είναι καταλυτική. Για παράδειγμα, οι εκπομπές ρύπων από ένα ΧΥΤΑ, μπορεί να συνεχίζονται για χιλιάδες χρόνια. Μια σημαντική ερώτηση που μπορεί να τεθεί, είναι πως τελικά αξιολογούνται οι μελλοντικές

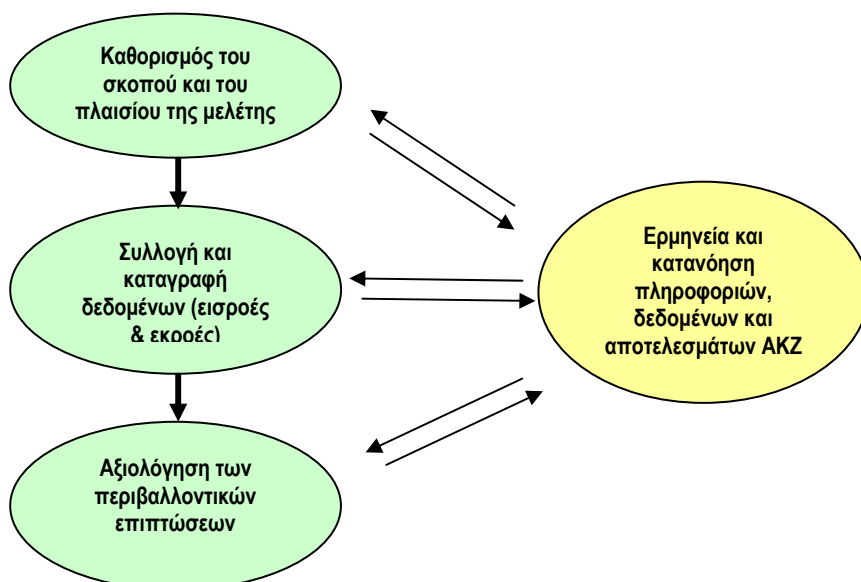
εκπομπές ως προς τις παρούσες. Αξιολογούνται ως εξίσου σημαντικές, λιγότερο ή περισσότερο σημαντικές; Αυτές οι ερωτήσεις είναι φυσικά συνυφασμένες με την ηθική διάσταση του θέματος, όσον αφορά το ενδιαφέρον μας για τις μελλοντικές γενιές. Με οικονομικούς όρους, το θέμα αντιμετωπίζεται τυπικά, με την απαξίωση των μελλοντικών επιπτώσεων, αξιολογώντας κατά αυτόν τον τρόπο τις μελλοντικές επιπτώσεις ως μικρότερης σημασίας. Στην εκτίμηση κύκλου ζωής, συνήθως υπολογίζεται το σύνολο των εκπομπών ανεξαρτήτως χρονικής ανάλυσης, ή ακόμη με την επιλογή ενός χρονικού πλαισίου με την πάροδο του οποίου, δεν λαμβάνονται υπόψη οι μελλοντικές εκπομπές (Finnveden, 1999).

2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

Ο καθορισμός του σκοπού και πλαισίου της ανάλυσης είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό στάδιο στην εφαρμογή της τεχνικής γιατί από αυτό θα εξαρτηθεί η έκταση της σε χρόνο, ανθρώπινο δυναμικό και οικονομικούς πόρους. Επιπρόσθετα όπως και κάθε μοντέλο, το μοντέλο που χρησιμοποιείται για την ΑΚΖ αναπόφευκτα περιέχει απλοποιήσεις και παραδοχές. Ο ξεκάθαρος ορισμός του σκοπού και πλαισίου της ανάλυσης είναι για το χρήστη ένα κομβικό σημείο κατά το οποίο θα πρέπει να βεβαιωθεί ότι οι παραδοχές και απλοποιήσεις αυτές θα είναι τέτοιες που δεν θα επιφέρουν σημαντική αλλοίωση στο τελικό αποτέλεσμα. Τα σημαντικότερα ζητήματα που συνδέονται με το σκοπό και το πλαίσιο της ΑΚΖ, είναι:

- Η ακριβής αποτύπωση του σκοπού για τον οποίο γίνεται η ΑΚΖ
- Ο λεπτομερής καθορισμός του κύκλου ζωής και της χρήσης του προϊόντος
- Ο καθορισμός της λειτουργικής μονάδας
- Ο ορισμός και περιγραφή των ορίων του συστήματος
- Ο καθορισμός των ποιοτικών προδιαγραφών για τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν
- Οι υποθέσεις, περιορισμοί και απαιτήσεις για την επακόλουθη ερμηνεία
- Το ακροατήριο στο οποίο τα αποτελέσματα θα διαχυθούν και ο τρόπος που θα εφαρμοστούν
- Ο τύπος και η μορφή της έκθεσης για τη μελέτη

Ο καθορισμός του σκοπού και του πλαισίου προκύπτει από την ανάγκη για συνέπεια κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της ΑΚΖ. Στην πράξη, το πλαίσιο της μελέτης είναι ο προσδιορισμός του επιπέδου λεπτομέρειας που απαιτείται για την εφαρμογή των αποτελεσμάτων. Το αποτέλεσμα της μελέτης εξαρτάται κυρίως από την ακρίβεια των στοιχείων που εισάγονται.



Εικόνα 2.1. Μεθοδολογία Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής.

Λειτουργική Μονάδα

Η λειτουργική μονάδα είναι ένα βασικό στοιχείο της ΑΚΖ που πρέπει να καθοριστεί. Η λειτουργική μονάδα είναι ένα μέτρο της λειτουργίας του συστήματος υπό μελέτη και παρέχει μια αναφορά τόσο για τα εισαγόμενα στοιχεία όσο και για τα αποτελέσματα, επιτρέποντας τη σύγκριση δύο διαφορετικών συστημάτων. Ο καθορισμός μιας λειτουργικής μονάδας πιθανό να είναι δύσκολος, καθώς αυτή πρέπει να είναι ακριβής και συγκρίσιμη έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ολόκληρη τη μελέτη.

Όρια του Συστήματος

Τα όρια του συστήματος καθορίζουν ποιες διεργασίες θα πρέπει να συμπεριληφθούν στη μελέτη ΑΚΖ. Ο καθορισμός των ορίων του συστήματος, είναι εν μέρει υποκειμενικός, και γίνεται συνήθως κατά τον ορισμό του πλαισίου. Όρια που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι για παράδειγμα τα όρια μεταξύ τεχνόσφαιρας (διεργασίες, υλικά και άλλα είδη που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας) και οικόσφαιρας (διεργασίες και υλικά που δεν

προκύπτουν από κάποια ανθρώπινη δραστηριότητα), γεωγραφικά και χρονικά όρια και τα όρια μεταξύ του κύκλου ζωής υπό μελέτη και των κύκλων ζωής άλλων συστημάτων (π.χ. παραγωγή κεφαλαιουχικών αγαθών).

Ποιότητα δεδομένων

Η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων από τις μελέτες AKZ, εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων που εισάγονται. Οι ακόλουθες παράμετροι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη: χρονική, γεωγραφική και τεχνολογική κάλυψη, ακρίβεια και αντιπροσωπευτικότητα των δεδομένων, συνέπεια και επαναληψιμότητα των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για συλλογή των δεδομένων, και τέλος το σφάλμα και τα κενά δεδομένων. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να καθορίζονται όρια (threshold points) σχετικά με την πληρότητα των δεδομένων.

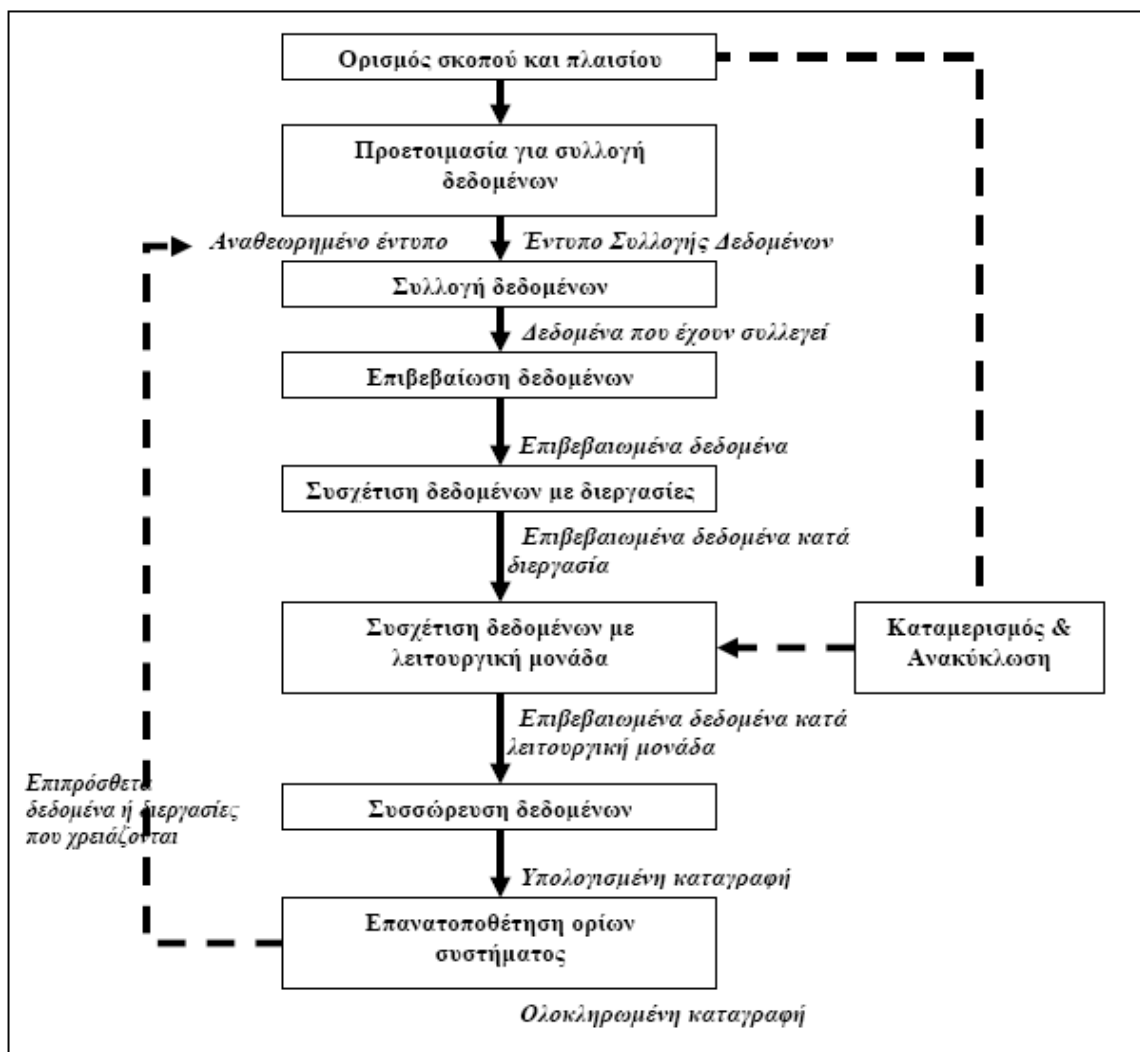
Συλλογή Δεδομένων: Καταγραφή Κύκλου Ζωής

Για την ολοκλήρωση του μοντέλου είναι αναγκαία η συλλογή δεδομένων για κάθε διεργασία που βρίσκεται εντός των ορίων του συστήματος. Τα δεδομένα που χρειάζονται είναι συνδυασμός εισροών και εκροών σε κάθε διεργασία που περιλαμβάνεται στα όρια του συστήματος. Για τη συλλογή δεδομένων πρέπει, μεταξύ άλλων, να σχεδιάζονται κατάλληλα έντυπα συλλογής δεδομένων. Στη συνέχεια τα δεδομένα επαληθεύονται και σχετίζονται με τη λειτουργική μονάδα προκειμένου να επιτραπεί η συνάθροιση των αποτελεσμάτων. Ένα πολύ ευαίσθητο βήμα σε αυτήν τη διαδικασία υπολογισμού είναι η κατανομή των ροών στο περιβάλλον π.χ. εκπομπές στον αέρα, νερό και έδαφος. Επίσης, ένα άλλο πρόβλημα προκύπτει από το γεγονός ότι αρκετές διεργασίες παράγουν περισσότερα από ένα προϊόντα, που πιθανόν να μην βρίσκονται εντός των ορίων του συστήματος. Επομένως, τόσο οι εξαγωγές πρώτων υλών όσο και οι περιβαλλοντικές εκπομπές που σχετίζονται με τη συνολική διεργασία, θα πρέπει να καταμερίζονται στα διαφορετικά προϊόντα της διεργασίας.

Η συλλογή δεδομένων είναι το στάδιο με τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε πόρους και χρόνο σε μία AKZ. Το παρακάτω σχήμα δείχνει τις απαιτήσεις σε στοιχεία κατά τη διάρκεια μίας AKZ, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14041. Τα συστήματα παραγωγής προϊόντων συνήθως περιλαμβάνουν ορισμένες διεργασίες οι οποίες είναι οι ίδιες σχεδόν για όλες τις μελέτες, όπως, η προμήθεια ενέργειας, οι μεταφορές, οι υπηρεσίες επεξεργασίας αποβλήτων και η παραγωγή χημικών ουσιών. Οι διεργασίες αυτές ονομάζονται διεργασίες παρασκήνιου (background processes). Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμες βάσεις δεδομένων με στοιχεία για πολλές από αυτές. Η επαναχρησιμοποίηση στοιχείων από προηγούμενες μελέτες μπορεί να απλοποιήσει την εργασία συλλογής δεδομένων,

εντούτοις αυτό πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή έτσι ώστε τα δεδομένα να είναι αντιπροσωπευτικά.

Ωστόσο για αρκετές από τις διεργασίες του συστήματος είτε δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα είτε τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα δεν είναι αντιπροσωπευτικά της διεργασίας που περιλαμβάνεται στον κύκλο ζωής υπό εξέταση. Οι διεργασίες αυτές είναι γνωστές ως διεργασίες προσκηνίου (foreground processes) και για αυτές απαιτείται η συλλογή πρωτογενών στοιχείων από το υπό μελέτη σύστημα.



Εικόνα 2.2. Σχηματική επεξήγηση των αναγκών σε στοιχεία για το στάδιο καταγραφής κατά την Ανάλυση Κύκλου Ζωής [3].

Διάγραμμα Ροής (Flow Diagram)

Το διάγραμμα ροής των διαδικασιών διαμορφώνει μια ποιοτική γραφική απεικόνιση όλων των σχετικών διεργασιών που περιλαμβάνονται στον κύκλο ζωής του συστήματος που μελετάται. Αποτελείται από μια ακολουθία διαδικασιών που συνδέονται από τις ροές υλικών και ενέργειας. Στόχος του είναι η επικέντρωση του ενδιαφέροντος στις πιο σχετικές διεργασίες παρά η πλήρης

αποτύπωση του συστήματος. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις διεργασίες που πιθανότατα παράγουν τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επεμβάσεις.

Εξαιρετικά σημαντικό είναι όλες οι αναφορές κατά την εισαγωγή των συλλεγμένων στοιχείων στο μοντέλο, να γίνονται ως προς τη λειτουργική μονάδα για να διατηρούνται τα ισοζύγια μάζας και ενέργειας, θεμέλιος λίθος για την ΑΚΖ.

2.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΚΖ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η ΑΚΖ είναι μια μεθοδολογία η οποία ποσοτικοποιεί τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις και κατά συνέπεια τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου της ζωής προϊόντων ή διεργασιών (Rebitzer et al., 2004). Η ΑΚΖ είναι μια ολιστική μεθοδολογία που ήδη από το 1995 έχει αρχίσει να εφαρμόζεται σταδιακά για τη βιώσιμη διαχείριση των στερεών αποβλήτων (Güeraca et al., 2006). Ο όρος βιώσιμη διαχείριση στερεών αποβλήτων δηλώνει τη διαχείριση η οποία είναι περιβαλλοντικά αποτελεσματική, οικονομικά ανεκτή και κοινωνικά αποδεκτή (McDougall, 2001).

Οι εισροές σε ένα σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων, για τις ανάγκες της ΑΚΖ, είναι τα στερεά απόβλητα και η ενέργεια (υγρά καύσιμα και ηλεκτρική) που απαιτείται. Οι εκροές είναι ανακτημένα προϊόντα υπό τη μορφή χρήσιμων υλικών (π.χ. γυαλί, αλουμίνιο), compost, ή ενέργειας. Εκροές του συστήματος επίσης είναι οι εκπομπές προς αέριους ή υδάτινους αποδέκτες κατά τα διάφορα στάδια της διαχείρισης καθώς επίσης και τα υπολείμματα στο έδαφος από την εδαφική διάθεση (Αμπελιώτης κ.ά., 2007).

Για τη διευκόλυνση της μοντελοποίησης σύμφωνα με την ΑΚΖ έχουν αναπτυχθεί κατάλληλα υπολογιστικά εργαλεία. Τα σημαντικότερα από αυτά, σχετιζόμενα αποκλειστικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, είναι (McDougall, 2001):

- η δεύτερη έκδοση του Integrated Waste Management (IWM-2), μιας εφαρμογής που αναπτύχθηκε από την εταιρεία Procter & Gamble αρχικά ως IWM-1 (McDougall et al., 2001). Είναι μια αυτόνομη εφαρμογή η οποία περιέχει περιβαλλοντικά δεδομένα σχετικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων καθώς επίσης και οικονομικά στοιχεία και στηρίζεται στην απογραφή των δεδομένων του κύκλου ζωής (LCI). Σύμφωνα με τον McDougall (2001), η LCI αποτελεί μια μεθοδολογία η οποία συνεισφέρει προς τη βιώσιμη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Με αυτή την εφαρμογή θα γίνει η ανάλυση των δεδομένων της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

- το Waste Integrated Systems for Assessment of Recovery and Disposal (WISARD) είναι ένα εμπορικό προϊόν το οποίο αναπτύχθηκε από την Ecobilan με χρηματοδότηση από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος του Ηνωμένου Βασιλείου (Ecobilan, 2008).
- το Organic Waste Research (ORWARE), προϊόν της συνεργασίας 4 ακαδημαϊκών ιδρυμάτων της Σουηδίας, αποτελείται από διαφορετικά υποσυστήματα τα οποία συνδυαζόμενα αναπαριστούν τον κύκλο ζωής των αποβλήτων. Το μοντέλο αυτό ενσωματώνει στοιχεία AKZ.

Πιο συγκεκριμένα, το μοντέλο ORWARE (Organic Waste REsearch) είναι ένα υπολογιστικό εργαλείο το οποίο υπολογίζει τις ροές υλικών, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και το κόστος της διαχείρισης των αποβλήτων (Eriksson et al., 2002). Οι υπορουτίνες που συνθέτουν το κύριο μοντέλο ORWARE είναι αναλυτικότερα: Η παραγωγή αποβλήτων, η μεταφορά, η αποτέφρωση, η θερμική αεριοποίηση, η υγειονομική ταφή, η ανακύκλωση υλικών, η αναερόβια χώνευση, η κομποστοποίηση, η διαχείριση των υγρών αποβλήτων, η εκμετάλλευση του βιοαερίου, και η εδαφική διάθεση των υπολλειμμάτων.

Οι Björklund et. al. (1999) χρησιμοποιούν το πρόγραμμα ORWARE για να αξιολογήσουν το σύστημα διαχείρισης των στερεών αποβλήτων της πόλης Ουψάλα στη Σουηδία. Η συγκεκριμένη μελέτη είχε ως αντικείμενο τη διαχείριση των μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων της πόλης και ειδικότερα: α) τη βιολογική επεξεργασία του βιοαποδομήσιμου κλάσματος και β) την ανάκτηση των ανακυκλούμενων υλικών. Η βάση της ανάλυσης είναι η παρούσα κατάσταση στο σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων της πόλης: Η κύρια μέθοδος επεξεργασίας είναι η αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας ενώ περίπου 7.500 τόνοι καύσιμων βιομηχανικών στερεών αποβλήτων οδηγούνται προς ΧΥΤΑ. Τα ποσοστά ανάκτησης των υλικών είναι 75% για το έντυπο χαρτί, 70% για το γυαλί και 100% για τα μέταλλα.

Το πρώτο εναλλακτικό σενάριο περιλαμβάνει τη βιολογική επεξεργασία (κομποστοποίηση αλλά και αναερόβια χώνευση) του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αλλά και την αποτέφρωση των βιομηχανικών αποβλήτων που προαναφέρθηκαν. Το ποσοστό ανάκτησης του βιοαποδομήσιμου κλάσματος ανέρχεται σε 85%. Το δεύτερο σενάριο προβλέπει την αναερόβια χώνευση ολόκληρου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος (με ίδιο ποσοστό ανάκτησης όπως στο σενάριο 1).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης δείχνουν ότι το σενάριο 2 μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της διαχείρισης. Το σενάριο 1 μπορεί να λειτουργήσει θετικά ως ένα πρώτο στάδιο για την εκπαίδευση των πολιτών προς την κατεύθυνση της διαλογής στην πηγή του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των αποβλήτων.

Οι Özeler et. al. (2006) χρησιμοποιώντας το υπολογιστικό μοντέλο IWM-1 εξετάζουν 5 διαφορετικά σενάρια για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων στην ευρύτερη περιοχή της Άγκυρας στην Τουρκία. Το πρώτο σενάριο προβλέπει συλλογή, μεταφορά και εδαφική διάθεση. Το δεύτερο προβλέπει επιπλέον 20% διαλογή στην πηγή πριν τη συλλογή. Το τρίτο σενάριο προβλέπει μηχανική διαλογή πριν την εδαφική διάθεση ενώ το τέταρτο προβλέπει αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας. Τέλος το πέμπτο σενάριο προβλέπει αναερόβια χώνευση πριν την εδαφική διάθεση.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αναδεικνύουν ότι η χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας προκύπτει από το σενάριο 2. Το ίδιο σενάριο αναδεικνύεται ως το καλύτερο και ως προς την κατηγορία της οξίνισης αλλά και της ανθρώπινης τοξικότητας. Παρόλα αυτά, σε σχέση με τις χαμηλότερες επιβαρύνσεις στην κλιματική αλλαγή, το σενάριο 5 αναδεικνύεται ως το καλύτερο. Συνολικά λοιπόν, το σενάριο 2 αναδεικνύεται ως η βέλτιστη επιλογή από την πλευρά του κύκλου ζωής.

Οι Güereca et. al. (2006) εξειδικεύουν την ανάλυσή τους στη μελέτη δύο εναλλακτικών συστημάτων διαχείρισης του οργανικού κλάσματος των αστικών στερεών αποβλήτων στην μητροπολιτική περιοχή της Βαρκελώνης. Το βασικό σενάριο περιγράφει την τρέχουσα διαχείριση των οργανικών αποβλήτων ενώ το εναλλακτικό σενάριο προβλέπει βελτιωμένη διαχείριση. Για παράδειγμα το εναλλακτικό σενάριο προβλέπει κομποστοποίηση για το υπολλειπόμενο κλάσμα από την αναερόβια χώνευση ενώ σήμερα το κλάσμα αυτό οδηγείται σε ΧΥΤΑ. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης δείχνουν ότι οι προτεινόμενες βελτιώσεις οδηγούν σε μείωση των επιπτώσεων στις επτά από τις δώδεκα εξεταζόμενες κατηγορίες επιπτώσεων. Δύο από αυτές απαλοίζονται παντελώς ενώ αύξηση παρατηρείται στην οξίνιση, την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και στην κατανάλωση νερού.

Ο Skordilis (2004) εφαρμόζει μια προσέγγιση που στηρίζεται εν μέρει στην ΑΚΖ για τη μελέτη της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην Κέρκυρα. Η ανάλυση δείχνει ότι ο συνδυασμός της ανάκτησης των υλικών με διαλογή στη πηγή με παράλληλη αξιοποίηση του οργανικού κλάσματος των αποβλήτων αποτελεί τη βέλτιστη επιλογή για τους μικρούς νησιωτικούς δήμους.

Οι Hischer et al. (2004) εξετάζουν τα δύο επίσημα συστήματα ανακύκλωσης και ανάκτησης αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) στην Ελβετία. Η μελέτη στηρίζεται τόσο στην Ανάλυση Ροής Υλικών (Material Flow Analysis) όσο και στην ΑΚΖ. Οι συγγραφείς καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι το σύστημα επιστροφής και ανακύκλωσης παρουσιάζει σαφή περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με το σενάριο αναφοράς το οποίο προβλέπει την αποτέφρωση όλων των ΑΗΗΕ.

Τέλος, εξαιρετικό ενδιαφέρον είναι το άρθρο των Forbes et. al. (1998) στο οποίο πραγματοποιείται ανασκόπηση περιπτώσεων εργασίας, χρησιμοποιώντας το μοντέλο IWM-1. Το IWM-1 είναι ένα φύλλο εργασίας του Excel, και ουσιαστικά αποτελεί τον πρόγονο του IWM-2 που χρησιμοποιείται για την επίτευξη των στόχων της παρούσας εργασίας. Οι περιπτώσεις εφαρμογής του IWM-1 και τα κυριότερα συμπεράσματα συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πόλη	Πληθυσμός	Συμπεράσματα
Baraume, Γαλλία	225.000 σε μικρές αστικές περιοχές και μη αστικές	Το σενάριο της πλήρους κομποστοποίησης είχε σημαντική μείωση στην ποσότητα των αποβλήτων προς υγειονομική ταφή.
Βαρκελώνη, Ισπανία	1.644.000 πυκνοκατοικημένη αστική περιοχή	Η τελικά επιλεγθείσα στρατηγική με την χρήση LCI περιλαμβάνει 6 μονάδες κομποστοποίησης, 3 μονάδες αεριοποίησης, 2 μονάδες καύσης, 2 μονάδες ανακύκλωσης, και τελική διάθεση σε ελεγχόμενους ΧΥΤΥ (3 μονάδες)
Gloucester, Αγγλία	554.000 τόσο σε αστικές, όσο και σε περιαστικές περιοχές	Αρχικά το 92% όλων των παραγόμενων αποβλήτων όδευε προς υγειονομική ταφή, με μικρό ποσοστό του εναπομείναντος υλικού να ανακυκλώνεται ή να κομποστοποιείται. Όλα τα υλικά θα μεταφέρονται σε μικρούς αποκεντρωμένους σταθμούς συλλογής. Μια κεντρική μονάδα κομποστοποίησης σχεδιάζεται να επεξεργάζεται το οργανικό κλάσμα. Το ανακυκλώσιμο κλάσμα θα αποστέλεται για επαναεπεξεργασία και μια μονάδα καύσης με ανάκτηση ενέργειας θα δέχεται τα μη ανακυκλώσιμα υλικά.

2.4 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΚΖ ΓΙΑ ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΗΣ ΞΑΝΘΗΣ

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι περιπτώσεις εφαρμογής της μεθοδολογίας της ΑΚΖ οι οποίες υπάρχουν στο εγχειρίδιο με τίτλο *«Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση Συστημάτων Διαχείρισης Αστικών Αποβλήτων, Εγχειρίδιο για την πρόγνωση των αστικών αποβλήτων και την αξιολόγηση της βιωσιμότητας των συστημάτων διαχείρισής των»*, το οποίο εκδόθηκε από το Εργαστήριο Οργάνωσης και Προγραμματισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστήμιου Θράκης, το έτος 2005, και η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος με τίτλο “The Use of Life Cycle Assessment Tools for the Development of Integrated Waste Management Strategies for Cities and Regions with Rapid Growing Economies”, το οποίο χρηματοδοτήθηκε από το 5^ο Πρόγραμμα Πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης στα πλαίσια του προγράμματος “Ενέργεια, Περιβάλλον και Βιώσιμη Ανάπτυξη”, Key Action: “The City of Tomorrow and Cultural Heritage”. Μεταξύ των επιλεγμένων πόλεων στην ΕΕ με ταχέως αναπτυσσόμενες οικονομίες ήταν η πόλη της Ξάνθης, την περίπτωση της οποίας θα περιγράψουμε στις ακόλουθες παραγράφους (www.lca-iwm.net).

Ποσότητες και σύνθεση των αστικών στερεών αποβλήτων

Τα χαρακτηριστικά των ΑΣΑ που θα παράγονται στην Ξάνθη κατά τη διάρκεια των επόμενων 10 ετών, όπως προβλέπονται από το Μοντέλο Πρόγνωσης, παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες. Το έτος αναφοράς είναι το 2003.

Πίνακας 2.1. Μελλοντικές παραγόμενες ποσότητες ΑΣΑ στην πόλη της Ξάνθης

Έτος	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ποσότητα (Kg/κάτοικο/έτος)	304	312	319	325	331	338	345
Έτος	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Ποσότητα (Kg/κάτοικο/έτος)	352	359	366	373	381	389	

Πίνακας 2.2. Σύνθεση ΑΣΑ στην πόλη της Ξάνθης (προβολές)

Έτος	Συστατικά ΑΣΑ (% κατά βάρος)								
	Οργανικά	Χάρτι & χαρτόνι	Γυαλί	Μέταλλα	Πλαστικά & συνθετικά	Επικίνδυνα απόβλητα	ΛΗΗΕ	Άλλα απόβλητα	Ογκώδη απόβλητα
2003	45	21	5	5	9	3	1	10	1
2008	44	22	5	5	10	3	1	10	1
2015	42	23	5	5	10	3	1	10	1

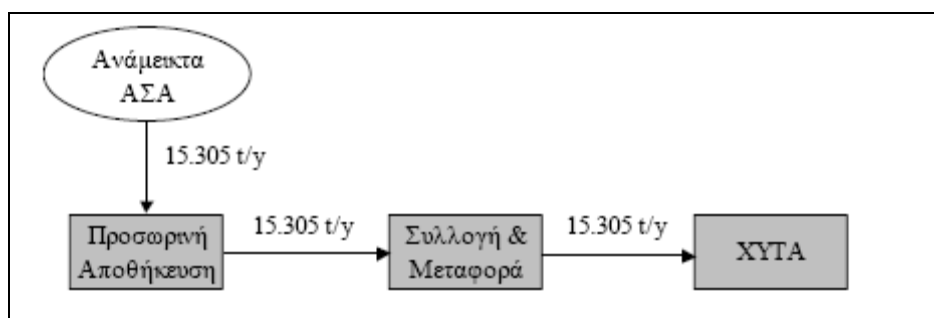
Υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων

Ο Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων του Νομού Ξάνθης είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση όλων των ειδών των αποβλήτων στο Νομό Ξάνθης. Το 2003, υπήρχαν περίπου 40.000 τόνοι (η συλλεγόμενη ποσότητα στερεών αποβλήτων της πόλης της Ξάνθης ήταν 13.700 τόνοι) εμπορικών και οικιακών στερεών αποβλήτων, εκτός από τα βιομηχανικά, γεωργικά και άλλα στερεά απόβλητα. Όσον αφορά τα οικιακά απόβλητα ο Σύνδεσμος Διαχείρισης Αποβλήτων είναι υπεύθυνος για τη συλλογή και την υγειονομική ταφή. Όλα τα οικιακά απόβλητα διατίθενται σε ένα ΧΥΤΑ που βρίσκεται σε απόσταση 10Km από την πόλη της Ξάνθης.

Περιγραφή των επιλεγμένων σεναρίων διαχείρισης αποβλήτων για την πόλη της Ξάνθης

Σενάριο 1:

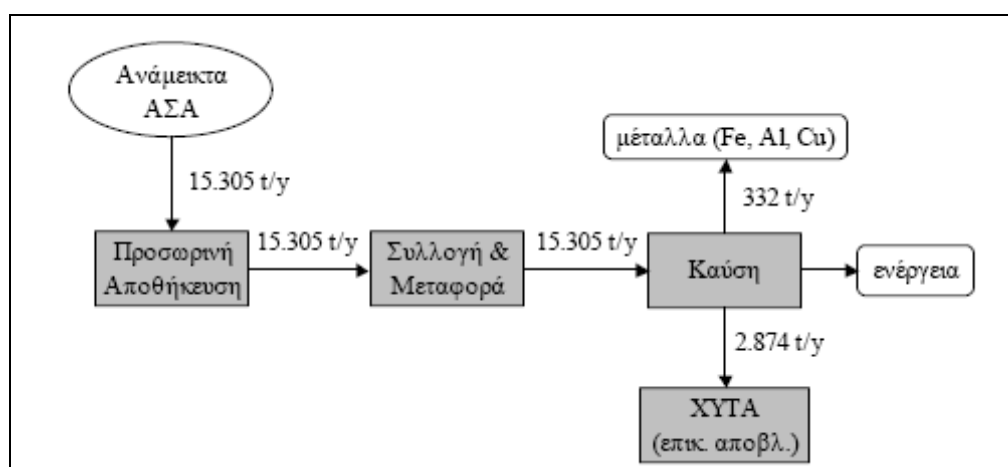
Προσωρινή Αποθήκευση - Συλλογή και Μεταφορά: μόνο ένα ρεύμα αποβλήτων (ανάμεικτα απόβλητα), δεν εφαρμόζεται χωριστή συλλογή. Επεξεργασία - Διάθεση: υγειονομική ταφή ανάμεικτων αποβλήτων.



Εικόνα 2.3. Υφιστάμενο σύστημα διαχείρισης αποβλήτων στην Ξάνθη (Σενάριο 1)

Σενάριο 2:

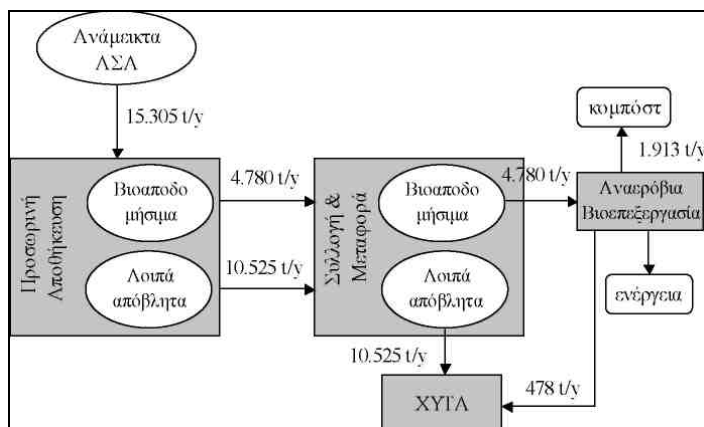
Προσωρινή Αποθήκευση - Συλλογή & Μεταφορά: μόνο ένα ρεύμα αποβλήτων (ανάμεικτα απόβλητα), δεν εφαρμόζεται χωριστή συλλογή. Επεξεργασία - Διάθεση: θερμική επεξεργασία (καύση) των ανάμεικτων αποβλήτων, υγειονομική ταφή των επικινδύνων υπολειμμάτων της καύσης.



Εικόνα 2.4. Εναλλακτικό σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ για την Ξάνθη - Σενάριο 2

Σενάριο 3:

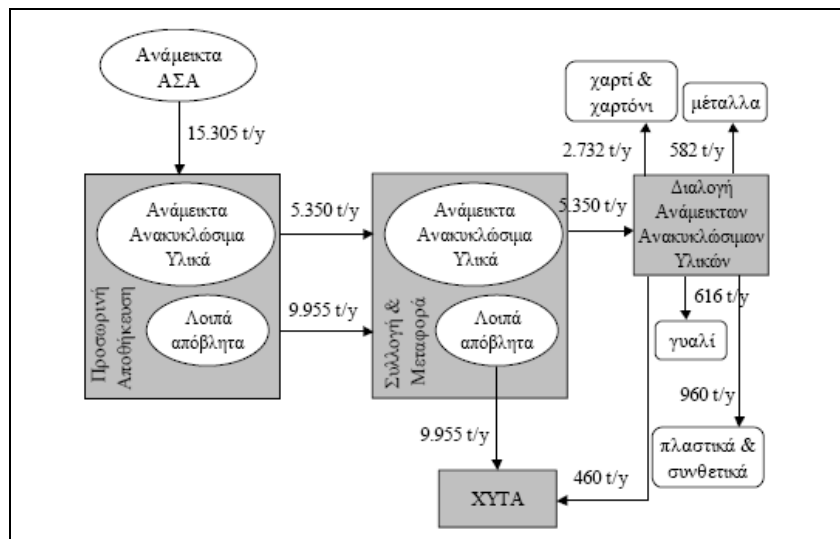
Προσωρινή Αποθήκευση - Συλλογή & Μεταφορά: χωριστή συλλογή ανάμεικτων ανακυκλώσιμων υλικών (ΑΑΥ: χαρτί και χαρτόνι, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά και συνθετικά) και λοιπών/ανάμεικτων αποβλήτων. Επεξεργασία - Διάθεση: αναερόβια βιοπεξεργασία των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων και υγειονομική ταφή των ανάμεικτων/λοιπών αποβλήτων.



Εικόνα 2.5. Εναλλακτικό σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ για την Ξάνθη - Σενάριο 3

Σενάριο 4:

Προσωρινή Αποθήκευση - Συλλογή & Μεταφορά: χωριστή συλλογή ανάμεικτων ανακυκλώσιμων υλικών (ΑΑΥ: χαρτί και χαρτόνι, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά και συνθετικά) και λοιπών/ανάμεικτων αποβλήτων. Επεξεργασία - Διάθεση: διαλογή των ανάμεικτων ανακυκλώσιμων υλικών και υγειονομική ταφή των ανάμεικτων/λοιπών αποβλήτων.



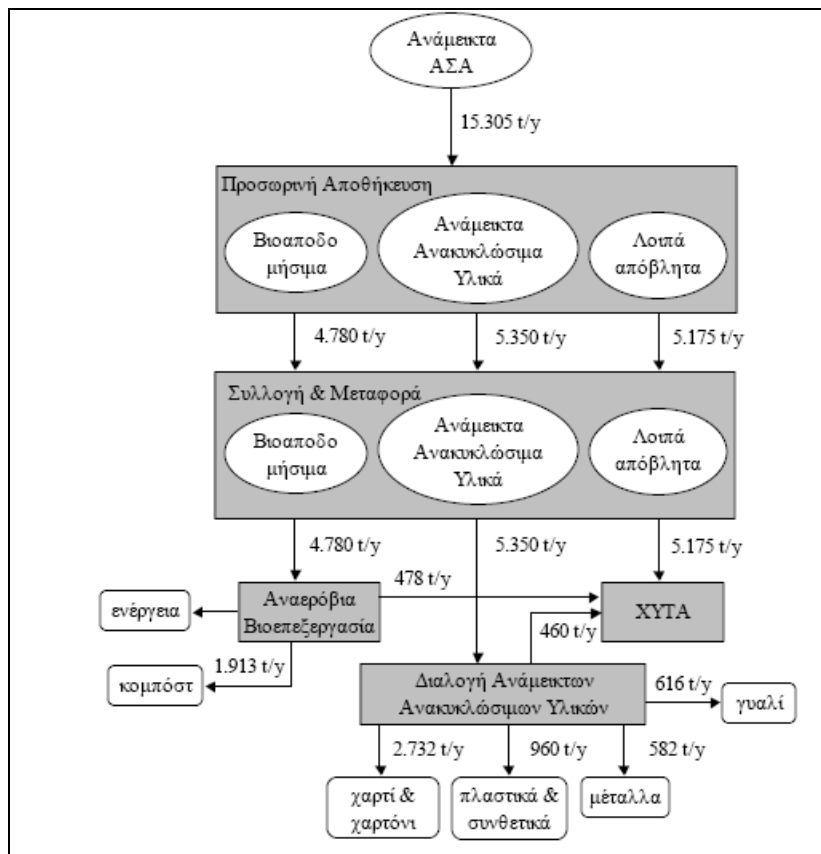
Εικόνα 2.6. Εναλλακτικό σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ για την Ξάνθη - Σενάριο 4

Σενάριο 5:

Προσωρινή Αποθήκευση - Συλλογή & Μεταφορά: χωριστή συλλογή βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, ανάμεικτων ανακυκλώσιμων υλικών και λοιπών/ανάμεικτων υλικών.

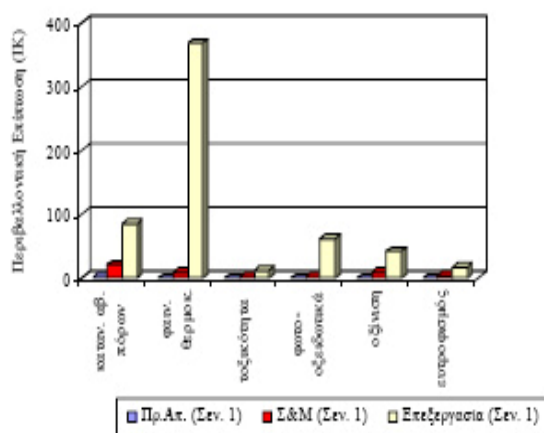
Επεξεργασία - Διάθεση: αναερόβια βιοεπεξεργασία των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, διαλογή των ανάμεικτων ανακυκλώσιμων υλικών και υγειονομική ταφή των ανάμεικτων/λοιπών αποβλήτων.

Το Σενάριο 5 είναι ένας συνδυασμός των Σεναρίων 3 και 4. Βιοαποδομήσιμα απόβλητα και Ανάμεικτα Ανακυκλώσιμα Υλικά διαχωρισμένα στην πηγή οδηγούνται σε εγκαταστάσεις Αναερόβιας Βιοεπεξεργασίας και Διαλογής αντίστοιχα. Τα ποσοστά διαλογής στην πηγή είναι τα ίδια με αυτά των Σεναρίων 3 και 4 και γι' αυτό το ισοζύγιο μάζας συμπίπτουν.

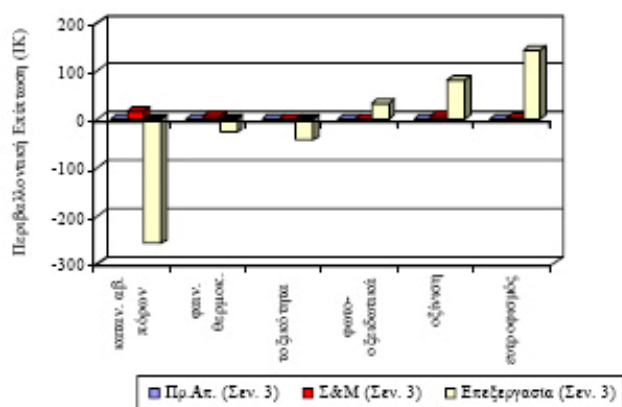


Εικόνα 2.7. Εναλλακτικό σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ για την Ξάνθη - Σενάριο 5

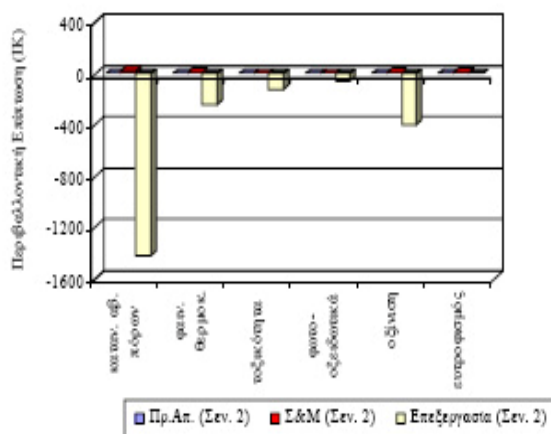
Αποτελέσματα από τη χρήση των μοντέλων για τα σενάρια ΔΣΑ



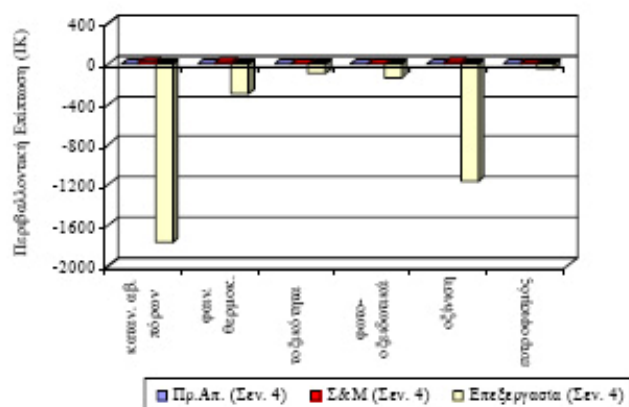
Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κάθε υποσυστήματος (Σενάριο 1 - Ξάνθη)



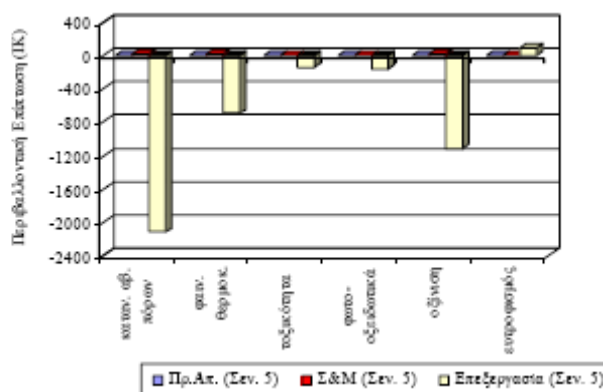
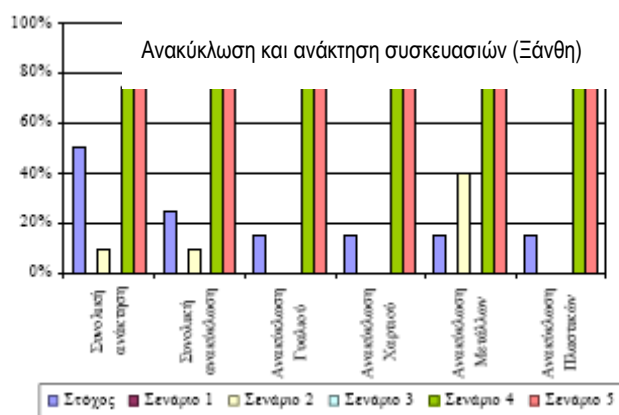
Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κάθε υποσυστήματος (Σενάριο 3 - Ξάνθη)



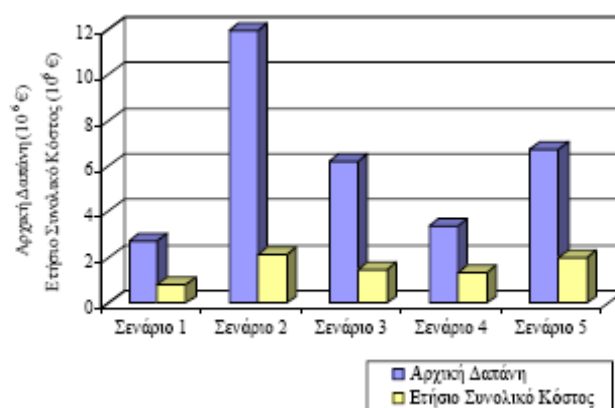
Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κάθε υποσυστήματος (Σενάριο 2 - Ξάνθη)



Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κάθε υποσυστήματος (Σενάριο 4 - Ξάνθη)



Εικόνα 2.8. Περιβαλλοντική Αξιολόγηση



Εικόνα 2.9. Οικονομικές επιπτώσεις ΔΣΑ για την Ξάνθη.

Πίνακας 2.3. Οικονομική αποδοτικότητα σε επίπεδο Δήμου.

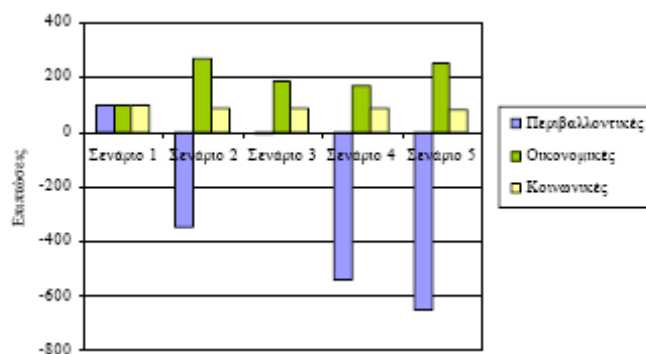
Δείκτης	Σενάρια				
	Σεν. 1	Σεν. 2	Σεν. 3	Σεν. 4	Σεν. 5
Κόστος ανά τόνο (€/τόνο)	52,23	140,00 ^a	100,00	90,00	130,00
Κόστος ανά νοικοκυριό (€/νοικοκυριό)	51,00	136,00 ^a	97,00	87,00	128,00
Κόστος ανά άτομο (€/άτομο)	18,00	47,00 ^a	33,00	30,00	45,00
Εσοδα από ανακυκλώσιμα υλικά και ενέργεια (€)	0	860.000	200.000	390.00	595.000
Συνολικό κόστος ως % του ΑΕΠ της πόλης (%)	0,40%	1,00% ^a	0,80%	0,70%	1,00%
Διαφορά μεταξύ εσόδων και εξόδων για τη διαχείριση των ΑΣΑ (%)	80,00%	30,00% ^a	42,00%	47,00%	32,00%

^a Το κόστος της διάθεσης των επικινδύνων υπολειμμάτων της καύσης δεν περιλαμβάνεται.

Πίνακας 2.4. Οικονομική αποδοτικότητα σε επίπεδο υποσυστήματος (Ξάνθη).

Υποσύστημα	Κόστος ανά τόνο αποβλήτων (€/τόνο)				
	Σεν. 1	Σεν. 2	Σεν. 3	Σεν. 4	Σεν. 5
Προσ. Αποθήκευση	0,95	0,95	0,90	2,10	2,00
Σύλλογή & Μεταφορά	34,60	34,60	33,00	42,00	38,00
Αναερόβια Βιοεπεξεργασία	-	-	164,00	-	164,00
Διαλογή ΑΑΥ	-	-	-	88,20	88,20
Καύση	-	103,25	-	-	-
Υγειονομική Ταφή	16,80	- ^a	18,10	18,60	22,60

^a Το κόστος της διάθεσης των επικινδύνων υπολειμμάτων της καύσης δεν περιλαμβάνεται.



Εικόνα 2.10. Συγκριτική παρουσίαση της βιωσιμότητας των συστημάτων διαχείρισης ΑΣΑ για την Ξάνθη.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα της μελέτης τόσο για την Ξάνθη όσο και για τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες, προκύπτει ότι γενικά, οι δαπάνες επένδυσης και λειτουργίας αυξάνονται με την αύξηση του βαθμού επεξεργασίας των αποβλήτων πριν την υγειονομική ταφή -η καύση γενικά συνεπάγεται υψηλότερα κόστη από την αερόβια μηχανική - βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων.

Σε κάθε εφαρμογή, το απλούστερο σύστημα διαχείρισης αποβλήτων (υγειονομική ταφή ανεπεξεργαστων αποβλήτων ως κύρια επιλογή διάθεσης) απεικονίζεται στο σενάριο αναφοράς 1 (σε όλες τις πόλεις, εκτός από το Reus, αυτό είναι το υφιστάμενο σύστημα), ενώ τα άλλα σενάρια περιλαμβάνουν τις διαφορετικές λύσεις της συλλογής, της μεταφοράς και της επεξεργασίας των αποβλήτων. Γενικά, η έκταση της χωριστής συλλογής των υλικών, τα επίπεδα ανάκτησης καθώς επίσης και ο βαθμός μετασχηματισμού των αποβλήτων πριν την υγειονομική ταφή αυξάνονται με την αύξηση του αριθμού του σεναρίου (από 2 έως 4 ή 5).

Όσον αφορά τα γενικά συμπεράσματα που αφορούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, τα περισσότερα σενάρια διαχείρισης αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των υφιστάμενων (εκτός του Reus και της Ξάνθης), δείχνουν γενικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα λόγω των οφελών από την ανάκτηση των υλικών και της ενέργειας (αρνητικές επιπτώσεις). Γενικά (με μικρές εξαιρέσεις), με την αύξηση του αριθμού του σεναρίου αυξάνεται η περιβαλλοντική του ανακούφιση. Το στάδιο της επεξεργασίας της διαχείρισης των αποβλήτων συμβάλλει κυρίως σε αυτό το αποτέλεσμα.

Σημειώνεται ότι οι συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι το άθροισμα όλων των επιπτώσεων σε Ισοδύναμους Κατοίκους (ΙΚ) για όλες τις εξεταζόμενες κατηγορίες, χωρίς εφαρμογή των συντελεστών βαρύτητας ή διαφοροποίηση της σημασίας (σπουδαιότητας) των περιβαλλοντικών δεικτών.

Η σημαντικότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση (θετική επίπτωση) των υφιστάμενων συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων στις πόλεις στόχους (εκτός από το Reus) προκαλείται από εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (κυρίως μεθάνιο από ΧΥΤΑ) οι οποίες εκφράζονται από την κατηγορία επιπτώσεων “συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου”. Τα άλλα στάδια, υπολογισμένα μαζί, παρουσιάζουν πολύ μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε όλες τις κατηγορίες αποβλήτων, εκτός από αυτή που αναφέρεται παραπάνω. Οι κατηγορίες επιπτώσεων “κατανάλωση αβιοτικών πόρων” και “οξίνιση” στο στάδιο της επεξεργασίας παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερες αρνητικές επιπτώσεις (αυτό σημαίνει ανακούφιση) από τη θετική επίπτωση της “συνεισφοράς στο φαινόμενο του θερμοκηπίου”, συνεπώς η συνολική περιβαλλοντική επίπτωση είναι αρνητική.

Τα σενάρια που αναλύονται για τη μελλοντική διαχείριση των αποβλήτων παρουσιάζουν στις περισσότερες περιπτώσεις υψηλές αρνητικές επιπτώσεις στις κατηγορίες: κατανάλωση αβιοτικών πόρων, οξίνιση, συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και κατανάλωση φωτο-οξειδωτικών, ενώ οι επιπτώσεις στις κατηγορίες: τοξικότητα στον άνθρωπο και ευτροφισμός είναι πολύ μικρότερες (αρνητικές ή θετικές, ανάλογα με το σενάριο). Οι συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των σεναρίων είναι ιδιαίτερα αρνητικές - αυτό σημαίνει περιβαλλοντική ανακούφιση. Ο Πίνακας 54 περιέχει τις συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κάθε σεναρίου, εκφρασμένες σε Ισοδύναμους Κατοίκους (ΙΚ). Η συνολική περιβαλλοντική επίπτωση ανά κάτοικο κάθε δήμου κυμαίνεται από -0,02 έως -0,11 ΙΚ.

Όσον αφορά την αξιολόγηση των κοινωνικών επιπτώσεων, πρέπει να σημειωθεί ότι αυτό το θέμα είναι πολύ ευαίσθητο και χρειάζεται πολλές πρόσθετες (συμπληρωματικές) μελέτες, σχετικά με τα κριτήρια και τους δείκτες, οι οποίες πρέπει να απευθύνονται στις πόλεις για να επιτευχθούν αξιόπιστες απαντήσεις. Τα αποτελέσματα των προκαταρκτικών μελετών, που παρουσιάζονται σε αυτό το κεφάλαιο, πρέπει να ελεγχθούν κατά τη διάρκεια επόμενων ερευνών της κοινής γνώμης, επαναλαμβανόμενων κατά τακτά χρονικά διαστήματα, προκειμένου να αξιολογηθούν οι αλλαγές στην κοινωνική αποδοχή ως ένα αποτέλεσμα της εκπαίδευσης του κοινού. Η προκαταρκτική αξιολόγηση των κοινωνικών επιπτώσεων των σεναρίων διαχείρισης αποβλήτων που αναλύθηκαν έδειξε στις περισσότερες περιπτώσεις αυξημένη αποδοχή των προτεινόμενων σεναρίων για τον εκσυγχρονισμό της διαχείρισης των αποβλήτων σε σύγκριση με το σενάριο 1.

Η οικονομική αξιολόγηση των σεναρίων διαχείρισης αποβλήτων παρουσιάζει παρόμοια γενικά σχέδια και σχέσεις μέσα στις πόλεις, και γενικά επίσης μεταξύ αυτών, αλλά τα επίπεδα δαπανών είναι διαφορετικά, σύμφωνα με τις διαφορετικές οικονομικές συνθήκες σε κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μερικές διαφορές μεταξύ των σεναρίων που αναλύονται και τις τοπικές

συνθήκες. Σε κάθε πόλη, η αρχική δαπάνη όπως επίσης και το ισοδύναμο ετήσιο συνολικό κόστος ήταν χαμηλότερα για το σενάριο αναφοράς (κύρια επιλογή επεξεργασίας είναι η υγειονομική ταφή των ανεπεξέργαστων αποβλήτων), ενώ τα σενάρια που περιλαμβάνουν καύση των αποβλήτων συνεπάγονται, στις περισσότερες περιπτώσεις, τα υψηλότερα κόστη.

Αυτή η σύγκριση δείχνει μερικές τυπικές διακυμάνσεις και τάσεις των δαπανών που παρουσιάζουν οικονομίες κλίμακας της αρχικής δαπάνης και του ετήσιου κόστους της διαχείρισης των αποβλήτων στις πόλεις στόχους, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορές και τους περιορισμούς μιας τέτοιας σύγκρισης που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Τα σενάρια διαχείρισης ΑΣΑ που αξιολογούνται για το Δήμο της Ξάνθης, το μικρότερο δήμο, χαρακτηρίζονται από σχετικά υψηλά μοναδιαία κόστη ανά τόνο αποβλήτων αλλά ταυτόχρονα από το μικρότερο κόστος ανά κάτοικο σε σχέση με το ελάχιστο (60 - 157% του ελάχιστου ημερομισθίου) και το μέσο (0,08 - 0,02% του μέσου ετήσιου εισοδήματος) εισόδημα. Σε αντίθεση, η πόλη της Nitra παρουσιάζει το υψηλότερο κόστος ανά κάτοικο (473 - 568% του ελάχιστου ημερομισθίου και 1,4 - 1,7% του μέσου ετήσιου εισοδήματος).

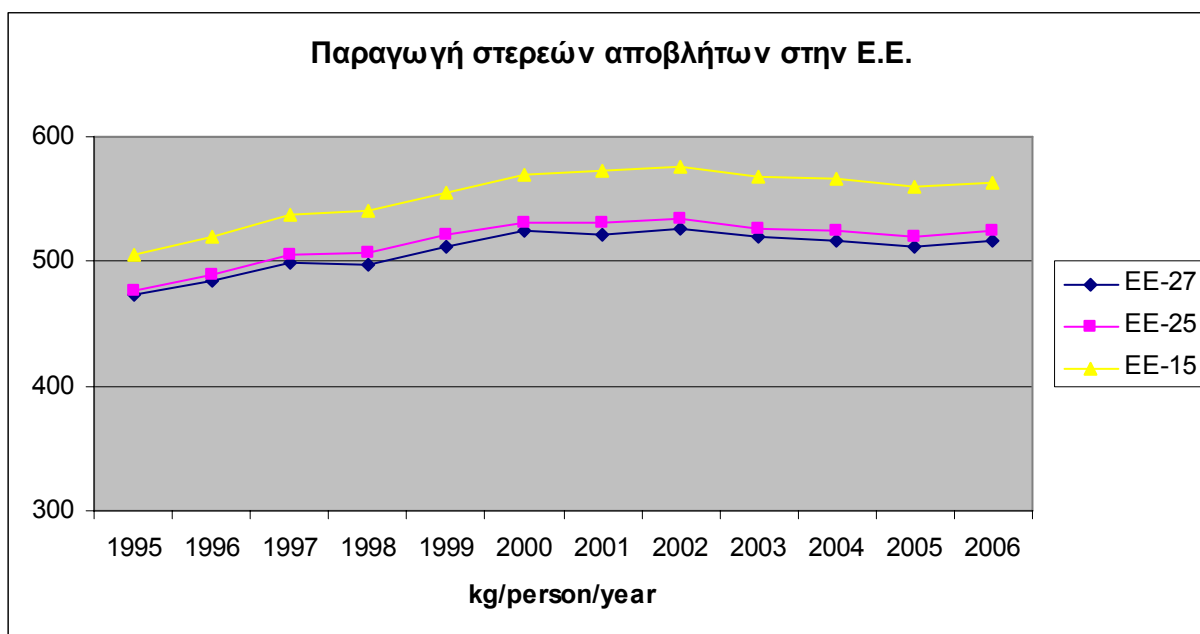
Είναι φανερό ότι οι σχετικές διαφορές ανάμεσα στα μοναδιαία κόστη της διαχείρισης των αποβλήτων σε παρόμοιες λύσεις (για παράδειγμα στο σενάριο αναφοράς από τη μια πλευρά ή στα σενάρια με θερμική επεξεργασία των αποβλήτων από την άλλη πλευρά) είναι πολύ μικρότερες από τις σχετικές διαφορές μεταξύ δεικτών που δείχνουν τις δαπάνες διαχείρισης των αποβλήτων ως ποσοστό των ατομικών εισοδημάτων (μέσο ή ελάχιστο). Ο λόγος γι' αυτή τη μεγάλη διαφοροποίηση στις τιμές των οικονομικών δεικτών που αφορούν τη δικαιοκατανομή των συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων που αξιολογούνται απορρέουν από τις διαφορές στα ατομικά εισοδήματα μεταξύ των κατοίκων των 15 χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ελλάδα και Ισπανία) και εκείνων των νέων χωρών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Λιθουανία, Πολωνία και Σλοβακία).

3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται συνοπτικά η κατάσταση της διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων στην ΕΕ-25, με βάση τις εκθέσεις των κρατών- μελών προς την Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς και τη βάση δεδομένων της Eurostat. Τα δεδομένα της Eurostat που αφορούν τα ΑΣΑ περιλαμβάνουν τα οικιακά απόβλητα και απόβλητα από το εμπόριο (παρόμοια με τα οικιακά), τις μικρές επιχειρήσεις, τα γραφεία, τα δημόσια ιδρύματα και οργανισμούς κλπ. Οι ποσότητες και η σύνθεση των αστικών στερεών αποβλήτων διαφοροποιούνται διαχρονικά

και γεωγραφικά, καθώς εξαρτώνται από τα εκάστοτε κοινωνικοοικονομικά και καταναλωτικά χαρακτηριστικά των κρατών/μελών.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η κατά κεφαλή παραγωγή των αστικών στερεών αποβλήτων στην ΕΕ-25 από το 1995 ως το 2006. Η ανά κάτοικο παραγωγή των κρατών μελών της Ευρώπης των 15 είναι υψηλότερη από αυτή των νέων μελών, 577 kg/κάτοικο/έτος έναντι 312 kg/κάτοικο/έτος, στα παλαιά και τα νέα κράτη μέλη αντίστοιχα. Επίσης η κατά κεφαλή παραγωγή ΑΣΑ στα νέα κράτη-μέλη (NMS-10) παρουσιάζει μια μείωση μετά το 1999. Η συνολική παραγωγή ΑΣΑ στην ΕΕ-25 αυξήθηκε κατά περίπου 2% ετησίως, από 204 εκατομμύρια τόνους (457 kg/κάτοικο/έτος) το 1995 σε 243 εκατομμύρια τόνους (534 kg/κάτοικο/έτος) το 2006.

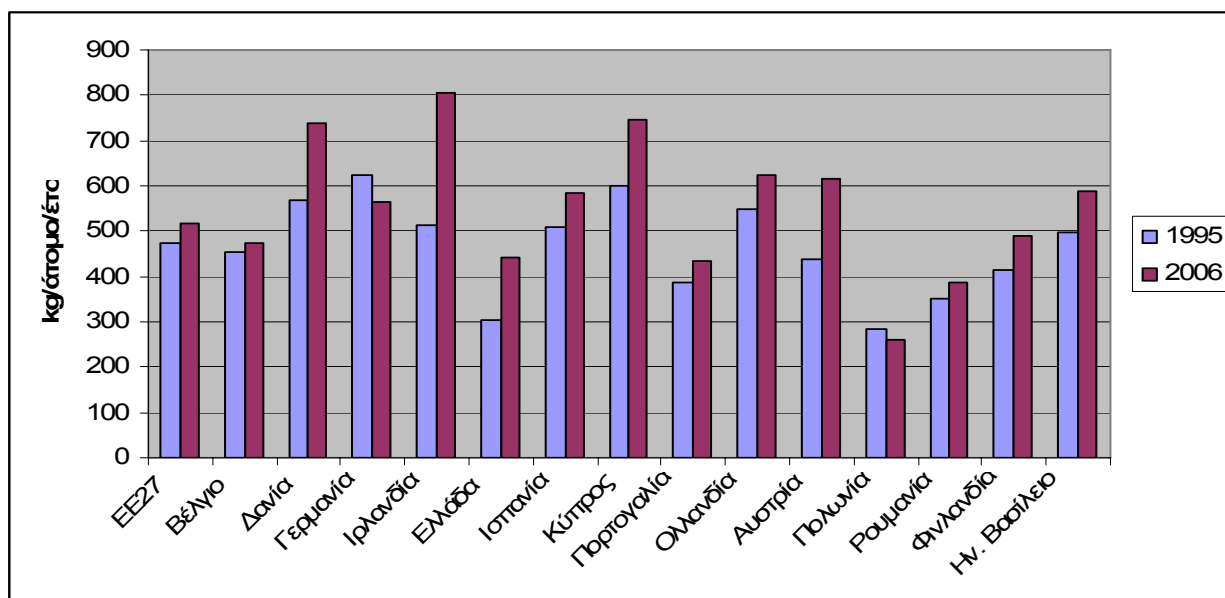


Εικόνα 3.1. Παραγωγή στερεών αποβλήτων (kg/κάτοικο/έτος) κατά τα έτη 1995-2006 (Πηγή: Eurostat).

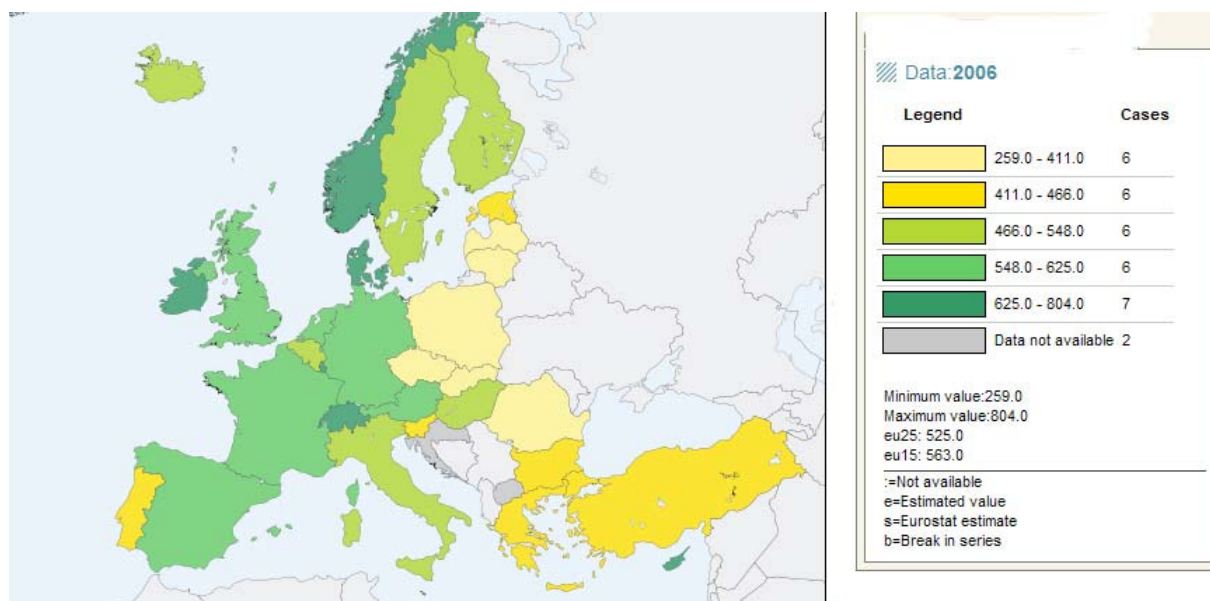
Αναλυτικά για κάθε κράτος-μέλος, η συνολική παραγωγή ΑΣΑ (στοιχεία για το 2006) ποικίλλει αρκετά και κυμαίνεται από 296 kg/κάτοικο στην Τσεχία ως 793 kg/κάτοικο στην Νορβηγία, με μέσο όρο για την ΕΕ-15 τα 563 kg/κάτοικο. Με εξαίρεση το Βέλγιο, όλες οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 15 έχουν αυξήσει την παραγωγή τους κατά την περίοδο 1995-2006. Από τα νέα κράτη μέλη, η Βουλγαρία, η Σλοβενία και η Λιθουανία έχουν μειώσει την παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων.

Ωστόσο, σημαντική είναι η διαφοροποίηση και ως προς τις μεθόδους διαχείρισης των ΑΣΑ στην ΕΕ-25. Παρότι η διάθεση των στερεών αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) είναι

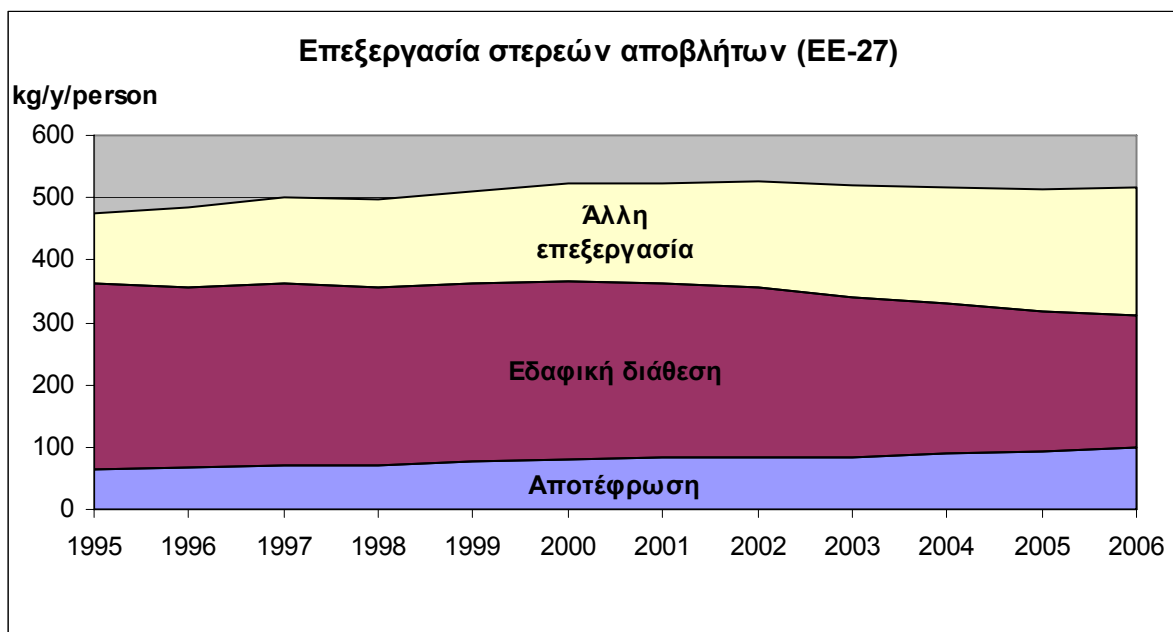
ακόμα η κύρια επιλογή, το ποσοστό της έχει μειωθεί περίπου κατά 10%, από 131,4 εκατομμύρια τόνους το 1995 σε 118,5 εκατομμύρια τόνους το 2003. Αυτό οφείλεται στην αύξηση του ποσοστού των άλλων μεθόδων επεξεργασίας (ανακύκλωση και αποτέφρωση, δηλαδή θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας). Το 2003, το 48,8% των στερεών αποβλήτων οδηγήθηκε σε χώρους ταφής, το 17,3% σε μονάδες αποτέφρωσης και το 33,9% ανακυκλώθηκε ή δέχθηκε επεξεργασία με άλλη μέθοδο.



Εικόνα 3.2. Παραγωγή στερεών αποβλήτων (kg/κάτοικο/έτος) τα έτη 1995 και 2006 σε επιλεγμένες χώρες-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Πηγή: Eurostat).



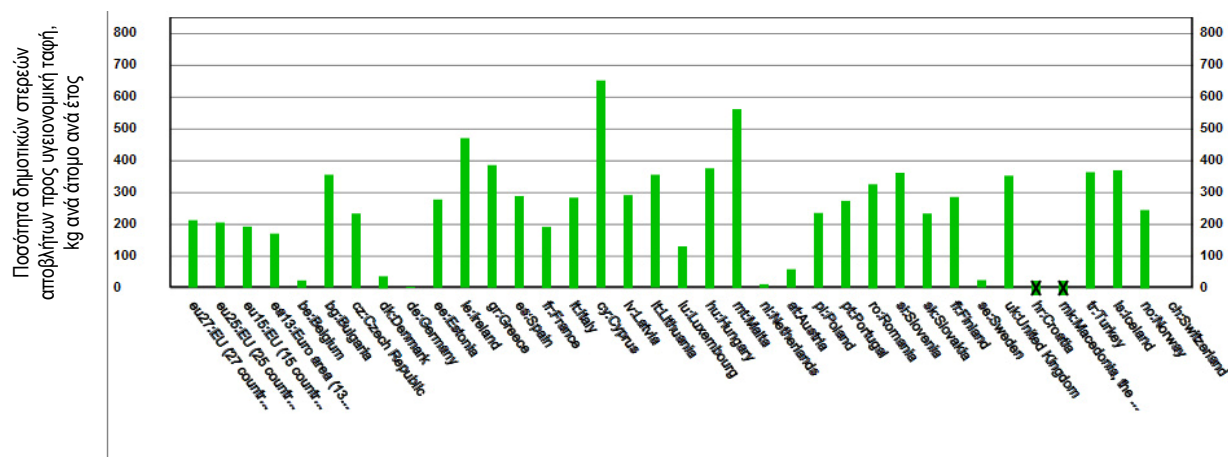
Εικόνα 3.3. Παραγωγή στερεών αποβλήτων (kg/κάτοικο/έτος) το έτος 2006 στις χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Πηγή: Eurostat).



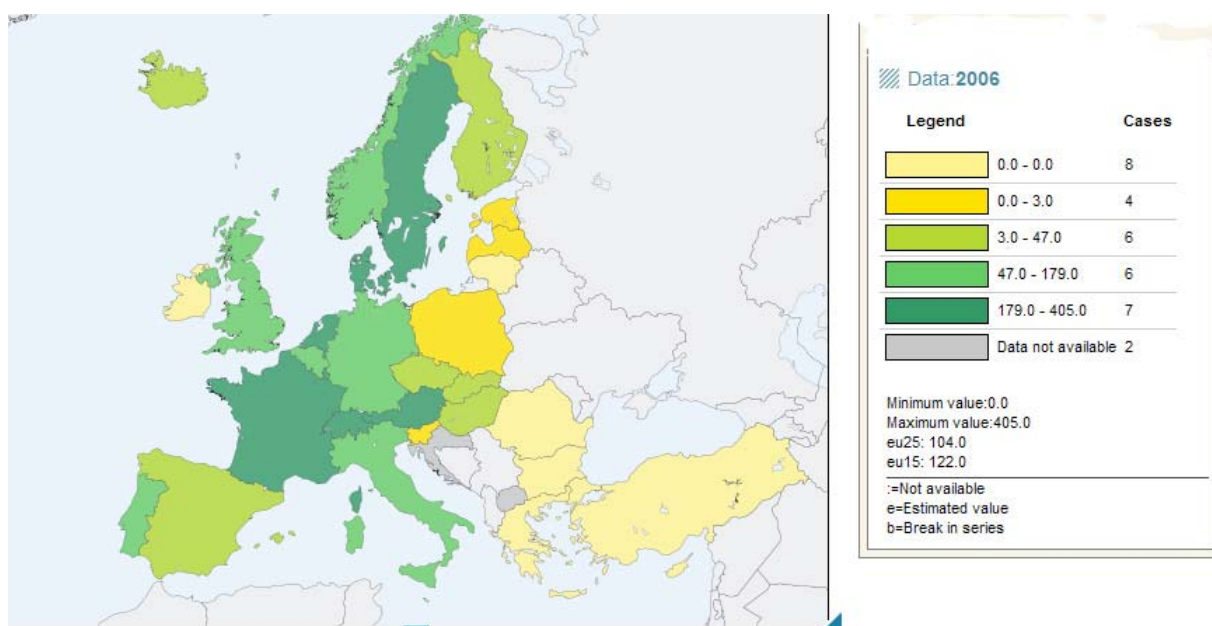
Εικόνα 3.4. Διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων στην ΕΕ-25 κατά τα έτη 1995-2003 σε εκατομμύρια τόνους (Πηγή: Eurostat).

Τα χαμηλότερα ποσοστά διάθεσης των αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) επιτυγχάνονται από το Βέλγιο, τη Δανία και την Ολλανδία, όπου το ποσοστό δεν υπερβαίνει το 12% της παραγόμενης ποσότητας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η διαχείριση των απορριμμάτων τους στηρίζεται σε ένα συνδυασμό μεθόδων επεξεργασίας (αποτέφρωσης, ανακύκλωσης και κομποστοποίησης). Η Δανία, η Σουηδία και η Ολλανδία χρησιμοποιούν την καύση σε σημαντικό ποσοστό των αποβλήτων τους (σε ποσοστό 56, 41 και 37% αντίστοιχα) ενώ η Γερμανία (33%), η Φινλανδία (28%), και το Βέλγιο (32%) χρησιμοποιούν εκτεταμένα την ανακύκλωση (σε ποσοστό 33, 28 και 32% αντίστοιχα). Σε σύγκριση με τις υπόλοιπες χώρες, η Ολλανδία, το Βέλγιο και η Ιταλία χρησιμοποιούν περισσότερο την κομποστοποίηση (σε ποσοστό 28, 22 και 24% αντίστοιχα).

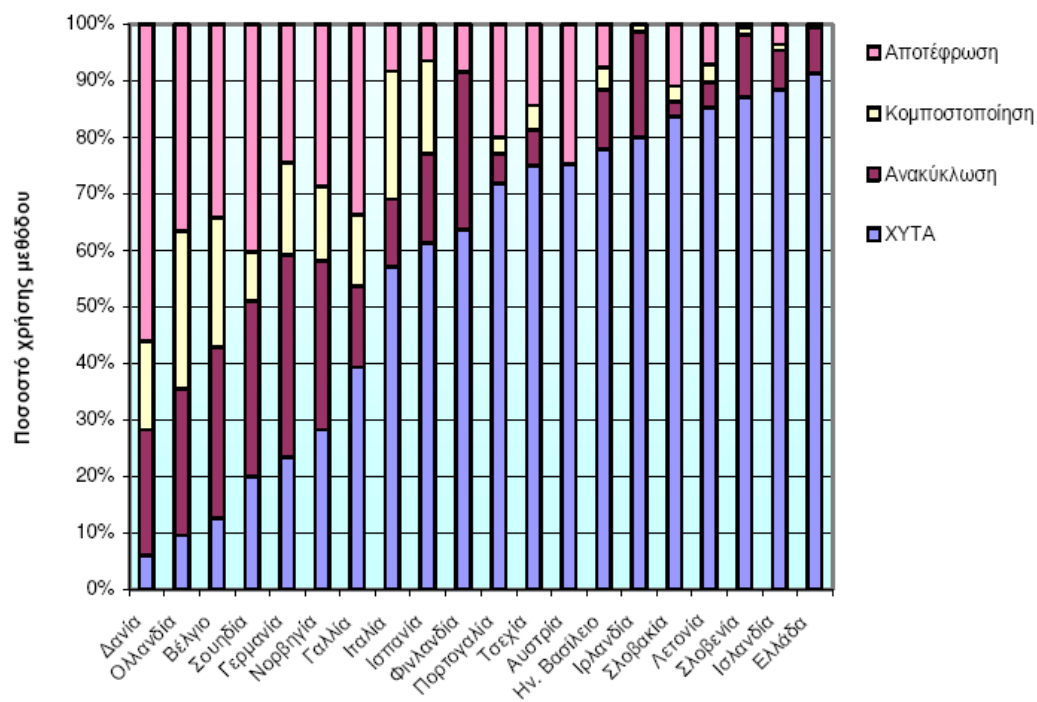
Αντίθετα χώρες όπως η Ελλάδα, η Ιρλανδία η Σλοβακία, η Λετονία, η Σλοβενία, και η Ισλανδία εξακολουθούν να βασίζονται σε μεγάλο ποσοστό (άνω του 80%) στην υγειονομική ταφή, με την Ελλάδα να παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό (92%).



Εικόνα 3.5. Ποσότητα αστικών στερεών αποβλήτων προς υγειονομική ταφή στην ΕΕ (kg ανά άτομο ανά έτος, έτος 2006 (Πηγή: Eurostat).



Εικόνα 3.6. Ποσότητα αστικών στερεών αποβλήτων προς καύση στην ΕΕ, (kg ανά άτομο ανά έτος), έτος 2006 (Πηγή: Eurostat).



Εικόνα 3.7. Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων σε επιλεγμένες χώρες της ΕΕ το έτος 2002
(Πηγή: Eurostat).

4. ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΑΦΗ ΣΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα παρατηρείται μία μεγάλη ανάπτυξη των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Παρόλα αυτά, δε υπάρχουν ουσιαστικές εξελίξεις σε ότι αφορά την ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων, δηλαδή την εισαγωγή στο σύστημα διαχείρισης μεθόδων επεξεργασίας πριν από την ταφή για την ανάκτηση χρήσιμων υλικών και ενέργειας.

Η εφαρμογή ολοκληρωμένων σχεδίων διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση νέων προσεγγίσεων στα συστήματα διαχείρισης, τα οποία πλέον δεν είναι δυνατό να βασίζονται στην αξιολόγηση μίας μεμονωμένης τεχνολογίας, αλλά στο συνδυασμό διαφόρων τεχνολογιών, λαμβάνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο υπόψη ολόκληρο τον κύκλο ζωής των στερεών αποβλήτων. Ακόμη όμως και στα ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης, ο ρόλος των χώρων υγειονομικής ταφής (XYT) παραμένει σημαντικός, καθώς συνεχίζει να αποτελεί το καταληκτικό σημείο της διαχείρισης, αλλά πλέον όχι ως χώρος υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (XYTA), αλλά ως χώρος υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (XYTY).

Επιπλέον, η αναγκαιότητα που μας ωθεί να αντιμετωπίσουμε ένα XYT ως XYTY γίνεται ορατή, αρκεί μόνο να εξετάσουμε τους τεχνητούς φραγμούς από τους οποίους αποτελείται ένας XYT, και να παρατηρήσουμε ότι στην καλύτερη των περιπτώσεων έχουν διάρκεια ζωής από 20 έως 30 έτη. Όπως όμως είναι γνωστό, α) η διάρκεια της αποδόμησης των στερεών αποβλήτων εντός του χώρου ταφής αγγίζει ή και ξεπερνάει τα 100 έτη, β) ο XYT θα έχει έσοδα μόνο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του και γ) ότι θα πρέπει να παρακολουθείται για τουλάχιστον 30 έτη μετά την παύση λειτουργίας του, καταλήγουμε στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Μετά το τέλος και της περιόδου μεταφροντίδας του XYT, πιθανότατα να μην έχει ολοκληρωθεί η παραγωγή στραγγισμάτων και βιοαερίου, με αποτέλεσμα να υπάρχει ανάγκη περαιτέρω διαχείρισης αυτών, χωρίς όμως ο διαχειριστής να υποχρεώνεται από τη νομοθεσία να την αναλάβει. Η ευθύνη διαχείρισης του προβλήματος, κληροδοτείται κατ' αυτόν τον τρόπο, στις επόμενες γενιές.
- Ο εξοπλισμός και τα υλικά που απαρτίζουν ένα XYT, μετά το τέλος και της περιόδου μεταφροντίδας του, θα έχουν ελάχιστη χρησιμότητα, οπότε πέρα από το περιβαλλοντικό κόστος, οι επόμενες γενιές επιβαρύνονται και το οικονομικό κόστος του προβλήματος.

Μια τέτοια κατάσταση δεν μπορεί να είναι αποδεκτή, για αυτό ακριβώς επιβάλλεται μια άλλη αντιμετώπιση του θέματος, που είναι γνωστή ως «αιφορική ταφή»:

- Το περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος διαχείρισης ενός XYT θα πρέπει να

καλύπτεται από τους χρήστες του και δεν πρέπει να μεταβιβάζεται στις επόμενες γενιές.

- Οι βασικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις του ΧΥΤ θα πρέπει να ολοκληρώνονται εντός της διάρκειας ζωής των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένος.
- Με το πέρας της χρονικής διάρκειας της μεταφροντίδας η απόθεση θα πρέπει να είναι σε τέτοια κατάσταση που να συνιστά αμελητέο ρίσκο για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

Για να υπάρξει αειφορική διαχείριση του ΧΥΤ, το βάρος θα πρέπει να δοθεί στις διεργασίες που συντελούνται εντός αυτού και το συστηματικό έλεγχο με στόχο την ολοκλήρωση τους μέχρι το τέλος της περιόδου μεταφροντίδας.

Η ΚΥΑ 29407/3508 για την υγειονομική ταφή, θέτει ένα νέο πλαίσιο για το σχεδιασμό των ΧΥΤΑ και με την εφαρμογή της, αναμένεται να αλλάξει σημαντική η σύσταση των αποβλήτων που τελικά θα καταλήγουν για ταφή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διαφοροποιείται πλέον η συμπεριφορά των ΧΥΤ σε σχέση με αυτή που ήταν γνωστή μέχρι σήμερα και αυτομάτως οδηγεί στην αναζήτηση νέων κριτηρίων για το σχεδιασμό και τη λειτουργία τους σε σχέση με αυτά που ισχύουν σήμερα.

Η επεξεργασία των αποβλήτων ουσιαστικά οδηγεί σε χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων - ΧΥΤΥ - διότι η σύσταση των επεξεργασμένων πλέον αποβλήτων που εισέρχονται στο χώρο μεταβάλλει τις συνήθειες σε έναν ΧΥΤΑ διαδικασίες βιοαποικοδόμησης των απορριμμάτων και τον τρόπο διαχείρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου.

Οι εκπομπές των ρύπων από έναν ΧΥΤ καθώς και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που πιθανά προκαλούνται σχετίζονται άμεσα με το είδος των απορριμμάτων που εισέρχονται στο χώρο και τα συστήματα που έχουν σχεδιαστεί για να τις αντιμετωπίσουν. Πολλές έρευνες μέχρι σήμερα έχουν αποδείξει ότι η επεξεργασία των απορριμμάτων είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από ΧΥΤ.

Η κατασκευή έργων για την επεξεργασία και αξιοποίηση των αποβλήτων επιβάλλεται και για τους παρακάτω λόγους:

- Τους στόχους που τίθενται για την επεξεργασία του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των απορριμμάτων βάσει της ΚΥΑ Η.Π. 29407/3508.
- Τις απαιτήσεις της ΚΥΑ Η.Π. 29407/3508: τόσο οι υφιστάμενοι όσο και οι νέοι ΧΥΤΑ που προγραμματίζονται θα πρέπει να δέχονται μόνο επεξεργασμένα στερεά απόβλητα.
- Την εμπειρία από τις δυσκολίες που συναντώνται στη χωροθέτηση των ΧΥΤΑ, η οποία ενισχύει την ανάγκη για μεγάλη διάρκεια ζωής των έργων αυτών.

-
- Τα αποτελέσματα από τη δραστηριοποίηση των Συστημάτων Εναλλακτικής διαχείρισης, που δεν είναι ακόμη ορατά.
 - Τις απαιτήσεις του Ταμείου Συνοχής, σχετικά με την προεπεξεργασία, την ανακύκλωση και τη μείωση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των αποβλήτων πριν την υγειονομική ταφή. Η πρώτη προκαταβολή χρημάτων από το Τ.Σ. για ένα έργο, καταβάλλεται μετά την υποβολή λεπτομερούς σχεδίου δράσης σχετικά με τα ζητήματα αυτά.

Στον πίνακα 4.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τρόποι με τους οποίους διάφορες τεχνικές προεπεξεργασίας αλλά και πρακτικές των ΧΥΤΑ επιδρούν στην ποιότητα των εισερχόμενων αποβλήτων και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του ΧΥΤ, οι οποίες συσχετίζονται άμεσα με το οργανικό του φορτίο. Οι σταυροί (+) δείχνουν αύξηση της παραμέτρου και οι παύλες (-) δείχνουν μείωση, ενώ τα σκιασμένα κελιά δείχνουν ότι δεν υπάρχει συσχέτιση ή γενικός κανόνας.

Ένα σημαντικό συμπέρασμα από αυτό τον πίνακα είναι ότι μια αποδεκτή ποιότητα απόθεσης, υπό την έννοια του αμελητέου ρίσκου για το περιβάλλον, στο πέρας της μεταφροντίδας είναι εφικτή μόνο με τη χρήση **Μηχανικής - Βιολογικής ή / και Θερμικής Επεξεργασίας**. Σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις η κατάσταση της απόθεσης δεν μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτή και θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για να έχει αμελητέο περιβαλλοντικό ρίσκο.

Πίνακας 4.1. Επίδραση διαφόρων τεχνικών προεπεξεργασίας, αλλά και πρακτικών ΧΥΤΑ στην ποιότητα των εισερχόμενων αποβλήτων και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του ΧΥΤ.

	Διάρκεια αποδόμησης	Όγκο ς ΧΥΤ	Οργανικό φορτίο εισόδου	Οργανικό φορτίο στραγγισμάτων	Οργανικ όφορτίο βιοαερίου	Ποιότητα απόθεσης μετά από 40 έτη
MBE	-	-	-	+	+	Μάλλον
ΘΕ	---	---	---	---	---	Μάλλον
Τεμαχισμός	--	-		+	+	Μη αποδεκτή
Δεματοποίηση	+	-		--	--	Μη αποδεκτή
Επανακυκλοφορ				+	+	
Αναερόβιος		-		+	++	Μη αποδεκτή

Η μηχανική & βιολογική επεξεργασία (MBE) των απορριμμάτων (mechanical-biological pretreatment- MBP), καθώς και η αποτέφρωση με ενεργειακή αξιοποίηση είναι δύο τεχνικές οι οποίες εφαρμόζονται ευρέως σήμερα, είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό, ανάλογα με το σχέδιο διαχείρισης που υπάρχει. Τρεις βασικές επιλογές υπάρχουν σύμφωνα με τα παραπάνω:

- Η MBE μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μεμονωμένη μέθοδος πριν την διάθεση των απορριμμάτων σε ΧΥΤ, προκειμένου να μειωθεί το οργανικό κλάσμα στο εισερχόμενο φορτίο του ΧΥΤ
- Η MBE μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν το πρώτο βήμα πριν τη θερμική επεξεργασία, με στόχο την παραγωγή ενέργειας και την αισθητή μείωση των απορριμμάτων που τελικά θα θάβονται

Η τρίτη επιλογή προβλέπει τον συνδυασμό MBE και θερμικής επεξεργασίας και απαιτεί το διαχωρισμό των απορριμμάτων σε κλάσμα με υψηλή θερμογόνο αξία για τη θερμική επεξεργασία, και σε οργανικό κλάσμα για την βιολογική επεξεργασία πριν την υγειονομική ταφή.

4.1 ΧΥΤ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΟΥΝ ΥΠΟΒΛΗΘΕΙ ΣΕ ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Οι μεταβολές που θα μπορούσαν να αναφερθούν και ως πλεονεκτήματα, που προσφέρει η διάθεση επεξεργασμένων στερεών αποβλήτων, σε σχέση με τη διάθεση ανεπεξέργαστων, αναμφίβολα είναι πάρα πολλά. Ενδεικτικά αναφέρονται κάποια παραδείγματα:

- Η βιολογική επεξεργασία των απορριμμάτων οδηγεί σε μείωση των εκπομπών που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου σε σύγκριση πάντα με τις εκπομπές που προκαλούνται από ανεπεξέργαστα απορρίμματα. Πιο συγκεκριμένα η αερόβια επεξεργασία των απορριμμάτων είναι δυνατό να μειώσει κατά 95% τις αέριες εκπομπές από τα απορρίμματα πριν αυτά διατεθούν σε ΧΥΤ. Τα αποτελέσματα που υπάρχουν μέχρι σήμερα από την κατασκευή ΧΥΤ στους οποίους οδηγούνται επεξεργασμένα απορρίμματα είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά.
- Η μάζα των επεξεργασμένων απορριμμάτων μειώνεται από 20-40%, ενώ η πυκνότητα τους μετά από συμπίεση αυξάνεται από 0,8-0,9 t/m³ σε 1,2 - 1,4 t/m³, με αποτέλεσμα μείωση του μεγέθους του ΧΥΤ μέχρι και 60% σε σύγκριση πάντα με χώρους που δέχονται ανεπεξέργαστα απορρίμματα.
- Τέλος, η ποιότητα των εκπομπών από ένα ΧΥΤ που δέχεται επεξεργασμένα απόβλητα βελτιώνεται σημαντικά, αρκεί να αναφερθεί ότι έχει παρατηρηθεί μείωση του COD και του συνολικού αζώτου κατά 90% στα παραγόμενα στραγγίσματα, καθώς επίσης και μείωση του ρυθμού παραγωγής αέριων ρύπων.

Η ποσότητα του βιοαερίου που εκπέμπεται κατά τη διάρκεια αλλά και μετά το πέρας της λειτουργίας ενός ΧΥΤ που δέχεται απορρίμματα που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία ανέρχεται στα 150 m³/Mg ενώ στην περίπτωση ΧΥΤ που δέχεται επεξεργασμένα μειώνεται μόλις στα 20 m³/Mg. Αντίστοιχα παρατηρούνται μειώσεις και στην ποσότητα / ποιότητα υγρών ρύπων (στραγγίσματα), ανάλογα και με την σύσταση των αποβλήτων και τις κλιματολογικές συνθήκες. Οι καθιζήσεις που πραγματοποιούνται σε έναν ΧΥΤ που δέχεται επεξεργασμένα απόβλητα, σε σύγκριση με αυτές που πραγματοποιούνται σε έναν ΧΥΤ που δέχεται σύμμεικτα αστικά είναι πολύ μικρές. Αυτό οφείλεται κυρίως στα μεγάλα ποσοστά συμπίεσης που επιτυγχάνονται σε έναν ΧΥΤ που δέχεται επεξεργασμένα απόβλητα. Κάποια μειονεκτήματα ή προβλήματα που παρουσιάζουν αυτές οι μέθοδοι, παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- Κατά τη μηχανική προ-επεξεργασία, αφαιρείται το υψηλής θερμιδικής αξίας κλάσμα των ΑΣΑ και στη συνέχεια, τα βιολογικά σταθεροποιημένα απόβλητα δεν περιέχουν

δομικά στοιχεία και ομοιάζουν με “χώμα”. Αυτό το υλικό καθιστά δύσκολες τις εργασίες ταφής, ειδικά όταν το περιεχόμενο σε υγρασία είναι είτε πολύ υψηλό, είτε πολύ χαμηλό. Όταν το περιεχόμενο σε υγρασία είναι υψηλό, υπάρχει ο κίνδυνος ατυχημάτων ή δυσλειτουργίας του κινητού εξοπλισμού λειτουργίας του ΧΥΤ (Doedens, 2004). Σε αυτές τις περιπτώσεις ενδείκνυται η δεματοποίηση

- Κατά τη βιολογική επεξεργασία, το πρόβλημα είναι ότι για να υπάρχει μια αποδεκτή τελική ποιότητα για διάθεση, η επεξεργασία πρέπει να κρατήσει τουλάχιστον 14-16 εβδομάδες, γεγονός που ανεβάζει σημαντικά το κόστος της σε σημείο που το καθιστά αποτρεπτικό. Βιολογική επεξεργασία μικρότερης διάρκειας πρέπει να συνδυάζεται με εξαναγκασμένο αερισμό, ως τεχνική αποκατάστασης - ολοκλήρωσης της αποδόμησης.

4.2 ΧΥΤ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΟΥΝ ΥΠΟΒΛΗΘΕΙ ΣΕ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που προκύπτουν για ένα ΧΥΤ που δέχεται απόβλητα τα οποία έχουν υποβληθεί σε θερμική επεξεργασία, είναι:

- η μείωση του μεγέθους του ΧΥΤ μέχρι και 90% σε σύγκριση πάντα με χώρους που δέχονται ανεπεξέργαστα απορρίμματα,
- η εκμηδένιση των εκπομπών βιοαερίου κατά τη διάρκεια αλλά και μετά το πέρας της λειτουργίας,
- οι καθιζήσεις που πραγματοποιούνται σε έναν ΧΥΤ που δέχεται υπολείμματα θερμικής επεξεργασίας είναι πολύ μικρές, λόγω των μεγάλων ποσοστών συμπίεσης που επιτυγχάνονται.

Τα υπολείμματα της θερμικής επεξεργασίας έχουν ένα μεγάλο δυναμικό εκπομπής ρύπων, και για αυτό το λόγο δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αδρανή. Συχνά, οι ΧΥΤ υπολειμμάτων θερμικής επεξεργασίας περιγράφονται ως «ενεργοί» ΧΥΤ, αφού λαμβάνουν χώρα φυσικοχημικές διεργασίες και παρατηρούνται υψηλές θερμοκρασίες (80-90°C) (Lichtensteiger, 1995). Επιπρόσθετα, πολλές φορές παρατηρείται έκλυση υδρογόνου. Δεν υπάρχουν πολλά δεδομένα για την ποιότητα των στραγγισμάτων τα οποία δημιουργούνται σε τέτοιους ΧΥΤ, αλλά από τα υπάρχοντα δεδομένα, παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις σε ανθρακικά άλατα, άζωτο, θειικά άλατα και χλωριούχα, αλλά κυρίως, υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οργανικού άνθρακα (DOC). Πολύ λίγα είναι γνωστά για τη μακροπρόθεσμη συμπεριφορά τέτοιων ΧΥΤ και την κατάλληλη διαχείρισή τους (π.χ. αναφορικά με την εκπομπή σκόνης). Για

αυτά τα απόβλητα, η τελική κάλυψη θα πρέπει να κατασκευάζεται αμέσως μόλις επιτευχθούν τα τελικά υψόμετρα, ούτως ώστε, να παράγονται ελάχιστα στραγγίσματα. Πάντως, απαιτούνται σημαντικές μελέτες για το δυναμικό παραγωγής των στραγγισμάτων που προκύπτουν από χώρους ταφής υπολειμμάτων θερμικής επεξεργασίας, έτσι ώστε να θεωρηθούν αμελητέας επικινδυνότητας στο τέλος της περιόδου μεταφροντίδας. Αν στο χώρο ταφής γίνεται ταφή και άλλων ειδών αποβλήτων, απαιτείται μελέτη των φαινομένων σε μεγάλο βάθος για να διασφαλιστεί αμελητέο περιβαλλοντικό ρίσκο. Σε κάθε περίπτωση, οι ΧΥΤ αυτοί, θα πρέπει να παρακολουθούνται και πιθανώς να επιδιορθώνονται και μετά την περίοδο μεταφροντίδας τους.

4.3 ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - ΕΣΟΔΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

4.3.1 Μονάδα κομποστοποίησης

Το κόστος κατασκευής και λειτουργίας μιας μονάδας κομποστοποίησης εξαρτάται άμεσα από τον τύπο της εγκατάστασης (κλειστά ή ανοικτά συστήματα), το είδος των αποβλήτων που επεξεργάζεται (πράσινα απόβλητα, βιοαποδομήσιμο κλάσμα μετά από διαλογή στην πηγή ή εμπλουτισμένο οργανικό κλάσμα μετά από μηχανική διαλογή) και τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία και παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση από μονάδα σε μονάδα. Γενικά, σχετικά με το κόστος μπορούν να διατυπωθούν δύο γενικές παρατηρήσεις: Α) όσο πιο «καθαρό» είναι το ρεύμα των επεξεργαζόμενων αποβλήτων (π.χ. πράσινα απόβλητα), τόσο απλούστερα και φθηνότερα είναι η απαιτούμενα συστήματα κομποστοποίησης, και Β) όσο υψηλότερη είναι η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία (π.χ. βιοαντιδραστήρες), τόσο υψηλότερο είναι το κόστος κατασκευής, ενώ συνήθως αντιστρόφως ανάλογα κυμαίνεται το εργατικό κόστος.

Πιο συγκεκριμένα, η κομποστοποίηση πράσινων αποβλήτων σε ανοικτά σειράδια είναι μια από τις οικονομικότερες μορφές επεξεργασίας αποβλήτων, με αναφερόμενο συνολικό κόστος (ετησιοποιημένο κόστος κεφαλαίου + λειτουργικό κόστος) €20-35 (Λάλας κ.ά., 2007). Εδώ το κόστος κεφαλαίου περιλαμβάνει το κόστος αγοράς της γης, τη διαμόρφωση και επίστρωση του γηπέδου με μπετόν ή ασφαλικά υλικά και την προμήθεια εξοπλισμού (θρυμματιστή, αναστροφέα, κόσκινων και φορτωτή). Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι η πώληση του κομποστού από πράσινα απόβλητα επιτυγχάνει θετικές, και σε ορισμένες περιπτώσεις υψηλές, τιμές. Έτσι, ένα μέρος του υλικού που θα πουληθεί ενστικσμένο στην αγορά προϊόντων κήπου, μπορεί να πετύχει τιμές της τάξεως των €100-120/ τόνο. Ωστόσο, η μεγαλύτερη ποσότητα θα πουληθεί χύμα, σε τιμές της τάξεως των €10-15/ τόνο. Πρέπει να σημειωθεί ότι καθώς δεν υπάρχουν

αντίστοιχες εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας στην Ελλάδα, τα κόστη και ειδικά οι τιμές πώλησης του κομπόστ μπορεί να διαφέρουν σημαντικά (Λάλας κ.ά., 2007).

Η κομποστοποίηση σε ανοικτά σειράδια δεν θεωρείται στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες ως αποδεκτή μέθοδος για την επεξεργασία οργανικών αποβλήτων που περιέχουν τροφικά υπολείμματα. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται κλειστά συστήματα με κόστος που μπορεί να παρουσιάζει σημαντική διακύμανση. Η προσομοίωση ενός συστήματος «βέλτιστης διαθέσιμης τεχνολογίας» για την επεξεργασία του βιοαποδομήσιμου κλάσματος μετά από καλή διαλογή στην πηγή, υποδεικνύει ένα συνολικό κόστος €35-60/τόνο για μια μονάδα δυναμικότητας 20.000 τόνων (χωρίς να υπολογιστούν πιθανά έσοδα από την πώληση προϊόντων), ανάλογα με το κόστος εργασίας, ενέργειας κλπ. στις διάφορες χώρες της ΕΕ (Eunomia, 2002). Σε αυτή την περίπτωση το κόστος κατασκευής υπολογίζεται σε €150 ανά τόνο εγκατεστημένης δυναμικότητας.

Μια αντίστοιχη μονάδα, δυναμικότητας 17.200 τόνων στο Ipswich της Αγγλίας είχε κόστος κατασκευής €1,85 εκατ. (δηλ. €108 ανά τόνο εγκατεστημένης δυναμικότητας) και τέλη εισόδου (που εκφράζουν το λειτουργικό της κόστος) €25/τόνο (EA, 2002b).

4.3.2 Μονάδα αναερόβιας ζύμωσης

Είναι αρκετά δύσκολο να εκτιμηθεί το κόστος της αναερόβιας χώνευσης καθώς υπάρχει ποικιλία τεχνολογιών, σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις τρεις κατηγορίες συστημάτων που προαναφέρθηκαν, διαφορετικές δομές κόστους στις διάφορες ευρωπαϊκές χώρες (λόγω διαφορών στη φορολογία και τις επιδοτήσεις καθώς και στις θεσμικές / περιβαλλοντικές απαιτήσεις), ενώ τέλος οι εταιρείες σπάνια δίνουν ακριβή στοιχεία κόστους, για λόγους εμπορικού απορρήτου.

Ωστόσο, είναι σαφές ότι τα συστήματα αναερόβιας χώνευσης αποβλήτων είναι ευαίσθητα σε οικονομίες κλίμακας. Τα κόστη κυμαίνονται από €30/τόνο έως €160/τόνο και είναι συνάρτηση του μεγέθους των εγκαταστάσεων, ενώ ταυτόχρονα φαίνεται μια σαφής πτώση του κόστους με την ωρίμανση της τεχνολογίας, κυρίως για τις μικρότερες μονάδες.

Η αβεβαιότητα για τα στοιχεία κόστους είναι ακόμη μεγαλύτερη για τις μονάδες αναερόβιας χώνευσης σύμμεικτων αποβλήτων, καθώς εδώ υπάρχουν πολύ λιγότερες εγκαταστάσεις ενώ οι περισσότερες από αυτές είναι πολύ πρόσφατες και δεν διαθέτουν στοιχεία λειτουργικού κόστους.

Σημαντικό στοιχείο στη διαμόρφωση του καθαρού κόστους λειτουργίας για την αναερόβια χώνευση αποτελεί η τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας, η οποία - σε αντίθεση με άλλα προϊόντα της επεξεργασίας των αποβλήτων, όπως RDF και κομπόστ - έχει εξασφαλισμένη αγορά με θετική τιμή πώλησης.

Πίνακας 4.2. Κόστος κατασκευής και λειτουργίας επιλεγμένων μονάδων αναερόβιας χώνευσης σύμμεικτων ή υπολειμματικών ΑΣΑ (ΕΑ, 2002b, Λάλας κ.ά., 2007).

Μονάδα /Έτος	Δυναμικότητα	Κόστος επένδυσης	Λειτουργικό κόστος	Τέλη εισόδου (€)
Vaasa / 1994	40.000	$6,2 \times 10^6$	39,1	39,1
Amiens / 1988	72.000	$1,2 \times 10^6$	49,0	37,7
Ashford / 1999	40.000	$11,8 \times 10^6$		44-52
Vargon / 2000	230.000 σύμμεικτα	$19,1 \times 10^6$		

Η παραγωγή βιοαερίου ποικίλει ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, αλλά τυπικά κυμαίνεται από 70 έως 120 m³ ανά τόνο διαλεγμένων στην πηγή οργανικών αποβλήτων. Το βιοαέριο αποτελείται από 55% μεθάνιο κατά μέσο όρο, οπότε το ενεργειακό του περιεχόμενο είναι περίπου 21 MJ m⁻³. Το ένα τρίτο της παραγόμενης ενέργειας απαιτείται για τις ανάγκες της ίδιας της διεργασίας, ενώ τα δύο τρίτα μπορούν να διατεθούν εμπορικά. Αν και η παραγωγή ενέργειας διαφέρει σημαντικά από μονάδα σε μονάδα ανάλογα με το σχεδιασμό και το είδος των αποβλήτων που δέχεται, οι τυπικές τιμές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κυμαίνονται από 50 έως 150 kWh t⁻¹. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η παραγωγή βιοαερίου και η πώληση ενέργειας για τις μονάδες αναερόβιας χώνευσης σύμμεικτων αποβλήτων.

Πίνακας 4.3. Παραγωγή βιοαερίου και ενέργειας για μονάδες αναερόβιας χώνευσης σύμμεικτων ή υπολειμματικών ΑΣΑ (ΕΑ, 2002b, Λάλας κ.ά., 2007).

Μονάδα /Έτος κατασκευής	Δυναμικότητα (τόνου/έτος)	Παραγωγή βιοαερίου ($\times 10^6$ m ³ /y)	Πώληση ενέργειας (MWh/y)
Vaasa / 1994	40.000	1,95	2.000 ηλεκτρική 5.700 θερμότητα
Amiens / 1988	72.000	7,9	40.530 ατμός
Vargon / 2000	92.000 οργανικά	8,8	14.000 ηλεκτρική
Μεγάλη Βρετανία (υπό κατασκευή)	78.000	6,1	7.100 ηλεκτρική 14.000 θερμότητα

4.3.3 Μηχανική –Βιολογική Επεξεργασία (MBE)

Κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος

Το κόστος (κατασκευαστικό και λειτουργικό) επεξεργασίας ρευμάτων που έχουν συλλεχθεί με ΔσΠ είναι γενικά χαμηλότερο από τη ΜΒΕ και την καύση. Ωστόσο η ΔσΠ έχει συνήθως αυξημένα κόστη συλλογής και απαιτεί ένα σύνολο διαφορετικών πολιτικών προσεγγίσεων, γι' αυτό και δεν αποτέλεσε αντικείμενο αυτής της μελέτης. Η παρούσα εργασία εστιάζει στις τεχνολογίες επεξεργασίας αποβλήτων, και σε αυτό το πλαίσιο ενδιαφέρει κυρίως η σύγκριση του κόστους της ΜΒΕ με την καύση.

Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι το κατασκευαστικό κόστος της ΜΒΕ παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση, ωστόσο παραμένει πολύ χαμηλότερο από αυτό της καύσης (Λάλας κ.ά., 2007). Το λειτουργικό κόστος της ΜΒΕ είναι συνήθως υψηλότερο σε σχέση με την καύση (ανά τόνο εισερχόμενων αποβλήτων), αλλά αυτό δεν ισχύει σε όλες τις περιπτώσεις. Πιο συγκεκριμένα, τα οικονομικά της ΜΒΕ εξαρτώνται άμεσα από τις δυνατότητες και το κόστος διάθεσης των προϊόντων της: το άμεσο λειτουργικό και κατασκευαστικό κόστος έχει μικρότερη σημασία στον προσδιορισμό της βιωσιμότητας μιας εγκατάστασης ΜΒΕ σε σχέση με το σχεδιασμό και την εξασφάλιση διόδων απορρόφησης των εκροών της διεργασίας σε λογικό κόστος. Δεν πρέπει να αναμένονται έσοδα από την πώληση προϊόντων της ΜΒΕ, με εξαίρεση την πώληση ενέργειας από συγκεκριμένους τύπους εγκαταστάσεων (π.χ. αναερόβια χώνευση).

Πίνακας 4.4. Ενδεικτικές τιμές κόστους κατασκευής και λειτουργίας μονάδων ΜΒΕ, όπως παρατίθενται από τους κατασκευαστές τους (Πηγή: Archer et al., 2005b).

Κατασκευαστής	Δυναμικότητα (Τρα)	Κόστος κατασκευής (€)	Μοναδιαίο κόστος κατασκευής (€/t)	Κόστος επεξεργασίας (€/t)	Τέλη εισόδου (€/t)
ArrowBio	70,000	11,100,000	158		21-25
Bedminster	250,000	65,830,258	266	46	
Biodegma	200,000			68	
BTA		2,215,000-3,690,000			
Civic	90,000	22,140,000	246		52-102
Civic	90,000	19,200,000	213		52-102
Ecodeco					
GRL	200,000	51,660,000	258		59-89
GRL	200,000	66,420,000	332		59-89
Grontmij					
Haase					
Herhof					
Hese	112,000	44,280,000	395		
Horstmann					
ISKA	150,000	35,425,000	236		68
Komptech					
Linde	140,000	35,425,000	253		
Nehlsen					
New Earth					
OWS					
Ros Roca					
Rumen					
SBI	220,000	36,900,000	168		
SRS	26,000	3,690,000	142	51-59	
Sutco					127i à ááááá / 108 -ú ðááááá
Valorga					
VKW	75,000	16,236,000	216		
VKW	150,000	26,570,000	177		
Wastec	100,000	4,870,000	49		
Wehrle				78	

Στον πίνακα
4.4

παρατίθενται ενδεικτικές τιμές για το κόστος κατασκευής και λειτουργίας ορισμένων εμπορικών μονάδων ΜΒΕ, με βάση στοιχεία που παρέχουν οι κατασκευαστές τους. Πρέπει να σημειωθεί ότι πολλοί κατασκευαστές αρνούνται να δώσουν τιμές καθώς αυτές εξαρτώνται άμεσα από το συγκεκριμένο έργο και τις τοπικές του συνθήκες, όπως αναλύθηκε και προηγουμένως. Κάποιοι άλλοι ωστόσο παρέχουν ενδεικτικές τιμές και αυτές παρατίθενται στον Πίνακα. Σε κάθε περίπτωση όμως τονίζεται ότι οι τιμές αυτές θα πρέπει να αντιμετωπιστούν κριτικά και με τις επιφυλάξεις που προαναφέρθηκαν, συνεπώς δεν προσφέρονται για άμεσες συγκρίσεις μεταξύ τεχνολογιών (Archer et al., 2005β).

Δυνατότητες διάθεσης προϊόντων ΜΒΕ

Η διάθεση των προϊόντων που παράγονται από τη μηχανική - βιολογική επεξεργασία των ΑΣΑ, αποτελούν μία παράμετρο η οποία εμποδίζει σημαντικά την περαιτέρω ανάπτυξη πρακτικής αυτής. Πιο συγκεκριμένα, βασικά προϊόντα της επεξεργασίας ΜΒΤ (εξαιρώντας τα δευτερογενή καύσιμα και το βιοαέριο) είναι ένα υλικό τύπου compost (CLO) και ανακυκλώσιμα υλικά (Λάλας κ.ά., 2007). Τα υπόλοιπα προϊόντα και οι δυνατότητες πωλήσεώς τους παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους.

Ειδικά για το CLO το οποίο παράγεται κατά την επεξεργασία των ΑΣΑ, όπως θα αναλυθεί και στη συνέχεια, οι δυνατότητες αξιοποίησής του ως εδαφοβελτιωτικό είναι αρκετά περιορισμένες,

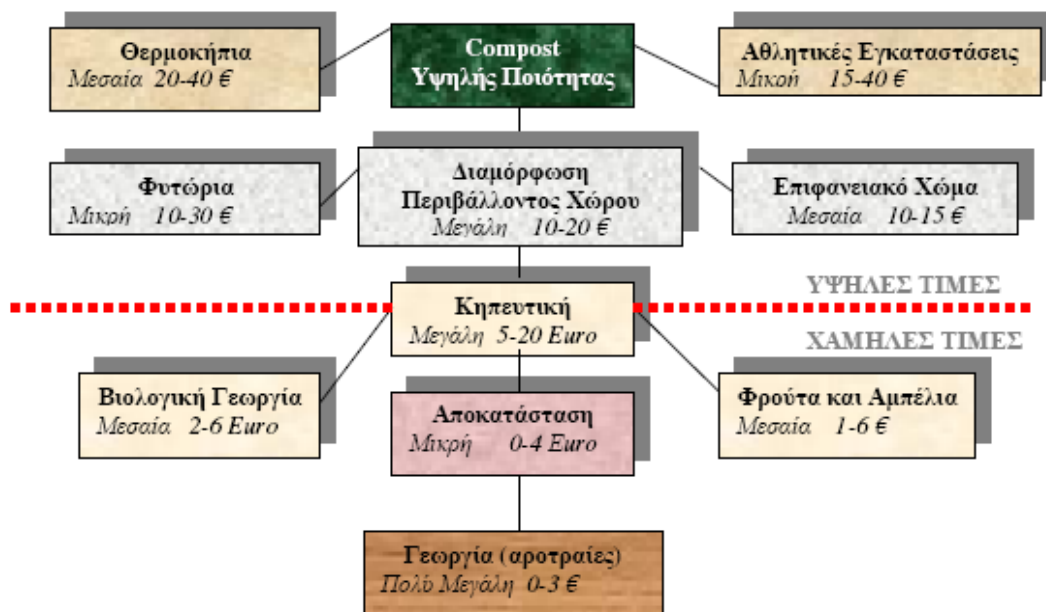
εξαιτίας της χαμηλής ποιότητάς του και το γεγονός ότι το compost που προέρχεται από τη διαλογή στην πηγή του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ είναι πολύ καλύτερης ποιότητας και δύναται να αξιοποιηθεί εύκολα χωρίς μεγάλο κόστος

Σε περίπτωση που δεν καταστεί δυνατή καμιά δυνατότητα αξιοποίησης θα πρέπει το βιοσταθεροποιημένο υλικό να καταλήξει για ταφή σε ΧΥΤΑ. Στην περίπτωση αυτή, ενώ επιτυγχάνεται η εκτροπή της ταφής βιοαποδομήσιμων υλικών σε ΧΥΤΑ, όπως αυτή απαιτείται από την Οδηγία 1999/31/ΕΚ, εν τούτοις το γεγονός της διάθεσης σε ΧΥΤΑ μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων διατηρεί το πρόβλημα της εξεύρεσης, κατασκευής και λειτουργίας χώρων ταφής αποβλήτων.

Οι μεγαλύτερες δυνατότητες αξιοποίησης του CLO που παράγεται από την επεξεργασία MBT των ΑΣΑ περιλαμβάνουν κυρίως:

- Τη χρήση ως εδαφοβελτιωτικό σε άγονες ή ξηρές περιοχές, προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα του εδάφους και να διατηρηθεί η υγρασία του. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί η μείωση των κινδύνων πλημμύρων και επέκτασης των φαινομένων της ερημοποίησης και αλμυρότητας των εδαφών. Η δυνατότητα αυτή είναι εξαιρετικά ενδιαφέρουσα για τις Μεσογειακές χώρες, όπως η Ελλάδα. (Juniper, 2005)
- Τη χρήση ως υλικό επικάλυψης και τελικής κάλυψης σε ΧΥΤΑ. Η χρήση αυτή μπορεί να βρει μεγάλη εφαρμογή στην Ελλάδα, όπου η υγειονομική ταφή αποβλήτων αποτελεί μέχρι σήμερα τη σημαντικότερη πρακτική διαχείρισης αυτών
- Τη χρήση ως υλικό αποκατάστασης λατομείων ή παλαιών χωματερών. Πρόκειται για αγορά πολλά υποσχόμενη στην Ελλάδα με δεδομένη την πολιτική αποκατάστασης χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων και ανενεργών Λατομείων
- Τεχνολογικές χρήσεις. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι η χρήση του ως πληρωτικό υλικό σε βιοφίλτρα απόσμισης για την μείωση των οσμών που προκαλούνται από κυρίως από οργανικές ενώσεις. (ΕΡΑ, Λάλας κ.ά., 2007)

Στην εικόνα 4.1 που ακολουθεί δίδονται ενδεικτικές τιμές και το μέγεθος για την αγορά του compost που προκύπτει από την επεξεργασία των ΑΣΑ (ΕΕΑ. 2002)



Εικόνα 4.1. Τιμές και εύρος αγοράς για compost (οι τιμές εκφράζονται ανά m^3)

4.3.4 Μονάδα Θερμικής Επεξεργασίας ΑΣΑ.

Οι μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ αδιαμφισβήτητα παρουσιάζουν αρκετά υψηλό κόστος εφαρμογής, το οποίο αναλύεται τόσο στο κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης της αντίστοιχης μονάδας, όσο και στο κόστος λειτουργίας δευτερευόντων μονάδων, όπως για παράδειγμα συστημάτων επεξεργασίας των παραγόμενων αέριων εκπομπών και στερεών υπολειμμάτων.

Το ύψος του τελικού κόστους εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως:

- το είδος της μεθόδου που εφαρμόζεται (π.χ. η πυρόλυση εμφανίζεται να είναι αρκετά πιο ακριβή από ότι η αποτέφρωση),
- τη δυναμικότητα της αναγκαίας μονάδας θερμικής επεξεργασίας,
- το βαθμό απόδοσης της μονάδας,
- τη σύσταση και την αναγκαία επεξεργασία των παραγόμενων αποβλήτων,
- τις γενικότερες οικονομικές παραμέτρους κάθε χώρας (κόστος γης, εργατικό κόστος, κόστος πρώτων υλών, κτλ),

-
- το κόστος πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας,
 - τη δυνατότητα ανάκτησης και πώλησης υλικών,
 - τους περιορισμούς και στόχους, που θέτει η εκάστοτε ισχύουσα νομοθεσία.

Πρόσφατα στοιχεία για την απαιτούμενη αρχική επένδυση δείχνουν ότι ένας τυπικός αποτεφρωτής κοστίζει εκατοντάδες εκατομμύρια €. Στην Ολλανδία, για παράδειγμα, η κατασκευή ενός αποτεφρωτή δυναμικότητας 2.000ton ημερησίως κόστισε (στα μέσα της δεκαετίας του '90) περίπου 500 εκατ. δολάρια. Πιο πρόσφατα στοιχεία από την Ιαπωνία ανεβάζουν σημαντικά αυτό το κόστος. Δύο αποτεφρωτές που ολοκληρώθηκαν το 1999 κόστισαν 658 εκατ. δολάρια (για δυναμικότητα 200 τόνων απορριμμάτων ημερησίως) και 808 εκατ. Δολάρια, αντίστοιχα (για δυναμικότητα 400 τόνων απορριμμάτων ημερησίως) (Λάλας κ.ά., 2007).

Το λειτουργικό κόστος είναι εξίσου υψηλό. Το κόστος προ φόρων σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες, κυμαίνεται από 21 έως 332 € ανά τόνο (ανάλογα με τον όγκο των προς καύση απορριμμάτων), ενώ στο κόστος αυτό θα πρέπει να προσθέσει κανείς και το κόστος για την επιπλέον διάθεση των τοξικών στερεών αποβλήτων της καύσης, το οποίο με τη σειρά του κυμαίνεται από 8 έως 363€ ανά τόνο.

Για σύγκριση, αναφέρεται ότι στην Ελλάδα, η δαπάνη κατασκευής των εν λειτουργία χώρων υγειονομικής ταφής ξεπερνά τα 54 εκατ. €, ενώ οι υπό κατασκευή ή υπό δημοπράτηση ΧΥΤ έχουν προϋπολογισμό που ξεπερνάει τα 29 εκατ. €. Το λειτουργικό κόστος των χώρων υγειονομικής ταφής κυμαίνεται από 5-20 €/tn και είναι αντιστρόφως ανάλογο προς τη δυναμικότητά τους.

Πίνακας 4.5. Ποσότητες και Στοιχεία Κόστους Αποτέφρωσης για το 2005 από Εγκατεστημένες μονάδες αποτέφρωσης με παραγωγή ενέργειας από ΑΣΑ στην Ευρώπη σύμφωνα με τις τελευταίες εκθέσεις κρατών (Λάλας κ.ά., 2007).

Κράτος-Μέλος	Αριθμός αποτεφρωτώ v	Ποσότητα αποτεφ. ΑΣΑ (σε τόνους)	Παραχθείσα ενέργεια (ηλεκ/θερμ σε)	Τιμή αποτέφρωσης (€/ton)	Μέσο κόστος επένδυσης
Αυστρία	8	1.46 (3.14)	189/2094	120-250	500-800
Βέλγιο	1	0.9(3.38)	320/1800	17-58	500
Γερμανία	67	16.5(20.5)	6800/16370	90-340	ΜΔ
Δανία	30	NA(3.4)	1447/6582	13-29	ΜΔ
Ισπανία	1	1.76(22.7)	982/640	30-90	400
Ιταλία	47	3.1(31.1)	2356/575	80-110	ΜΔ
Ολλανδία	11	5.4(10.2)	2495/2646	75-135	ΜΔ
Ουγγαρία	1	0.3(4.7)	120/133	38	ΜΔ
Πορτογαλία	3	1.1(4.55)	593/NA	21-87	330-660
Σουηδία	29	3.2(4.2)	739/855	30-60	ΜΔ
Τσεχία	3	0.4(4.4)	17/34	30-80	400-790
Ιρλανδία	-	NA(3.0)	0/0	NA	ΜΔ

*ΜΔ = Μη διαθέσιμο

4.4 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ

Χαρτί

Το χαρτί αποτελεί την ταχύτερα αναπτυσσόμενη αγορά για δευτερογενή υλικά στην Ελλάδα, και αποτελεί την κύρια κατηγορία υλικών-στόχων. Σύμφωνα με έρευνες αγοράς που έχουν υλοποιηθεί, προέκυψε ότι η ζήτηση για παλιό χαρτί προς ανακύκλωση στην ελληνική αγορά είναι σημαντική και παρουσιάζει αυξητικές τάσεις.

Οι γενικές απαιτήσεις για να είναι αποδεκτό το χαρτί στην αγορά είναι να είναι καθαρό κλάσμα, απαλλαγμένο από προσμίξεις άλλων υλικών(πλαστικά, ζελατίνες, εξώφυλλα, κλασέρ, μέταλλα, οργανικά ή άλλα υλικά) και να μην περιέχει υγρασία.

Οι τιμές πώλησης του παλιού χάρτου παρουσιάζουν διακυμάνσεις, επηρεαζόμενες από τη διαμόρφωση της τιμής του στη διεθνή αγορά. Οι τιμές αυτές κυμαίνονται από **35 - 170 € / τόνο** ανάλογα με την ποιότητα του χαρτιού.

Μέταλλα

Σιδηρούχα μέταλλα

Η ανακύκλωση σιδηρούχων αφορά κυρίως τα σιδερένια κουτιά που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία και αποτελούνται από χάλυβα, με λεπτή εσωτερική επικάλυψη κασσίτερου (tin cans) για να αποφεύγεται η σκωρία και να προστατεύεται το περιεχόμενο του κουτιού. Οι απαιτήσεις που τίθενται από τις ενδιαφερόμενες εταιρίες προκειμένου να απορροφήσουν τα ανακτώμενα μέταλλα, εστιάζονται στα εξής:

- Τα μέταλλα πρέπει να είναι διαχωρισμένα μεταξύ τους και απαλλαγμένα από ξένα σώματα (π.χ. πλαστικά, ξύλο, χρώματα, κλπ).
- Ο διαχωρισμός των ανακτήσιμων σιδηρούχων μετάλλων σε διάφορες κατηγορίες είναι συνήθως απαραίτητη προϋπόθεση και παράλληλα αυξάνει την τιμή πώλησης.

Στο σύνολό τους, οι εταιρίες δηλώνουν ικανότητα και επιθυμία να απορροφήσουν το σύνολο της ανακτήσιμης ποσότητας scrap μετάλλων. Οι τιμές που επιτυγχάνονται για τα σιδηρούχα μέταλλα είναι της τάξης των **120 - 130 € / τόνο** αλλά τονίζεται ότι οι τιμές εξαρτώνται κατά πολύ από το είδος, το βαθμό συμπίεσης και την καθαρότητα του scrap.

Μη σιδηρούχα μέταλλα

Η βασική κατηγορία μη σιδηρούχων μετάλλων είναι το αλουμίνιο. Η ανακύκλωση αλουμινίου αφορά κυρίως τα κουτιά αναψυκτικών και μπίρας. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του αλουμινίου είναι η πολύ υψηλή τιμή που έχει το υλικό ως scrap, κάτι που ευνοεί την ανακύκλωσή του σε υψηλά ποσοστά. Τα κουτιά του αλουμινίου μπορούν να ανακυκλωθούν πολλαπλές φορές χωρίς το τελικό προϊόν να υστερεί σε ποιότητα, όπως συμβαίνει με το χαρτί. Οι απαιτήσεις που τίθενται από τις ενδιαφερόμενες εταιρίες προκειμένου να απορροφήσουν τα ανακτώμενα μέταλλα, εστιάζονται στα εξής:

- Τα μέταλλα πρέπει να είναι διαχωρισμένα μεταξύ τους και απαλλαγμένα από ξένα σώματα (π.χ. πλαστικά, ξύλο, χρώματα, κλπ).
- Πολλές φορές η συμπίεση δεν είναι επιθυμητή, κυρίως στα κουτιά αλουμινίου, για τη διασφάλιση της καθαρότητας αλλά και τον εύκολο διαχωρισμό της φύρας. Εναλλακτικά, είναι επιθυμητή η ελαφριά συμπίεση σε μπάλες (δεμάτια).
- Η διακύμανση των τιμών του ανακυκλωμένου αλουμινίου μεταβάλλεται πολύ συχνά, σύμφωνα με το χρηματιστήριο μετάλλων.
- Οι τιμές που επιτυγχάνονται για το scrap αλουμινίου είναι της τάξης των **1.000 € / τόνο**

αλλά τονίζεται ότι οι τιμές εξαρτώνται κατά πολύ από το είδος, το βαθμό συμπίεσης και την καθαρότητά του.

Γυαλί

Το γυαλί, σε αντίθεση με το χαρτί, μπορεί να ανακυκλωθεί πολλές φορές χωρίς αλλοίωση και χαρακτηρίζεται από μηδενική διαπίδυση προς το περιεχόμενό του. Για τους λόγους αυτούς, το γυαλί θεωρείται για πολλές χρήσεις το φιλικότερο προς το περιβάλλον υλικό. Η ανακύκλωση του γυαλιού αφορά μπουκάλια, γυάλινα δοχεία, τζάμια, πιάτα, γυαλιά υψηλής αντοχής σε θερμότητα και κρύσταλλα. Κατά τη συλλογή, θραύεται προκειμένου να μειωθεί ο όγκος του και δημιουργείται το υαλόθραυσμα. Το τελικό προϊόν της ανακύκλωσης γυαλιού μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή προϊόντων της βιομηχανίας γυαλιού, υαλοβάμβακα, fiberglass, σημάτων για τους δρόμους κ.λπ.

Η αύξηση της ανακύκλωσης του γυαλιού περιορίζεται από την διαφορετική χημική σύσταση των φιαλών, το διαφορετικό χρωματισμό τους και το κόστος μεταφοράς. Επιπλέον, οι προδιαγραφές του υαλοθραύσματος που αναπτύσσονται διεθνώς αποτελούν ακόμα ένα πρόβλημα το οποίο οδηγά στη χρήση του ανακυκλωμένου γυαλιού για την παραγωγή συγκεκριμένων μόνο γυάλινων προϊόντων (AEAT, 1999)

Στην Ελλάδα υπάρχει μόνο μία βιομηχανική μονάδα που μπορεί να απορροφήσει scrap γυαλιού, ενώ το υπόλοιπο μπορεί να εξαχθεί. Οι βασικές προϋποθέσεις που τίθενται για την διάθεση του γυαλιού είναι:

- Να είναι απαλλαγμένο από οποιαδήποτε πρόσμιξη, όπως ετικέτες, καπάκια, ξύλα, μέταλλα, πλαστικά, χώμα, πέτρες, κλπ.
- Να είναι διαχωρισμένο ανά χρώμα (δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς διαχωρισμό για λόγους ποιότητας παραγόμενου γυαλιού και χρώματος).
- Να προέρχεται από φιάλες γνωστής χημικής σύνθεσης (να μην υπάρχουν προσμίξεις με πορσελάνες, πυρέξ ή κρύσταλλα).

Η τιμή διάθεσης του γυαλιού κυμαίνεται από **30 - 50 €** /τόνο ανάλογα με τις διάφορες ποιότητές του, όσον αφορά το χρώμα, και την καθαρότητά του από ξένες ύλες.

Πλαστικό

Τα πλαστικά προϊόντα είναι υλικά υψηλής τεχνολογίας και ποιότητας, χαμηλής τιμής και πολύ πρακτικά και χρήσιμα για τη συσκευασία πολλών προϊόντων. Τα διάφορα είδη πλαστικών

συσκευασιών σχετίζονται με την πρώτη ύλη του πολυμερούς (πολυαιθυλένιο - PE, τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο - PET, πολυπροπυλένιο - PP, πολυστυρένιο - PS, πολυκαρβονικό -PC, πολυβινυλοχλωρίδιο - PVC).

Σε γενικές γραμμές ο ρυθμός ανακύκλωσης των πλαστικών είναι χαμηλός συγκριτικά με τα υπόλοιπα ανακυκλώσιμα υλικά οφείλεται κατά κύριο λόγο στα ακόλουθα:

- Υπάρχουν πολλές ποιότητες και τύποι πλαστικών με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες και χημική σύσταση, γεγονός που καθιστά μη εφικτή την από κοινού αναγέννησή τους, δεδομένου ότι στην Ελλάδα δεν υπάρχουν μονάδες χημικής αναγέννησης πλαστικών
- Είναι αρκετά δύσκολο να αναγνωρισθούν τα διάφορα είδη πλαστικού.
- Συνήθως περιέχουν πολλές προσμίξεις αφού οι περισσότερες συσκευασίες χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία τροφίμων. Υφίστανται επίσης βιολογικές προσμίξεις, οι οποίες δεν καταστρέφονται. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι τα μπουκάλια PET και HDPE δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για συσκευασία τροφίμων.
- Υψηλό κόστος ανάκτησης.

Η ανακύκλωση των πλαστικών αφορά κυρίως PET και PE (για προϊόντα όπως διάφορα υποβοηθητικά υλικά για επιστρώσεις και επενδύσεις, σχοινιά και σπάγγοι, γεωφάσματα, επιστρώσεις δαπέδων, δεξαμενές, κάδους, γλάστρες, κλπ). Δεν υπάρχει ενδιαφέρον για ανάμικτο πλαστικό, αφού δεν γίνεται να αναγεννηθεί με μηχανική διεργασία στην Ελλάδα..

Οι γενικές απαιτήσεις που τίθενται από τις επιχειρήσεις, συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Τα κάθε είδους πλαστικά απαιτείται να είναι σχεδόν απολύτως διαχωρισμένα μεταξύ τους, με μηδενικές προσμίξεις από άλλης κατηγορίας πλαστικά.
- Τα ανακτώμενα πλαστικά πρέπει να διατίθενται απολύτως καθαρά, χωρίς προσμίξεις ξένων ουσιών, όπως υπολείμματα οργανικών ουσιών.

Οι τιμές των πλαστικών διαμορφώνονται ανάλογα με την κατάσταση που διατίθεται το ανακτώμενο υλικό και είναι της τάξης των **80 - 350 € / τόνο** ανάλογα με τον τύπο του πλαστικού, την καθαρότητα του υλικού τόσο ως προς προσμίξεις ξένων ουσιών, όσο και ως προς προσμίξεις με άλλα πλαστικά.

Ανακεφαλαίωση

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω η διάθεση των ανακυκλώσιμων υλικών τα οποία προέρχονται από την μηχανική - βιολογική επεξεργασία των ΑΣΑ αντιμετωπίζει προβλήματα λόγω των προσμίξεων που περιέχονται στα υλικά αυτά και των αυστηρών προδιαγραφών που τίθενται από τους τελικούς χρήστες. Σε κάθε περίπτωση τα υλικά αυτά δεν δύνανται να ανταγωνιστούν τα αντίστοιχα υλικά που προέρχονται από συστήματα ανακύκλωσης με διαλογή στην πηγή, τα οποία πωλούνται σε υψηλότερες τιμές και δύνανται να αξιοποιηθούν σε πολύ περισσότερες χρήσεις. Μόνο το scrap μετάλλων φαίνεται να διαθέτει σημαντική αξία μεταπώλησης, αποφέροντας τα σημαντικότερα έσοδα για τις μονάδες επεξεργασίας ΑΣΑ με MBT. Τα υπόλοιπα υλικά δύνανται να αξιοποιηθούν μόνο εφόσον είναι υψηλής καθαρότητας γεγονός το οποίο συνεπάγεται σημαντική αύξηση του κόστους επεξεργασίας στη μονάδα MBT, η οποία ενδέχεται να την καταστήσει μη βιώσιμη. Η υιοθέτηση των κριτηρίων σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η οποία και αναμένεται, σύμφωνα με τα οποία ένα υλικό δεν θα θεωρείται πλέον απόβλητο αλλά προϊόν, αναμένεται να έχει πολύ θετική επίδραση στην αξιοποίηση των ανακυκλώσιμων προϊόντων από την επεξεργασία των ΑΣΑ, τα οποία θα μπορούν να απορροφηθούν ευκολότερα από την αγορά.

Σε κάθε περίπτωση τονίζεται ότι η μηχανική - βιολογική επεξεργασία δεν είναι σε θέση από μόνη της να επιτύχει (ούτε καν να πλησιάσει) τους στόχους που τίθενται από τις Οδηγίες για τις συσκευασίες.

4.5 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΚΑΥΣΙΜΑ

Κατά τη ΜΒΕ παράγονται αρκετοί τύποι προϊόντων, τα οποία συνήθως ονομάζονται RDF (Residual Derived Fuel) ή SRF (Solid Residual Fuel). Η ποιότητα τους δεν είναι σταθερή και εξαρτάται τόσο από τα εισερχόμενα απόβλητα όσο και από τις απαιτήσεις της αγοράς.

Αν και δεν υπάρχει κάποια σαφής ορολογία που να αποτυπώνει διαφορές μεταξύ RDF και SRF, σε γενικές γραμμές το SRF είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για το προϊόν που προκύπτει μετά από επεξεργασία υψηλότερου βαθμού.

Μια άλλη τυποποίηση που συναντάται έγκειται στη σειρά κατά την οποία γίνονται οι διεργασίες επεξεργασίας και στο περιεχόμενο του δευτερογενούς καυσίμου. Έτσι, ο όρος RDF χρησιμοποιείται συχνότερα για δευτερογενές καύσιμο που παράγεται κατά τη φάση της μηχανικής διαλογής (εκτρέποντας από τη βιολογική επεξεργασία τα καύσιμα υλικά) και αποτελείται κυρίως από πλαστικά, χαρτί και ξύλα, ενώ ο όρος SRF χρησιμοποιείται συχνότερα για δευτερογενές καύσιμο που παράγεται μετά και το πέρας της βιολογικής επεξεργασίας και

περιλαμβάνει υψηλό ποσοστό οργανικής ύλης, μεταξύ άλλων καύσιμων υλικών (στην περίπτωση αυτή η μηχανική διαλογή απομακρύνει κυρίως τα αδρανή για να ανέβει η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου).

Τα κύρια χαρακτηριστικά από τα οποία εξαρτάται η χρησιμοποίηση ή όχι του RDF/SRF σε βιομηχανίες χάρτου, τσιμέντου κλπ, είναι η ποσότητα του, η ποιότητα του, η θερμογόνος δύναμη κ.α.

Σύμφωνα με τα συμπεράσματα της μελέτης “REFUSE DERIVED FUEL, CURRENT PRACTICE AND PERSPECTIVES (B4-3040/2000/306517/MAR/E3), FINAL REPORT” μπορεί να υπάρχουν σημαντικά οφέλη από τη χρήση του παραγόμενου RDF/SRF, ως καύσιμο υλικό σε μονάδες συναποτέφρωσης. Αυτό μπορεί να αναδειχθεί καλύτερα στις περιπτώσεις εκείνες που η μονάδα δύναται να εισάγει και ορίσει το τέλος εισόδου για το καύσιμο RDF/SRF. Η περίπτωση αυτή είναι πιθανότερο να συμβεί, όταν οι εναλλακτικές μέθοδοι επεξεργασίας ΑΣΑ είναι δαπανηρές.

Το κόστος για τη χρήση του RDF/SRF σε εγκαταστάσεις που είναι σχεδιασμένες αποκλειστικά για το σκοπό αυτό, εξαρτώνται μεταξύ άλλων, από τα παρακάτω :

- Για να είναι βιώσιμες τέτοιες μονάδες πρέπει να έχουν δυναμικότητα σχεδιασμού >100.000 tn/έτος
- Η λειτουργία της μονάδας πρέπει να είναι συμβατή με την κείμενη νομοθεσία που αφορά τις αέριες εκπομπές ρύπων και κάτι τέτοιο μπορεί να προϋποθέτει αυξημένο επενδυτικό κόστος
- Πρέπει να συνυπολογίζονται σε κάθε περίπτωση τα έσοδα από την παραγωγή και μεταπώληση ενέργειας

Πρέπει να συνυπολογισθεί το κόστος από τη διαχείριση της παραγόμενης τέφρας που κυμαίνεται στην ΕΕ από 3-20 € ανά τόνο αποβλήτων και εξαρτάται από το βαθμό ανακύκλωσης / επαναχρησιμοποίησης της τέφρας, το κόστος διάθεσης του τελικού υπολείμματος, το κόστος προεπεξεργασίας πριν την υγειονομική ταφή και το κόστος για την περαιτέρω χρήση σε έργα οδοποιίας (Λάλας κ.ά., 2007).

5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

5.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

Η διαχείριση και διάθεση απορριμμάτων στο νομό Αττικής έχει αναδειχθεί, από τα μέσα της δεκαετίας του '70 μέχρι σήμερα, σε ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα και στην προσπάθεια επίλυσής του έχουν εμπλακεί μια σειρά από φορείς, από την πλευρά της Τοπικής και Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης (ΚΕΔΚΕ, ΤΕΔΚΝΑ, άμεσα εμπλεκόμενοι δήμοι και κοινότητες, Δ. Αθηναίων και Πειραιά, Νομαρχιακά Συμβούλια), από την κεντρική διοίκηση (ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπ. Εσωτερικών) καθώς και από την επιστημονική κοινότητα (ΤΕΕ, ΕΜΠ, Παν. Πατρών, Πανελλήνιος Σύλλογος Χημικών Μηχανικών, ΓΕΩΤΕΕ, κ.ά).

Ήδη από το 1979, όταν τα απορρίμματα της Αττικής διατίθονταν στους Χώρους Διάθεσης Απορριμμάτων (ΧΔΑ) Σχιστού και Α.Λιοσίων (*σημ.*: χώροι που ξεκίνησαν τη λειτουργίας τους τη δεκαετία του '60 και στους οποίους δεν λαμβάνονταν μέτρα περιβαλλοντικής προστασίας όπως στεγάνωση, περίφραξη κλπ.) ξεκινά, με μελέτες που αναθέτει το Υπ. Εσωτερικών, η αναζήτηση νέων χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων και η προσπάθεια ανάπτυξης δικτύου σταθμών μεταφόρτωσης απορριμμάτων (ΣΜΑ) στο λεκανοπέδιο.

Το 1984 ο ΕΣΚΔΝΑ διαμορφώνει ένα μεσοπρόθεσμο πρόγραμμα διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, που προβλέπει το κλείσιμο των ΧΔΑ Α. Λιοσίων και Σχιστού, τη δημιουργία τριών σύγχρονων χώρων υγειονομικής ταφής (Δ. Αττική, Β.Α. Αττική, Ν.Α. Αττική) και ενός μικρότερου στη Λαυρεωτική, καθώς και τη δημιουργία δικτύου 5 ΣΜΑ (Σχιστού, Ελαιώνα, Βεΐκου, Αλίμου-Ελληνικού, Δυτ. Αθήνας) και τοπικών συστημάτων μεταφόρτωσης για τους απομακρυσμένους ΟΤΑ. Ένα χρόνο μετά ξεκινά το πειραματικό πρόγραμμα διαλογής στην πηγή του ΕΣΔΚΝΑ σε συνεργασία με 10 Δήμους-μέλη του.

Το 1988 ξεκινά τη λειτουργία της η πιλοτική μονάδα ανακύκλωσης του ΕΣΔΚΝΑ, δυναμικότητας 32 τόνων/ημέρα και 16ωρης λειτουργίας. Η βελτιστοποίηση της μονάδας ολοκληρώθηκε στις αρχές του 1991, χρονιά κατά την οποία κλείνει πλέον οριστικά ο ΧΔΑ Σχιστού και αρχίζει η λειτουργία του ΣΜΑ Σχιστού (οπότε πλέον τα απορρίμματα οδηγούνται στη χωματερή Α.Λιοσίων). Επιπλέον, το 1989 συγκροτείται διεπιστημονική ομάδα εργασίας για την επιλογή θέσης διάθεσης απορριμμάτων στη Δ. Αττική, εκτός του Θριασίου Πεδίου, και η σχετική μελέτη παραδίδεται το Μάρτιο 1990. Το Υπ. Εσωτερικών, ο ΕΣΔΚΝΑ και ο Δήμος Α.Λιοσίων υιοθετούν τα πορίσματά της και συμφωνούν σε ένα συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα δράσης για την παύση λειτουργίας του ΧΔΑ Άνω Λιοσίων.

Το Μάρτιο 1991 ολοκληρώθηκαν οι εγκρίσεις καταλληλότητας από τους νομάρχες για συγκεκριμένες περιοχές στην Α. Αττική (Αυλώνα και Γραμματικό) και ο ΕΣΚΔΝΑ ανέθεσε

Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) για τον εντοπισμό συγκεκριμένων θέσεων. Στη συνέχεια, στη λίστα των περιοχών προστέθηκαν ο Βαρνάβας και η Ριτσώνα Βοιωτίας. Το 1992 ολοκληρώνονται οι ΜΠΕ, που υποδεικνύουν τις Ριτσώνα 1 και 2 ως κατάλληλες θέσεις στην Βοιωτία, τον Βαρνάβα στην Α. Αττική, το Τρικέρατο Μάνδρας και τη Λάκκα Μάσκαρη στην Δ. Αττική. Τον Αύγουστο του ίδιου έτους ο τότε υφυπουργός ΠΕΧΩΔΕ εκδίδει προέγκριση χωροθέτησης για τη Ριτσώνα και το Βαρνάβα.

Τον Ιανουάριο του 1993 συγκλήθηκε Γενική Συνέλευση των μελών της ΤΕΔΚΝΑ, κατά την οποία η Διοικούσα Επιτροπή πρότεινε η δεύτερη φάση των ΜΠΕ να περιοριστεί σε χώρους εντός Αττικής και κατά συνέπεια τον αποκλεισμό της θέσης «Ριτσώνα», αλλά η πρόταση αυτή καταψηφίστηκε. Ωστόσο, μετά τις εκλογές του Οκτωβρίου 1993, ο τότε υπουργός ΠΕΧΩΔΕ εκφράζει τη θέση ότι η Αττική δεν πρέπει να κάνει εξαγωγή των απορριμμάτων της σε άλλον νομό. Το 1994 ο ΕΣΚΔΝΑ ξεκινά το πρόγραμμα διαλογής στην πηγή για το χαρτί, που καλύπτει 14 δήμους του λεκανοπεδίου. Στο τέλος της ίδιας χρονιάς, το Δημοτικό Συμβούλιο των Α.Λιοσίων αποδέχθηκε τη δημιουργία του ΧΥΤΑ Δ. Αττικής στα διοικητικά του όρια, κατ' επέκταση του υφιστάμενου ΧΔΑ των Α. Λιοσίων, καθώς και την κατασκευή εργοστασίου μηχανικής ανακύκλωσης δυναμικότητας 300.000 τον./έτος και αποτεφρωτήρα νοσοκομειακών παθολόγων απορριμμάτων.

Το 1996 ο ΕΣΚΔΝΑ εγκρίνει και αποστέλλει στο ΥΠΕΧΩΔΕ τη ΜΠΕ για την Β-ΒΑ και Ν-ΝΑ Αττική, που αφορά σε Ολοκληρωμένες Εγκαταστάσεις Διαχείρισης Αποβλήτων (ΟΕΔΑ) και όχι μόνο σε ΧΥΤΑ. Στη ΜΠΕ ο μελετητής υποδεικνύει τελικά τα εξής σχετικά με την χωροθέτηση:

(α) στη *Β-ΒΑ Αττική*, ως πιο κατάλληλη τη θέση Ριτσώνα 2, ακολουθούμενη -κατά φθίνουσα σειρά καταλληλότητας- από τις θέσεις Ριτσώνα 1, Αυλώνα - Ανατ. Πηγάδι Παππά, Γραμματικό - Μηλιές, Αυλώνα - Δυτ. Πηγάδι Παππά και Βαρνάβα - Πέτρα Σταυρετού (σημ.: στην αρχική κατάταξη του μελετητή, η θέση Αυλώνα - Πηγάδι Παππά κατατασσόταν τελευταία).

(β) στη *Ν-ΝΑ Αττική* ως πιο κατάλληλη τη θέση Κερατέα, ακολουθούμενη -κατά φθίνουσα σειρά καταλληλότητας- από τις θέσεις Βόρειο Κορωπί, Μαρκόπουλο και Νότιο Κορωπί (ως οριακά αποδεκτό).

Τον Ιανουάριο 1997 το Περιφερειακό Συμβούλιο Αττικής αποφασίζει, ανατρέποντας την μέχρι τότε κατάσταση αναφορικά με τις χωροθετήσεις των τριών ΟΕΔΑ, ότι:

- Η μέθοδος του μηχανικού διαχωρισμού και αερόβιας σταθεροποίησης με παραγωγή υψηλής ποιότητας compost και διάθεσης των υπολειμμάτων σε ΧΥΤΑ είναι η πλέον ενδεδειγμένη από περιβαλλοντική άποψη, ενώ η καύση απορριμμάτων με ανάκτηση ενέργειας

απορρίπτεται ως λύση.

- Να διακοπεί οριστικά η λειτουργία των ΧΑΔΑ στην Αττική και οι χώροι αυτοί να αποκατασταθούν.
- Να δοθεί προέγκριση χωροθέτησης για τις προτεινόμενες περιοχές Αυλώνας (Δ και Α τμήμα), Γραμματικού (Μαύρο Βουνό) και Κερατέας.

Μετά την προέγκριση χωροθέτησης, να εκπονηθούν ΜΠΕ και οι αναγκαίες συμπληρωματικές έρευνες ώστε να επιλεγεί η πλέον κατάλληλη θέση, στα όρια της Α. Αττικής, για την ίδρυση και λειτουργία 1 ΟΕΔΑ (ικανής να εξυπηρετεί τα απορρίμματα της Νομαρχίας Α. Αττικής περίπου 150.000 τόνων ετησίως), με εργοστάσιο μηχανικής διαλογής και αερόβιας βιοσταθεροποίησης για παραγωγή compost υψηλής ποιότητας και Χώρου Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων.

Κατά την περίοδο 1994-1996 εκπονήθηκαν άλλες τρεις μελέτες:

1. Του Πανεπιστημίου Πατρών (1996) για λογαριασμό της ΤΕΔΚΝΑ, που πρότεινε μεταξύ άλλων (α) κατασκευή μιας ακόμα μονάδας Μηχανικού Διαχωρισμού και Βιοσταθεροποίησης μαζί με έναν δεύτερο ΧΥΤΥ, (β) κατασκευή ΟΕΔΑ στην Α. Αττική (μονάδα Μηχανικού Διαχωρισμού και Βιοσταθεροποίησης και ΧΥΤΥ), (γ) κατασκευή ΧΥΤΑ για τα μη επιδεχόμενα επεξεργασίας στερεά μη επικίνδυνα απόβλητα, και (δ) κατασκευή μονάδας ενεργειακής αξιοποίησης του RDF από τα εργοστάσια ανακύκλωσης -κομποστοποίησης (μέγιστης δυναμικότητας 500 t/ημέρα).
2. Ομάδας ειδικών για λογαριασμό της Περιφέρειας Αττικής (1994), που πρότεινε μεταξύ άλλων την ανάπτυξη της ανακύκλωσης, την κατασκευή 3 κεντρικών ΧΥΤΑ (Δυτ. Αττική, Βόρεια Αττική, Ν-ΝΑ Αττική) και τοπικών ΧΥΤΑ (επαρχίες Μεγαρίδας και Τροιζηνίας, Σαλαμίνα, Αίγινα, Αγκίστρι, Σπέτσες, Ύδρα και Κύθηρα), και την κατασκευή μονάδας παραγωγής εδαφοβελτιωτικού υλικού δυναμικότητας 200.000 τόννων/έτος που θα επεξεργάζεται μόνο το ζυμώσιμο τμήμα των απορριμμάτων (το οποίο και θα έχει διαχωριστεί μέσω προγράμματος διαλογής στην πηγή).
3. Του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης για λογαριασμό της Νομαρχίας Α. Αττικής (1996), η οποία κατέληγε στο ότι δεν υπάρχει χώρος στη Νομαρχία αυτή για Εγκατάσταση Μηχανικής Ανακύκλωσης - Κομποστοποίησης και ΧΥΤΥ (παρά μόνο μια θέση στο Γραμματικό για προσωρινή χρήση), ενώ η θέση της Κερατέας αποκλειόταν με το επιχείρημα «...της γειτνίασης με ασυμβίβαστες χρήσεις ή δραστηριότητες, καθώς επίσης και με το λειτουργικό τους χώρο λόγω γειτνίασης με αρχαιολογική περιοχή».

Τον Μάιο 1997 εκδίδεται υπουργική απόφαση προέγκρισης χωροθέτησης στα διοικητικά όρια της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Α. Αττικής για τις θέσεις Αυλώνα 1 και 2, Κερατέα και Μαύρο Βουνό Γραμματικού. Οι ΟΤΑ Κερατέας, Αυλώνας και Γραμματικού προσέφυγαν στο ΣτΕ, η Ολομέλεια του οποίου όμως το 1998 απέρριψε τις προσφυγές. Την ίδια χρονιά προκύπτει πλέον το νέο ευρωπαϊκό και ελληνικό θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση απορριμμάτων, και έτσι επιβάλλεται η σύνταξη μελέτης σε συμφωνία με ένα ολοκληρωμένο Νομαρχιακό ή Περιφερειακό Σχεδιασμό, και ως εκ τούτου η Περιφέρεια Αττικής αναθέτει την εκπόνησή της για την Α' Φάση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων στην Αν. Αττική.

Στο τέλος του 2000 επανυποβλήθηκε η τελική μορφή της ΜΠΕ, που υποδείκνυε την Κερατέα ως την επικρατέστερη θέση για την περιοχή της Ν-Ν.Α. Αττικής και τη θέση Αυλώνα - Ανατ. και Δυτ. Πηγάδι Παππά ως επικρατέστερη θέση για την περιοχή της Β -Β.Α. Αττικής. Η θέση Γραμματικό-Μαύρο Βουνό δεν περιλαμβανόταν στο μελετητικό αντικείμενο καθώς για τη Β. - ΒΑ. Αττική είχε προκριθεί η θέση Αυλώνα.

Ωστόσο, επίσης στο τέλος του 2000, η Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Α. Αττικής ανέθεσε τη σύνταξη Α' Φάσης Διαχείρισης Αποβλήτων στην Αν. Αττική υπό τη λογική διαχείρισης - συνδιαχείρισης μόνο των αποβλήτων της Α. Αττικής. Η απόφαση αυτή καταργήθηκε το Φεβρουάριο 2001 από την Περιφέρεια Αττικής. Ωστόσο, η Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Α. Αττικής επιμένει και το Μάιο ενέκρινε την Α' Φάση της μελέτης. Τρεις μήνες μετά αναθέτει την εκπόνηση της Β' Φάσης.

Το 2001 ολοκληρώθηκε η μελέτη του Πλαισίου Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αποβλήτων (Πλαίσιο ΠεΣΔΑ), η οποία εγκρίθηκε από το Περιφερειακό Συμβούλιο Αττικής τον Σεπτέμβριο και σύμφωνα με το οποίο 75% των αστικών στερεών αποβλήτων της ηπειρωτικής Αττικής διατίθεται/αξιοποιείται στην ΟΕΔΑ Δ. Αττικής και το 25% στις δύο ΟΕΔΑ (από 12,5% στην κάθε μία) της Νομαρχίας Α. Αττικής. Αναφορικά με τις μεθόδους επεξεργασίας, το ΠεΣΔΑ Αττικής απορρίπτει την καύση σύμμεικτων απορριμμάτων, επιλέγει τη μηχανική διαλογή-κομποστοποίηση και τη θερμική-ενεργειακή αξιοποίηση του RDF από τις εγκαταστάσεις αυτές είτε μέσω συναποτέφρωσης (π.χ. τσιμεντοβιομηχανία) είτε μέσω αποτέφρωσης με συμπαραγωγή θερμότητας-ηλεκτρισμού.

Το 2003 εκπονήθηκε το δεύτερο στάδιο του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Απορριμμάτων Αττική. Σε σχέση με τη χωροθέτηση ΟΕΔΑ στην Ν. Α. Αττική, από τις 4 συνολικά θέσεις που εξετάστηκαν προκρίθηκαν 2 ως κατάλληλες (με καταλληλότερη αυτή της Κερατέας). Σε σχέση με τις τεχνολογίες επεξεργασίας περιλαμβάνει μεταξύ άλλων:

- 1 ΧΥΤΑ στη Δ. Αττική (330.000 t/έτος)

- 2 Εργοστάσια Μηχανικής Ανακύκλωσης & Κομποστοποίησης στη Δ. Αττική (ΕΜΑΚ Ι: 495.000 t/έτος στερεών αποβλήτων και 110.000 t/έτος επεξεργασμένης ιλύος, ΕΜΑΚ ΙΙ: 660.000 t/έτος στερεών αποβλήτων και 120.000 t/έτος επεξεργασμένης ιλύος).
- 2 ΧΥΤΑ στην Α. Αττική (255.000 t/έτος σύνολο).
- 3 (το πολύ) μικρές και ευέλικτες μονάδες κομποστοποίησης στην Α. Αττική (σύνολο: 80.000 t/έτος)
- 5 ΣΜΑ (1.125.000 t/έτος συνολικά)

Ο Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Απορριμμάτων της Περιφέρειας Αττικής απέκτησε νομική ισχύ τον Ιούλιο 2003 με το Ν. 3164/άρθρο 33 (ΦΕΚ 176/2-07-2003), όπου όσον αφορά στη χωροθέτηση των ΟΕΔΑ, ενέκρινε ως κατάλληλες τις θέσεις: (α) *B-A Αττική*: θέση Γραμματικό (Μαύρο Βουνό) και Πολυδένδρι (Τρύπες), (β) *N-A Αττική*: θέση Κερατέας (Βραγόνι) και Κορωπί (Λατομείο Κυριακού) (γ) Δ. Αττική: θέση Σκαλιστήρι Φυλής - Α.Λιόσια. Στο τέλος του ίδιου έτους εγκρίθηκαν και οι περιβαλλοντικοί όροι για τις θέσεις αυτές.

Το 2005, για λογαριασμό της Περιφέρειας Αττικής εκπονήθηκε μελέτη επικαιροποίησης του ΠΕΣΔΑ, που σχετικά με τις μεθόδους επεξεργασίας καταλήγει – μεταξύ άλλων- στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η οριστική απόφαση για αξιοποίηση του RDF στην τσιμεντοβιομηχανία δεν μπορεί να ληφθεί πριν το θέμα συζητηθεί με τις διάφορες μονάδες ώστε να υπάρχει εικόνα των τεχνικο-οικονομικών μεγεθών.
- Η ύπαρξη ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ είναι απολύτως υποχρεωτική
- Ο κατάλληλος συνδυασμός τεχνολογιών για κάθε Φορέα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων θα πρέπει να προκύψει μετά από μελέτη σκοπιμότητας (ενώ προτείνεται να επεκταθεί ο ΕΣΔΚΝΑ ως Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων για όλη των Περιφέρεια Αττικής πλην Κυθήρων και Αντικυθήρων).

Οι κάτοικοι της Φυλής, Κερατέας και Γραμματικού είχαν προσφύγει στο ΣτΕ εναντίον της απόφασης χορήγησης άδειας καταλληλότητας για τους αντίστοιχους χώρους Μέχρι σήμερα (Ιανουάριος 2008), το ΣτΕ έχει εκφράσει άποψη (θετική για τη δημιουργία ΟΕΔΑ) για τις περιοχές αυτές. Έχουν ολοκληρωθεί οι μελέτες δημοπράτησης των έργων, ενώ παράλληλα έγιναν και οι δημοπρατήσεις. Οι προσωρινοί μειοδότες έχουν ήδη αναδειχθεί, αλλά δεν έχουν ξεκινήσει τα έργα κατασκευής.

Ο Ε.Σ.Δ.Κ.Ν.Α., ο οποίος έχει την ευθύνη λειτουργίας του ΧΥΤΑ στη Δυτική Αττική, προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες διαχείρισης των απορριμμάτων της Αττικής μέχρι την

έναρξη λειτουργίας των παραπάνω έργων, κατασκεύασε και λειτουργεί, εντός του χώρου της Β΄ Φάσης του ΧΥΤΑ Φυλής (2^{ος} ΧΥΤΑ Αττικής), ενδιάμεσα κύτταρα.

Ο ΧΥΤΑ Φυλής δέχεται περίπου 6.000 τόνους απορριμμάτων ημερησίως, σχεδόν το 90 - 95% των σκουπιδιών που παράγονται στην Αττική (και αντιστοιχούν στο 38% των οικιακών αποβλήτων της χώρας). Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε 2.190.000 τόνους ετησίως. Ελλείψει των ΧΥΤΑ Γραμματικού και Κερατέας, που δεν έχουν ακόμα κατασκευαστεί και με κορεσμένο τον ΧΥΤΑ Ανω Λιοσίων, η Φυλή θα δέχεται 1,07 εκατ. τόνους σκουπιδιών ετησίως, έναντι 0,8 εκατ. τόνων που ορίζει η Εγκριση Περιβαλλοντικών Όρων της.

Από το προαναφερθέν ιστορικό προκύπτουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

- ♦ Οι υποψήφιες θέσεις επεξεργασίας απορριμμάτων, παρά τις όποιες διαφορές στην κατάταξή τους, είναι γνωστές εδώ και μία δεκαετία
- ♦ Ο αποκλεισμός της εξαγωγής των απορριμμάτων εκτός Αττικής αποφασίστηκε κυρίως για πολιτικούς-κοινωνικούς και πολύ λιγότερο για περιβαλλοντικούς λόγους.

Δεδομένων των αντιδράσεων που καταγράφονται απέναντι στο ενδεχόμενο της δημιουργίας νέων ΧΥΤΑ σε περιοχές της Αττικής, προκύπτει η ανάγκη ελαχιστοποίησης της ποσότητας των προς διάθεση απορριμμάτων (κάτι που άλλωστε επιβάλλεται και από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία) μέσω ανακύκλωσης και εφαρμογής σύγχρονων μεθόδων επεξεργασίας που θα αξιοποιούν με το βέλτιστο τρόπο (περιβαλλοντικά και οικονομικά) τα απορρίμματα και θα παράγουν το ελάχιστο δυνατό υπόλειμμα που στη συνέχεια θα οδηγείται προς ταφή.

5.1.1 Εργοστάσιο μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης στα Άνω Λιόσια



Εικόνα 5.1. Πανοραμική άποψη του εργοστασίου μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης στα Άνω Λιόσια

Στις 30 Νοεμβρίου 2006 ολοκληρώθηκε η δοκιμαστική λειτουργία του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης & Κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ) απορριμμάτων Άνω Λιοσίων.

Το ΕΜΑΚ επεξεργάζεται 1.200tn/d απορρίμματα, 300tn/d ιλύος και 130tn/d κλαδιά/χόρτα. Λειτουργεί αυτοματοποιημένα και με μηχανικά μέσα διαχωρισμού των συστατικών των απορριμμάτων. Τα χρήσιμα υλικά που παράγονται είναι περίπου 350tn/d compost, 360tn/d RDF, 30tn/d σιδηρούχων, 5tn/d αλουμινίου. Τα παραπροϊόντα, ως άχρηστα οδηγούνται δεματοποιημένα στο ΧΥΤΑ, είναι ~25% των εισερχομένων απορριμμάτων. Η κατασκευή του ΕΜΑΚ ολοκληρώθηκε τον Ιούλιο 2002 και διεξάχθηκε συνεχής δοκιμαστική λειτουργία 1.000tn/d απορριμμάτων. Το 2005 το ΕΜΑΚ επεξεργάστηκε ~100.000tn σύμμεικτα δημοτικά απορρίμματα, 3.500tn ιλύος και 3.500tn πράσινα απορρίμματα. Τα προϊόντα από την επεξεργασία αξιοποιήθηκαν από τον ΕΣΔΚΝΑ.

Ο έλεγχος των εγγυημένων μεθόδων του ΕΜΑΚ πραγματοποιήθηκε τα τελευταία 4 χρόνια από το Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο και από το Πολυτεχνείο της Δρέσδης. Η εν λόγω δοκιμή απόδοσης αφορούσε την δυναμικότητα, τον βαθμό ανάκτησης, το ποσοστό των άχρηστων υλικών που προκύπτουν, την ποιότητα των προϊόντων κ.α. Η δοκιμή απόδοσης ολοκληρώθηκε τον Αύγουστο του 2005 και τα συμπεράσματα ήταν άκρως θετικά, αφού παρότι ο νόμος θέτει ως ανώτατο όριο παραγωγής άχρηστων υλικών το 37%, το ΕΜΑΚ κατά την δοκιμαστική λειτουργία κυμάνθηκε στο 25% σ' αυτό τον τομέα.

Τα συμπεράσματα που έχουν βγει και από το ΕΜΑΚ των Λιοσίων, οδηγούν σε μία στρατηγική συνεργασίας των Δήμων με τη βιομηχανία για την εκμετάλλευση του παραγόμενου RDF (χαρτί-πλαστικό, εναλλακτικό καύσιμο). Απ' τη μία οι Ο.Τ.Α. και το συλλογικό σύστημα έχουν την υποχρέωση να ανακυκλώσουν το ξηρό μέρος των σκουπιδιών, που είναι το κύριο πρόβλημα, όπως φαίνεται από τη σύνθεσή του, ενώ από την άλλη η βιομηχανία έχει ανάγκη αυτή τη στιγμή για χαμηλού κόστους καύσιμο και επιπλέον πρέπει να αντισταθμίσει τα πρόστιμα για τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα.

5.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΟΣΟΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ

5.2.1 Δημογραφικά στοιχεία Περιφέρειας Αττικής

Η Περιφέρεια Αττικής συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της χώρας. Ειδικότερα, ο πληθυσμός της Περιφέρειας σύμφωνα με την Απογραφή του 2001 της ΕΣΥΕ, ανέρχεται σε 3.761.810 κατοίκους και καλύπτει το 34,3% του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Ωστόσο, ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού στην Αττική μειώνεται. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη του πληθυσμού της Αττικής.

Πίνακας 5.1. Διαχρονική εξέλιξη πληθυσμού για την Περιφέρεια Αττικής

	Πληθυσμός				Ποσοστιαία εξέλιξη		
	1971	1981	1991	2001	1971-81	1981-91	1991-01
Περιφέρεια Αττικής	2.797.836	3.369.443	3.523.407	3.761.810	20,43%	4,57%	6,77%
Χώρα	8.768.372	9.739.589	10.259.900	10.964.080	11,08%	5,34%	6.86%
Ποσοστιαία συμμετοχή πληθυσμού Αττικής στον πληθυσμό της χώρας	31,9%	34,6%	34,3%	34,3%			

Πηγή: ΕΣΥΕ

Η ανακοπή της πληθυσμιακής συγκέντρωσης οφείλεται κυρίως, στις τάσεις κορεσμού και συμφόρησης πληθυσμού και δραστηριοτήτων, που διαφαίνονται από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 με σημαντικά προβλήματα στο αστικό περιβάλλον και τις λειτουργίες της πόλης, καθώς επίσης και στις πολιτικές περιφερειακής ανάπτυξης που ακολουθήθηκαν τα τελευταία χρόνια.

Ο πληθυσμός της Νομαρχίας Αθηνών σύμφωνα με την απογραφή του 2001 ανέρχεται σε 2.664.776 κατοίκους, της Νομαρχίας Ανατολικής Αττικής σε 403.918 κατοίκους, της Νομαρχίας Δυτικής Αττικής σε 151.612 κατοίκους και τέλος, της Νομαρχίας Πειραιά σε 541.504 κατοίκους.

Με βάση το εγκεκριμένο Πλαίσιο Σχεδιασμού Διαχείρισης Απορριμμάτων Περιφέρειας Αττικής, η Αττική χωρίστηκε σε τρεις Διαχειριστικές Ενότητες.

Στην 1η Δ.Ε. συμπεριλαμβάνονται όλοι οι Δήμοι και Κοινότητες της ηπειρωτικής Αττικής

(συμπεριλαμβανομένων της Αίγινας και της Σαλαμίνας), ακόμη και εκείνοι που δεν είναι μέλη του ΕΣΔΚΝΑ (σύμφωνα με την ομόφωνη απόφαση της ΤΕΔΚΝΑ της 14-7-2000).

Η 2η Δ.Ε αφορά τους Δήμους & Κοινότητες Τροιζηνίας, Μεθάνων, Πόρου, Σπετσών, Ύδρας και Αγκιστρίου.

Η 3η Δ.Ε αφορά τους Δήμους & Κοινότητες Κυθήρων και Αντικυθήρων.

Γενικά, η πληθυσμιακή συγκρότηση της Περιφέρειας Αττικής επηρεάζεται σημαντικά τα τελευταία χρόνια από την αθρόα εισροή οικονομικών προσφύγων κυρίως από τις χώρες των Βαλκανίων (σύμφωνα με εκτίμηση του ΕΙΕ, ο αριθμός των οικονομικών προσφύγων της Αττικής φθάνει περίπου τις 350.000).

Ο αστικός πληθυσμός της Περιφέρειας Αττικής καλύπτει το 51,35% του συνολικού αστικού πληθυσμού της χώρας. Ο αστικός πληθυσμός καλύπτει το 94% του συνολικού πληθυσμού της Περιφέρειας, ο ημιαστικός το 5%, ενώ ο αγροτικός το 1% (1991). Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας 1981-91 αύξηση έχουν παρουσιάσει ο αστικός και ημιαστικός πληθυσμός, ενώ ο αγροτικός πληθυσμός έχει μειωθεί. Η αυξητική τάση του αστικού πληθυσμού εκφράζεται με την απόλυτη κυριαρχία του πολεοδομικού συγκροτήματος της Πρωτεύουσας, γεγονός που δημιουργεί εσωτερικές μετακινήσεις και πληθυσμιακές πιέσεις στην ενδοχώρα και τις εσωτερικές ζώνες της Περιφέρειας, με τις ανάλογες οικιστικές πιέσεις, καθώς και την ανάγκη ενίσχυσης των υποδομών στις περιοχές αυτές.

5.2.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά απορριμμάτων

Η ποιοτική σύσταση των απορριμμάτων αποτελεί παράμετρο χρονικά και τοπικά μεταβαλλόμενη, όπως προκύπτει από σχετικές μελέτες σε διάφορες περιοχές της χώρας μας και το εξωτερικό.

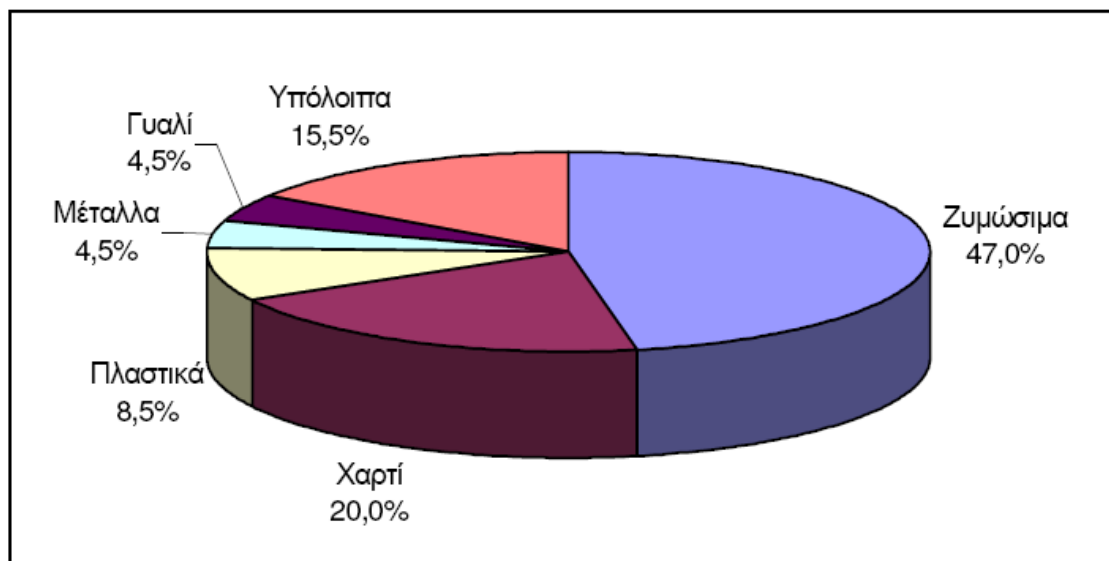
Η διακύμανση της σύνθεσης των απορριμμάτων οφείλεται στις κοινωνικές και οικονομικές διαφορές μεταξύ περιοχών (αγροτικές, ημι-αστικές, αστικές, κλπ.), στην επίδραση των κλιματολογικών συνθηκών και στις εποχιακές μεταβολές των συνηθειών του πληθυσμού, λ.χ. εποχιακά είδη διατροφής.

Η γνώση της σύστασης των παραγόμενων ΑΣΑ είναι ιδιαίτερης σημασίας για την εκπόνηση σχεδίων διαχείρισης απορριμμάτων, στο σύνολο τους. Οι ενδεχόμενες μεταβολές στην ποιοτική σύσταση των παραγόμενων αποβλήτων στην πορεία του χρόνου, περιγράφουν στην πράξη τη μεταστροφή των καταναλωτικών συνηθειών και διαμορφώνουν τις μελλοντικές τάσεις

παραγωγής ΑΣΑ Τα στοιχεία αυτά είναι ιδιαίτερης σημασίας για τη χάραξη στρατηγικής διαχείρισης αποβλήτων σε τοπικό, περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο.

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

Εικόνα 5.2. Μέση κατά βάρος σύνθεση ΑΣΑ στην Ελλάδα, 1997 (Πηγή: Η.Π. 50910/2727/2003).



Τα απορριπτόμενα υλικά συσκευασίας αποτελούν περίπου το 20% κατά βάρος των συνολικά παραγόμενων ΑΣΑ, σύμφωνα με στοιχεία του 1999. Η κατά βάρος σύνθεση των υλικών συσκευασίας στην Ελλάδα, καθώς και το ποσοστό ανακύκλωσης ανά υλικό παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Η.Π. 50910/2727/2003, ΥΠΕΧΩΔΕ 2003).

Πίνακας 5.2. Σύνθεση των αποβλήτων συσκευασίας και ποσοστό ανακύκλωσης στην Ελλάδα - 1999 (Πηγή: Η.Π. 50910/2727/2003, ΥΠΕΧΩΔΕ 2003)

Υλικό	% (κ.β.)	στα απόβλητα	Ανακύκλωση (%)
Χαρτί / Χαρτόνι		42	68
Πλαστικά		26	3
Γυαλί		18	24
Μέταλλα		8	9,8
Ξύλο - Λοιπά		6	-

Τα ειδικά επικίνδυνα απόβλητα που περιέχονται στα απορριπτόμενα ΑΣΑ (στην εικόνα 16 περιλαμβάνονται στην κατηγορία «Υπόλοιπα») περιλαμβάνουν κυρίως φάρμακα, υλικά καθαρισμού, χρώματα-βερνίκια-διαλυτικά, μπαταρίες και φυτοφάρμακα, που είναι είτε οικιακής προέλευσης είτε προέρχονται από διάφορες επαγγελματικές δραστηριότητες (π.χ. γραφεία, εμπορικά καταστήματα κλπ). Η συνολική ποσότητα των αποβλήτων αυτών για το 1997 εκτιμάται περίπου σε 0,12% επί των συνολικά παραγόμενων αστικών αποβλήτων (ΥΠΕΧΩΔΕ 2003).

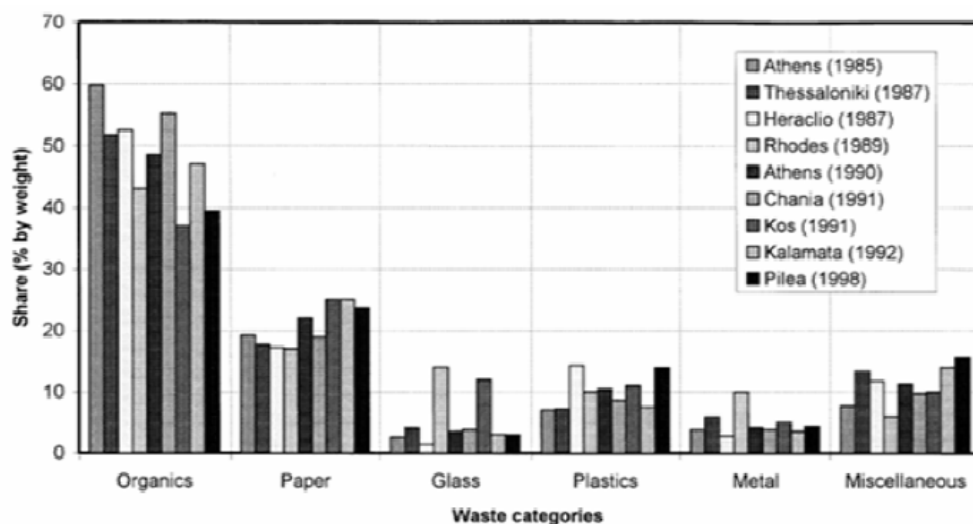
Αν και η σύσταση που παρουσιάστηκε στην Εικόνα 5.2 είναι γενικά παραδεκτή ως η αντιπροσωπευτικότερη μέση σύσταση των Ελληνικών ΑΣΑ και υιοθετείται ως τέτοια από τους Εθνικούς Σχεδιασμούς, η πραγματική σύσταση των ΑΣΑ στη χώρα παρουσιάζει τόσο γεωγραφική διακύμανση όσο και διαχρονική μεταβολή, με την ποσοστιαία μείωση των ζυμώσιμων και την αντίστοιχη αύξηση των αποβλήτων συσκευασίας και χαρτιού να είναι οι σημαντικότερες τάσεις.

Κάποια διαθέσιμα στοιχεία για τη γεωγραφική και χρονική διακύμανση της ποιοτικής σύστασης των ΑΣΑ παρουσιάζονται στην εικόνα 5.2 (Koufodimos and Samaras, 2002). Επιπλέον, η μεταβολή της σύστασης των ΑΣΑ της Αττικής, έτσι όπως έχει μετρηθεί από τον ΕΣΔΚΝΑ, παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.3 (Ανώνυμος, 2001) ενώ στον Πίνακα 5.4 (Gidakos et al., 2006) παρουσιάζεται η σύσταση των ΑΣΑ σε διάφορες περιοχές της χώρας.

Επίσης, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στον ποιοτικό χαρακτηρισμό των απορριμμάτων στους Δήμους που συμμετέχουν στο πρόγραμμα LIFE - Environment COMWASTE (LIFE03 ENV/GR/000205) με τίτλο **"Προώθηση και εφαρμογή συστημάτων για την παραγωγή Compost υψηλής ποιότητας από βιοδιασπώμενα οικιακά απόβλητα με διαλογή στην πηγή"** COMWASTE. Το πρόγραμμα τέθηκε σε εφαρμογή από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο σε συνεργασία με τους φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης των δήμων Κηφισιάς, Αχαρνών και Νέας Χαλκηδόνας.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι τα στοιχεία αυτά θα πρέπει να θεωρηθούν ως ενδεικτικά και δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα, αφού σε πολλές περιπτώσεις έχουν εφαρμοστεί διαφορετικά πρωτόκολλα ανάλυσης και δειγματοληψίας. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται στην έλλειψη ενός εθνικού προτύπου δειγματοληψίας και ανάλυσης ΑΣΑ καθώς και στην αντίστοιχη έλλειψη ενός εθνικού προγράμματος τακτικών αναλύσεων με κατάλληλη γεωγραφική αντιπροσωπευτικότητα των αγροτικών, ημιαστικών και αστικών περιοχών της χώρας. Επίσης, ελάχιστες είναι και οι στοιχειομετρικές αναλύσεις των ΑΣΑ, καθώς και η μέτρηση του θερμογόνου δυναμικού τους. Αυτές συνήθως περιορίζονται σε περιορισμένης κλίμακας ερευνητικά προγράμματα. Είναι φανερό ότι η έλλειψη αξιόπιστων στοιχείων για τις προαναφερθείσες παραμέτρους δυσχεραίνει το σχεδιασμό και τον προγραμματισμό εγκαταστάσεων επεξεργασίας ΑΣΑ και εισάγει σημαντική αβεβαιότητα ως προς τα υπολογιζόμενα ισοζύγια μάζας και ενέργειας. Ένα συστηματικό πρόγραμμα αναλύσεων θα έπρεπε να είναι ανάμεσα στις άμεσες προτεραιότητες των φορέων διαχείρισης στερεών αποβλήτων (ΦοΣΔΑ), τουλάχιστον στις περιοχές όπου προγραμματίζονται έργα επεξεργασίας των ΑΣΑ

Εικόνα 5.3. Ποιοτική σύσταση ΑΣΑ σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας από το 1985 έως το 1992
(Πηγή: Koufodimos and Samaras, 2002).



Πίνακας 5.3. Μεταβολή της ποιοτικής σύστασης των ΑΣΑ της Αττικής κατά την περίοδο 1982-2005 και εκτίμηση για το 2008 (Πηγή: ΕΣΔΚΝΑ).

Κατηγορία υλικών	1982	1984-85	1990-91	1997	2005	2008 (εκτίμηση)
Ζυμώσιμα	55,76	56,50	48,50	46,50	40,00	41,00
Χαρτί /	23,28	20,00	22,00	23,44	32,00	29,00
Πλαστικά	9,20	7,00	10,50	10,80	13,00	14,00
Μέταλλα	4,22	4,00	4,20	3,74	3,50	3,50
Γυαλί	2,79	2,70	3,50	3,42	2,50	3,50
Υ- Ξ- Λ- Δ		4,30	3,50	4,25	3,20	4,50
Λοιπά	1,82	1,00	3,30	3,58	2,50	1,50
Διάφορα	2,93	4,50	4,50	4,27	3,30	3,00
Σύνολο	100,0	100,00	100,00	100,0	100,00	100,00

Η Ποιοτική Σύσταση των απορριμμάτων του έτους 1997 στηρίζεται σε πλήρη και τεκμηριωμένη καταγραφή των ποιοτικών χαρακτηριστικών των απορριμμάτων της Αττικής μέσω της διενέργειας κατάλληλου προγράμματος δειγματοληψιών από απορριματοφόρα προσερχόμενα στο Χώρο Διάθεσης Απορριμμάτων Άνω Λιοσίων και μετρήσεων 15 ημερών. Στόχος του Προγράμματος δειγματοληπτικής εξέτασης των παραμέτρων των απορριμμάτων της Αττικής ήταν ο προσδιορισμός των παραμέτρων των απορριμμάτων και ο καθορισμός της σύστασης των απορριμμάτων. Το Πρόγραμμα εκτελέστηκε με επιτυχία τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 1997 από το Τμήμα Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ. Κατά την εκτέλεση του Προγράμματος δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στην λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος σύμμεικτων αστικών απορριμμάτων, από απορριματοφόρα διαφορετικών Δήμων και περιοχών της Αττικής. Με την βοήθεια κατάλληλου κόσκινου εκτελέστηκε κοκκομετρική ανάλυση του δείγματος και προσδιορίστηκε κατόπιν χειροδιαλογής η σύστασή του αλλά και το ποσοστό κάθε υλικού που περιέχεται σε καθένα από τα επιμέρους κλάσματα για τις διάφορες κατηγορίες υλικών. Επίσης σε κάθε δείγμα προσδιορίστηκε το ποσοστό ολικής υγρασίας του % κ.β. με χρήση κατάλληλου κλίβανου ξήρανσης.

Η εκτίμηση της Ποιοτικής Σύστασης των απορριμμάτων του έτους 2008 στηρίζεται στα ενδιάμεσα αποτελέσματα του ερευνητικού Προγράμματος «Προσδιορισμός Φυσικοχημικών Παραμέτρων & Ποιοτικής Σύστασης Απορριμμάτων Λεκανοπεδίου Αττικής» που εκπόνησε ο ΕΣΔΚΝΑ από τον Ιανουάριο του 2006 έως τον Μάρτιο του 2008 σε συνεργασία με το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και το Πολυτεχνείο της Δρέσδης.

Από τον Πίνακα 5.4, προκύπτει μια τάση ποσοστιαίας αύξησης του ξηρού κλάσματος (κυρίως συσκευασίες και έντυπο χαρτί) και μιας μικρής ποσοστιαίας μείωσης του οργανικού βιοαποδομήσιμου κλάσματος. Δυστυχώς, δεν υπάρχουν ακόμη διαθέσιμα στοιχεία ώστε να αξιολογηθεί η εκτίμηση του ΕΣΔΚΝΑ για το έτος 2005. Έτσι, στα σενάρια για την Αττική θα χρησιμοποιηθεί η σύσταση του 1997, η οποία θεωρείται ότι μένει σταθερή για όλη την εξεταζόμενη περίοδο. Παρά το γεγονός ότι αυτή είναι μια παραδοχή που πιθανόν να μην εκφράζει την πραγματική κατάσταση για την περίοδο έως το 2027, η υιοθέτησή της κρίνεται ως η καλύτερη προσέγγιση γιατί: α) δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την εξέλιξη της και β) με δεδομένο ότι η ίδια σύσταση χρησιμοποιείται σε όλα τα σενάρια, το όποιο σφάλμα στην πρόβλεψη δεν αναμένεται να επηρεάσει σημαντικά τη συγκριτική τους αξιολόγηση.

Πίνακας 5.4. Ποιοτική σύσταση ΑΣΑ (% κ.β.) σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας από το 1982 έως το 2004

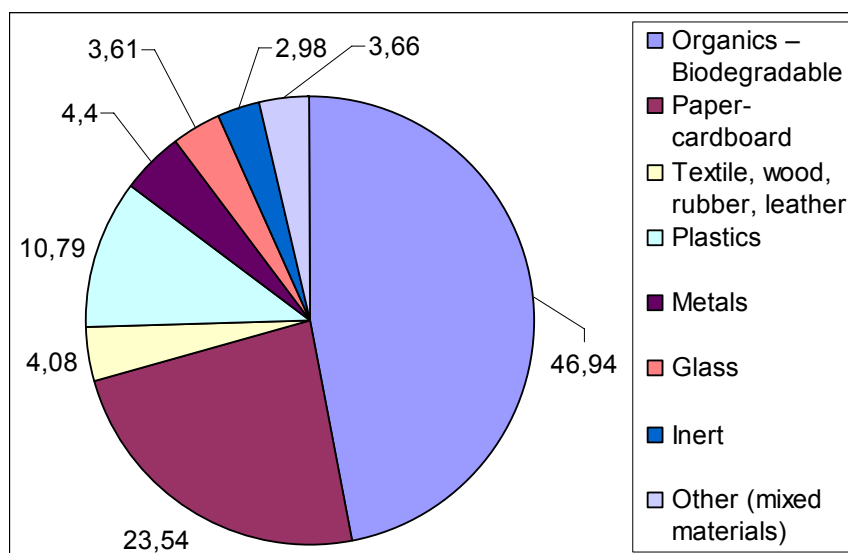
	Αττική (1)	Αττική (1)	Αττική (1)	Αττική (1)	Αττική (1)	Θεσσα/νίκη (1)	Δήμος Ηρακλείου (1)	Δήμος Ρόδου (1)	Δήμος Κω (1)	Κοινότητες Κω (1)	Δήμος Χανίων (1)
Περίοδος	1969	1970	1971	1972	6/83-6/84	4/86-3/87	1987	9/87-8/88	1989	1990	1990
Πληθυσμός	3.500.000	3.500.000	3.500.000	3.500.000	3.500.000	1.000.000	115.000	45.000	15.000	12.000	
Ζυμώσιμα	55,3	57,2	57,5	60,9	59	52	52,5	42	37,3	39,8	55,2
Χαρτί	24,4	23,2	23,3	22	19,5	18	17,2	14	24,8	23,5	19,1
Μέταλλα	4,6	4,4	4,2	3,9	4	5	2,8	10	5,4	5,3	3,7
Γυαλί	3,8	3,8	2,6	2,2	2,5	4	1,4	2	12,3	9,6	4
Πλαστικά	7,4	8	10	9,3	7	7	14,3	12	10,9	11,4	8,3
Δ-Ξ-Λ-Υ	4,5	3,4	2,4	1,7	3,5	8		4	4,6	4,9	3,8
Λοιπά άκαυστα					4,5	6		16	4,7	5,5	5,9
Διάφορα							11,8				
Σύνολο	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

	Β.αξονας N. Χανίων (1)	Δήμος Νάξου (1)	Κομοτινή (1)	Ξάνθη (1)	Δήμος Καλαμάτας (1)	Αθήνα, ΕΣΔΚΝΑ (2)	Αθήνα, ΕΣΔΚΝΑ (2)	Δ. Πυλαίας, Θεσσα/νίκη (3)	Θεσσα/νίκη (4)	Κρήτη (5)
Περίοδος	1991	1994	92-93	92-93	1992	1991	1997	1998	1997-99	2003-04
Πληθυσμός	50.000				60.000			27.972	1.100.000	400.000
Ζυμώσιμα	56,4	48,3	67,1	61,2	47	48,5	46,5	41	26,66	39,15
Χαρτί	18,1	21,6	9,1	15,1	25	22,5	23,4	23	29,21	19,94
Μέταλλα	3,9	3,4	2,8	3,2	3,5	4,2	2,74	4	4,43	4,95
Γυαλί	3,5	5,8	1,7	2,1	2,6	3,5	3,41	3	3,61	5,33
Πλαστικά	8,8	9,4	6,1	7,1	7,4	10	10,8	13	17,9	16,85
Δ-Ξ-Λ-Υ	4,1	3,5			6,4	3,5	4,25	6	9,13	5,24
Λοιπά άκαυστα	5,2	8			8,1	3,3	3,58	2	4	2,67
Διάφορα			13,2	11,3		4,5	5,32	8	5,06	5,87
Σύνολο	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Πίνακας 5.5. Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά οικιακών απορριμμάτων από τους τρεις δήμους του νομού Αττικής που συμμετέχουν στο COMWASTE

Σύσταση οικιακών απορριμμάτων (% κατά βάρος)	Δήμοι		
	Αχαρνές	Κηφισιά	Νέα Χαλκηδόνα
Οργανικά-ζυμώσιμα	48,38	45,52	46,91
Χαρτί-χαρτόνι	22,29	25,12	23,20
Υφασμα, ξύλο, λάστιχο, δέρματα	4,33	3,79	4,11
Πλαστικά	9,68	11,61	11,07
Μέταλλα	4,15	4,46	4,59
Γυαλιά	3,67	3,78	3,42
Αδρανή	3,23	2,76	2,96
Υπόλοιπα (μικτά υλικά)	4,27	2,96	3,74
Σύνολο	100,00	100,00	100,00

Εικόνα 5.4. Μέσος όρος των ποσοτικών χαρακτηριστικών των οικιακών απορριμμάτων που παράγονται στους τρεις Δήμους που συμμετέχουν στο πρόγραμμα COMWASTE



Πίνακας 5.6.: Χρονική μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών των οικιακών απορριμμάτων του νομού Αττικής για το διάστημα 1985 – 2004 (Πηγή: COMWASTE).

Σύσταση οικιακών απορριμμάτων (% κατά βάρος)	1985	1991	1996	Μέσος όρος για τους τρεις Δήμους
Οργανικά-ζυμώσιμα	59,80	51,00	48,50	46,94
Χαρτί-χαρτόνι	19,50	21,00	22,50	23,54
Υφασμα, ξύλο, λάστιχο, δέρματα	3,40	2,00	3,50	4,08
Πλαστικά	7,00	9,00	10,00	10,79
Μέταλλα	3,80	5,50	4,20	4,40
Γυαλιά	2,60	6,00	3,50	3,61
Αδρανή	0,70	2,00	3,30	2,98
Υπόλοιπα (μικτά υλικά)	3,20	3,50	4,50	3,66
Σύνολο	100,00	100,00	100,00	100,00

5.2.3 Ποσοτικά χαρακτηριστικά απορριμμάτων της Αττικής

Οι παραγόμενες ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων της Περιφέρειας Αττικής κατά το έτος 2001 ανέρχονταν σε **1.775.050 t/έτος**. Πρόκειται για την ετήσια ποσότητα που υιοθετήθηκε από το Περιφερειακό Συμβούλιο Αττικής κατά την 44η Συνεδρίασή της στις 17-09-2001, αφού έλαβε υπόψη του τα πορίσματα της Α΄ Φάσης - Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων του έτους 2001.

Η ετήσια ποσότητα των αστικών στερεών αποβλήτων του έτους 2001, ανηγμένη στον πραγματικό πληθυσμό της περιοχής μελέτης κατά την απογραφή του 2001, δίδει μέση ημερήσια παραγωγή απορριμμάτων ανά άτομο για την Περιφέρεια Αττικής, ίση με **1,29 kg/άτομο και ημέρα**. Η εκτίμηση αυτή είναι πολύ κοντά στην πραγματικότητα, και δεν απέχει πολύ από την εκτίμηση του ΕΣΔΑ για ημερήσια παραγωγή απορριμμάτων ανά άτομο ίση με 1,14kg/άτομο και ημέρα, εφόσον η Περιφέρεια Αττικής συγκεντρώνει το ήμισυ σχεδόν (46,7%) του αστικού πληθυσμού της Χώρας, καθώς και μεγαλύτερο ποσοστό δραστηριοτήτων του δευτερογενή και τριτογενή τομέα της Χώρας.

Έτσι στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης και σύμφωνα με το Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Π.Ε.Σ.Δ.Α) Αττικής (Αρ.Απόφασης 319/Φ.περ.Σ-Α/06/22.02.2006), η παραγωγή Α.Σ.Α. θεωρείται ότι ανερχόταν για το σύνολο του πληθυσμού της Περιφέρειας (2001) σε **4.863,15 t/ημ** (μέση ημερήσια ποσότητα) και **1.775.050 t/έτος** (ετήσια ποσότητα) ενώ σήμερα (2008) η ετήσια παραγωγή ξεπερνά τα 2.000.000 τόνους ετησίως (**5.400 t/ημ.**).

Όσον αφορά τη διαχρονική εξέλιξη των παραγόμενων ποσοτήτων απορριμμάτων, σύμφωνα με εκτιμήσεις των μελετητών της παρούσας μελέτης αναμένεται αύξησή τους για δύο κυρίως λόγους:

- Λόγω της αναμενόμενης ετήσιας αύξησης του πληθυσμού
- Λόγω της αναμενόμενης αύξησης του συντελεστή παραγωγής απορριμμάτων ανά κάτοικο και ημέρα. Αυτό, σύμφωνα και με τις παρατηρήσεις από άλλες, αλλοδαπές ή ημεδαπές περιοχές, οφείλεται στην αύξηση του βιοτικού επιπέδου και τη διαχρονική διαφοροποίηση των καταναλωτικών συνηθειών.

Πιθανώς οι ρυθμοί αύξησης να μειωθούν σε κάποιο βαθμό σε ορισμένες περιοχές, ή να έχουμε και διαχρονική μείωση των ποσοτήτων των απορριμμάτων στην περίπτωση επιτυχούς εφαρμογής εκτεταμένων προγραμμάτων πολιτικής πρόληψης / μείωσης / επαναχρησιμοποίησης / ανάκτησης / ανακύκλωσης στην περιοχή, όπως θα εκτεθούν εν συνεχεία κατά την παρουσίαση των στόχων σε επίπεδο Περιφέρειας για τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα και τα απόβλητα συσκευασιών. Παρόλα αυτά η «πρωτογενής» παραγωγή Α.Σ.Α. δηλαδή πριν την εφαρμογή προγραμμάτων Αξιοποίησης / Ανακύκλωσης αναμένεται να είναι διαχρονικά αυξητική.

Λαμβάνοντας υπόψη κύρια τα ανθρωπογεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, την συνεχή άνοδο του βιοτικού επιπέδου των τελευταίων χρόνων και την αλλαγή του τρόπου διαβίωσης γίνεται αποδεκτό ότι η αναμενόμενη αύξηση της παραγόμενης ποσότητας απορριμμάτων ανά κάτοικο, θα είναι της τάξης του 35% ανά εικοσαετία, **ο δε ετήσιος αναμενόμενος ρυθμός αύξησης θα είναι περίπου 1,5%.**

Στον πίνακα 5.7 παρατίθενται τα πλέον επικαιροποιημένα επίσημα στοιχεία σε ό,τι αφορά την παραγωγή στερεών αποβλήτων διαφόρων κατηγοριών, βάσει εκτιμήσεων και υπολογισμών.

Πίνακας 5.7. Ποσότητες στερεών αποβλήτων ανά κατηγορία

Έτος Αναφοράς	Κατηγορία αποβλήτου	Παραγόμενη Ποσότητα,
2001	Αστικά Στερεά Απόβλητα ¹	4.559.000
2004	Επικίνδυνα Απόβλητα	184.500 (94.000 τον
2002	Χρησιμοποιημένα Ελαστικά 2	50.000
2002	Οχήματα Τέλους Κύκλου Ζωής -	70.000 ^a
2005	Απόβλητα Λιπαντικών Ελαίων –	85.000
2005	Απόβλητα από Εκσκαφές, Κατασκευές & Κατεδαφίσεις –	5.500.000
2003	Μη Επικίνδυνα Βιομηχανικά 2	20.000.000
2003	Απόβλητα Ηλεκτρικού - Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού -	175.000
2005	Φορητές Ηλεκτρικές Στήλες (μπαταρίες) -Συσσωρευτές 3	39.000
	Νοσοκομειακά απόβλητα	Μη Διαθέσιμο ³
2005	Ιλύες ΕΕΛ ²	415.000

α Τεμάχια

1 ΚΥΑ Η.Π. 50910/2727 - 22.12.2003

²ΥΠΕΧΩΔΕ, επίσημη ιστοσελίδα: www.minenv.gr/anakyklosi

³Σύμφωνα με την ΚΥΑ 14312/1302 - 09.06.2000 η ποσότητα των μολυσματικών νοσοκομειακών αποβλήτων ανέρχεται σε 14.000 τον. - με την κατάργηση της εν λόγω ΚΥΑ από την ΚΥΑ Η.Π. 50910/2727/2003 δεν υπάρχει άλλη επίσημη αναφορά σχετικά με τα νοσοκομειακά απόβλητα.

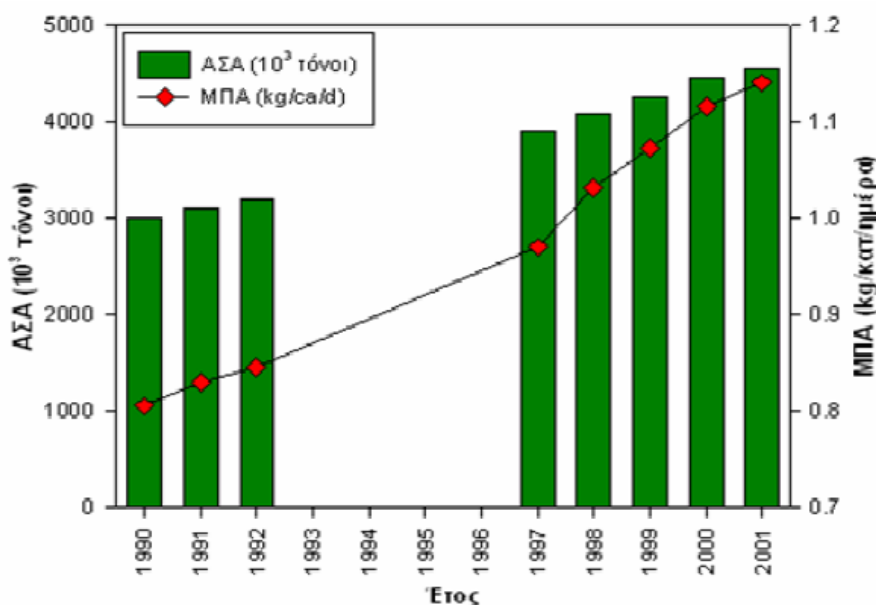
Θα πρέπει να τονιστεί ότι τα ιστορικά δεδομένα σχετικά με την εξέλιξη των ποσοτήτων των παραπάνω κατηγοριών αποβλήτων είναι ιδιαίτερα περιορισμένα και δεν θεωρούνται ιδιαίτερα αξιόπιστα διότι δεν βασίζονται σε συστηματικά προγράμματα μετρήσεων και αναλύσεις ζυγολογίων. Για τα ΑΣΑ υπάρχουν σποραδικές μετρήσεις, κυρίως σε μεγάλα αστικά κέντρα και εκτιμήσεις των υπόλοιπων στοιχείων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαθέσιμα στοιχεία για αυτή την κατηγορία αποβλήτων.

Σύμφωνα με στοιχεία του 2001 στην Ελλάδα παράγονται περί τα 4,6 εκατομμύρια τόνοι αστικών στερεών αποβλήτων, που περιλαμβάνουν κυρίως τα απόβλητα που προέρχονται από

κατοικίες, καθώς και ένα μέρος των στερεών αποβλήτων που παράγονται από εμπορικές δραστηριότητες και συλλέγονται από τους ΟΤΑ (Η.Π. 50910/2727/2003).

Παρατηρείται τάση σημαντικής αύξησης της παραγωγής αστικών αποβλήτων με το χρόνο (βλ. εικόνα 5.5), η οποία για την περίοδο 1991-1997 ανήλθε σε περίπου 4% ετησίως. Η αύξηση αυτή μπορεί να αποδοθεί στην ανάπτυξη των μεγάλων αστικών κέντρων, την αύξηση του τουριστικού ρεύματος και κυρίως την αντίστοιχη αύξηση του ΑΕΠ που συνοδεύτηκε από άνοδο του βιοτικού επιπέδου και αύξηση της κατανάλωσης. Η μέση ημερήσια παραγωγή αστικών αποβλήτων ανά κάτοικο στην Ελλάδα για το 1997 ανέρχεται σε 0,97 kg/κάτοικο, ενώ για το 2001 εκτιμάται σε 1,14 kg/κάτοικο, τιμή που παραμένει κατώτερη από τον αντίστοιχο μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 1,48 kg/κάτοικο/ημέρα (Η.Π. 50910/2727/2003, ΥΠΕΧΩΔΕ 2003).

Η Περιφέρεια Αττικής παράγει περίπου το 39% της ετήσιας ποσότητας αστικών στερεών αποβλήτων της χώρας, ακολουθούμενη από την Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας με ποσοστό 16%, γεγονός που δεν είναι παράδοξο καθώς στους δύο αυτούς νομούς βρίσκονται οι πόλεις της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, αντίστοιχα (ΥΠΕΧΩΔΕ 2003).



Εικόνα 5.5. Μεταβολή της συνολικής παραγόμενης ποσότητας και της μοναδιαίας παραγωγής ΑΣΑ στην Ελλάδα την περίοδο 1991-2001. (Πηγή: Η.Π. 50910/2727/2003, ΥΠΕΧΩΔΕ 2003).

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στον ποσοτικό χαρακτηρισμό των απορριμμάτων στους Δήμους που συμμετέχουν στο πρόγραμμα LIFE - Environment COMWASTE (LIFE03 ENV/GR/000205) με τίτλο "Προώθηση και εφαρμογή συστημάτων για την παραγωγή Compost υψηλής ποιότητας από βιοδιασπώμενα οικιακά απόβλητα με διαλογή

στην πηγή" COMWASTE. Το πρόγραμμα τέθηκε σε εφαρμογή από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο σε συνεργασία με τους φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης των δήμων Κηφισιάς, Αχαρνών και Νέας Χαλκηδόνας.

Αρχικά, παρουσιάζονται οι ποσότητες των απορριμμάτων που παράγονται σε κάθε δήμο και κοινότητα του νομού Αττικής. Επιπλέον, γίνονται εκτιμήσεις σχετικά με τη μοναδιαία παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων, δηλαδή, την ποσότητα απορριμμάτων που παράγεται ανά κάτοικο και ημέρα με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για τις τάσεις μεταβολής του εν λόγω μεγέθους με την πάροδο του χρόνου. Ακόμη, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στον ποιοτικό και ποσοτικό χαρακτηρισμό των απορριμμάτων στους τρεις Δήμους που συμμετέχουν στο πρόγραμμα.

Πίνακας 5.8.. Ποσοτικά στοιχεία απορριμμάτων των δήμων του νομού Αττικής

Πληθυσμός Δήμων	Αριθμός Δήμων	Διακύμανση ποσότητας απορριμμάτων (τόννοι/έτος)	Διακύμανση Μοναδιαίας ποσότητας απορριμμάτων (κιλά ανά άτομο και ημέρα)
-10000	20	491 - 14600	0,44-4,68
10001-20000	26	1825 - 22400	0,48 - 4,57
20001-30000	15	4380-25550	0,46 - 3,55
30001-40000	5	13870 - 60000	1,24 - 4,31
40001-50000	4	23360 - 34675	1,38-2,07
50001 - 60000	2	56836 - 58042	1,72-1,76
60001-70000	6	21900 - 62050	0,98 - 2,45
70001-80000	7	41000 - 58400	1,5 -2,23
80001-90000	2	36500-54750	1,24-1,87
90001-110000	2	43800-51100	1,28-1,29
130001-180000	2	98550 - 109500	1,71 - 1,96
745514 (Αθήνα)	1	474500	1,74

Πληθυσμός Δήμων	Αριθμός Δήμων	Διακύμανση ποσότητας απορριμμάτων (τόννοι/έτος)	Διακύμανση Μοναδιαίας ποσότητας απορριμμάτων (κιλά ανά άτομο και ημέρα)
Σύνολο	92	491 - 474500	0,44 - 4,68

Πίνακας 5.9. Ποσοτικά στοιχεία απορριμμάτων των κοινοτήτων του νομού Αττικής

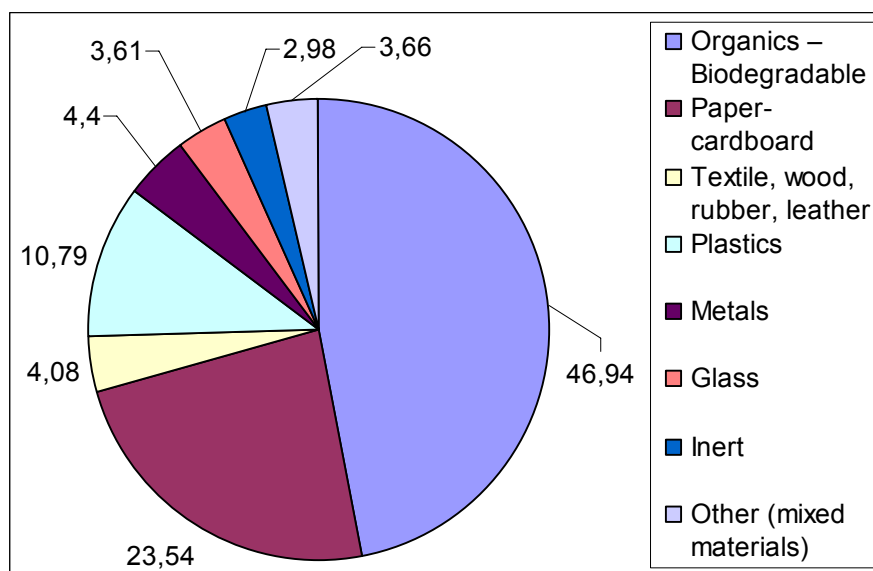
Πληθυσμός κοινοτήτων	Αριθμός κοινοτήτων	Διακύμανση ποσότητας απορριμμάτων (τόννοι/έτος)	Διακύμανση Μοναδιαίας ποσότητας απορριμμάτων (κιλά ανά άτομο και ημέρα)
-1000	4	11 2304	0,68-3,42
1001-2000	6	475 - 2190	0,75 -3,52
2001-3000	7	1460 - 4360	1,36 - 4,04
3001 - 4000	3	2920 - 8720	2,65 - 4,12
4001-5000	4	2920 - 5110	1,6 -2,93
5001 - 6000	4	5658 - 10160	2,93 - 3,34
6001 - 7000	2	6570 - 10220	2,92 -3,89
Σύνολο	30	11 - 10220	0,68 - 3,89

Πίνακας 5.10. Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά οικιακών απορριμμάτων από τους τρεις δήμους του νομού Αττικής που συμμετέχουν στο COMWASTE

Σύσταση οικιακών απορριμμάτων (% κατά βάρος)	Δήμοι		
	Αχαρνές	Κηφισιά	Νέα Χαλκηδόνα
Οργανικά-ζυμώσιμα	48,38	45,52	46,91
Χαρτί-χαρτόνι	22,29	25,12	23,20
Υφασμα, ξύλο, λάστιχο, δέρματα	4,33	3,79	4,11
Πλαστικά	9,68	11,61	11,07
Μέταλλα	4,15	4,46	4,59
Γυαλιά	3,67	3,78	3,42
Αδρανή	3,23	2,76	2,96

Υπόλοιπα (μικτά υλικά)	4,27	2,96	3,74
Σύνολο	100,00	100,00	100,00

Εικόνα 5.10. Μέσος όρος των ποσοτικών χαρακτηριστικών των οικιακών απορριμμάτων που παράγονται στους τρεις Δήμους που συμμετέχουν στο πρόγραμμα



Πίνακας 5.11. Χρονική μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών των οικιακών απορριμμάτων του νομού Αττικής για το διάστημα 1985 - 2004

Σύσταση οικιακών απορριμμάτων (% κατά βάρος)	1985	1991	1996	Μέσος όρος για τους τρεις Δήμους
Οργανικά-ζυμώσιμα	59,80	51,00	48,50	46,94
Χαρτί-χαρτόνι	19,50	21,00	22,50	23,54
Υφασμα, ξύλο, λάστιχο, δέρματα	3,40	2,00	3,50	4,08
Πλαστικά	7,00	9,00	10,00	10,79
Μέταλλα	3,80	5,50	4,20	4,40
Γυαλιά	2,60	6,00	3,50	3,61
Αδρανή	0,70	2,00	3,30	2,98

Σύσταση οικιακών απορριμμάτων (% κατά βάρος)	1985	1991	1996	Μέσος όρος για τους τρεις Δήμους
Υπόλοιπα (μικτά υλικά)	3,20	3,50	4,50	3,66
Σύνολο	100,00	100,00	100,00	100,00

6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

6.1 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ IWM-2

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (AKZ) είναι μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, εκτιμώντας τις επιπτώσεις από τη χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων και αναγνωρίζοντας και εκτιμώντας τις δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων. Η ανάλυση περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος, της διεργασίας ή της δραστηριότητας.

Πρόκειται δηλαδή για ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και υποστήριξης αποφάσεων που σκοπό έχει να αποτιμήσει τις επιδράσεις από τη χρήση ενέργειας και την επεξεργασία υλικών, συμπεριλαμβανομένης της απόρριψης αποβλήτων στο περιβάλλον και να εκτιμήσει τις δυνατότητες επίτευξης περιβαλλοντικών βελτιώσεων σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση πρώτων υλών και ενέργειας σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής ενός προϊόντος.

Οι ρίζες της τεχνικής της AKZ επεκτείνονται πίσω στη δεκαετία του 70 όταν ακαδημαϊκοί στην Ελβετία, Γερμανία και τις ΗΠΑ ανέπτυξαν τεχνικές για ενεργειακούς και περιβαλλοντικούς υπολογισμούς κατά το στάδιο του σχεδιασμού προϊόντων. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του '80 τα οφέλη της τεχνικής έγιναν αισθητά στη βιομηχανία, ενώ στις αρχές της δεκαετίας του '90 ένα κύμα ερευνητικών προγραμμάτων έδωσε ιδιαίτερη ώθηση στην AKZ. Εντούτοις, θεωρείται ότι η καθιέρωση της ως περιβαλλοντικό εργαλείο έγινε μόλις στα τέλη της δεκαετίας του 90 με την έκδοση της σχετικής σειράς διεθνών προτύπων ISO 14040 - 14049. Η τεχνική βασίζεται στη δημιουργία ενός είδους μοντέλου, το οποίο διαμορφώνει ο χρήστης προσπαθώντας να περιγράψει όσο το δυνατό πιο ρεαλιστικά ένα σύστημα. Το σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ένα

στατικό μοντέλο προσομοίωσης που αποτελείται από διεργασίες (unit processes), η κάθε μια από τις οποίες αντιπροσωπεύει μια ή περισσότερες δραστηριότητες.

Το μοντέλο IWM (Integrated Waste Management) λαμβάνει υπόψη όλο τον κύκλο ζωής των δημοτικών στερεών αποβλήτων, από την στιγμή της παραγωγής του αποβλήτου (απώλεια αξίας), έως την στιγμή που παύει να είναι απόβλητο, έχοντας μετατραπεί σε ένα χρήσιμο προϊόν, υπόλειμμα προς υγειονομική ταφή ή εκπομπή στην ατμόσφαιρα ή στα ύδατα.

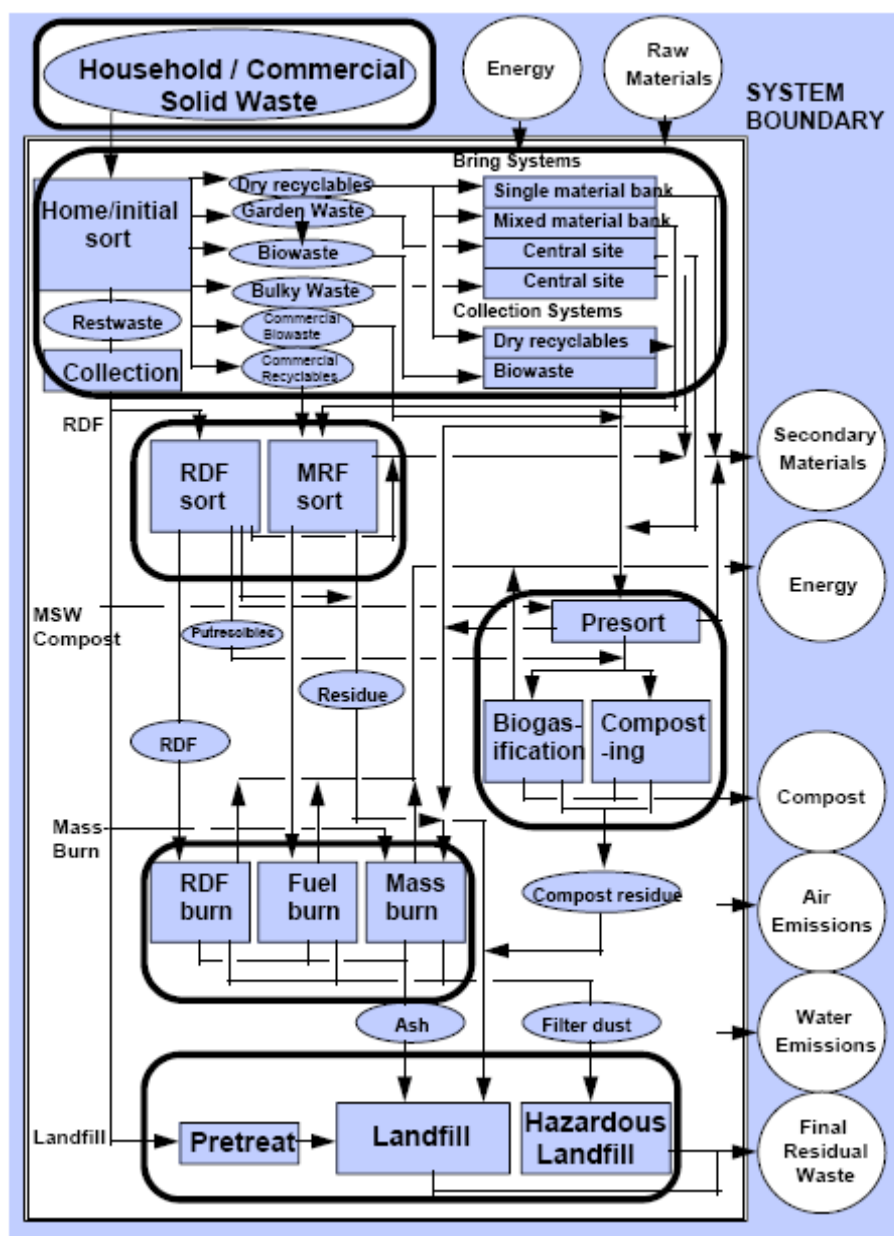
Οι εισροές του συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης στερεών αποβλήτων είναι απόβλητα, ενέργεια και άλλες πρώτες ύλες. Οι εκροές του συστήματος είναι χρήσιμα προϊόντα, κομπόστ, εκπομπές σε ατμόσφαιρα και ύδατα και υπόλειμμα προς υγειονομική ταφή. Ένα παράλληλο μοντέλο υπολογίζει το συνολικό κόστος του συστήματος βασιζόμενο σε τοπικά δεδομένα τα οποία είτε προσδιορίζει ο χρήστης είτε λαμβάνονται από τις βάσεις δεδομένων του λογισμικού.

Μετά τον καθορισμό του συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων, υπολογίζονται οι εισροές και εκροές κάθε επιλεγμένης μεθόδου επεξεργασίας χρησιμοποιώντας σταθερά δεδομένα για κάθε μέθοδο. Η έλλειψη ποιοτικών δεδομένων είναι γνωστό και αναγνωρισμένο πρόβλημα. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως καθαρή ενεργειακή κατανάλωση, αέριες εκπομπές, εκπομπές στα ύδατα, όγκος ΧΥΤΥ, ποσότητα ανακτώμενων υλικών και παραγόμενο κομπόστ.

Το IWM-2 είναι ένα υπολογιστικό μοντέλο για Η/Υ που πραγματοποιεί συγκρίσεις και βελτιστοποιήσεις σεναρίων ολοκληρωμένης διαχείρισης στερεών αποβλήτων, χρησιμοποιώντας αποτελέσματα LCI. Έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

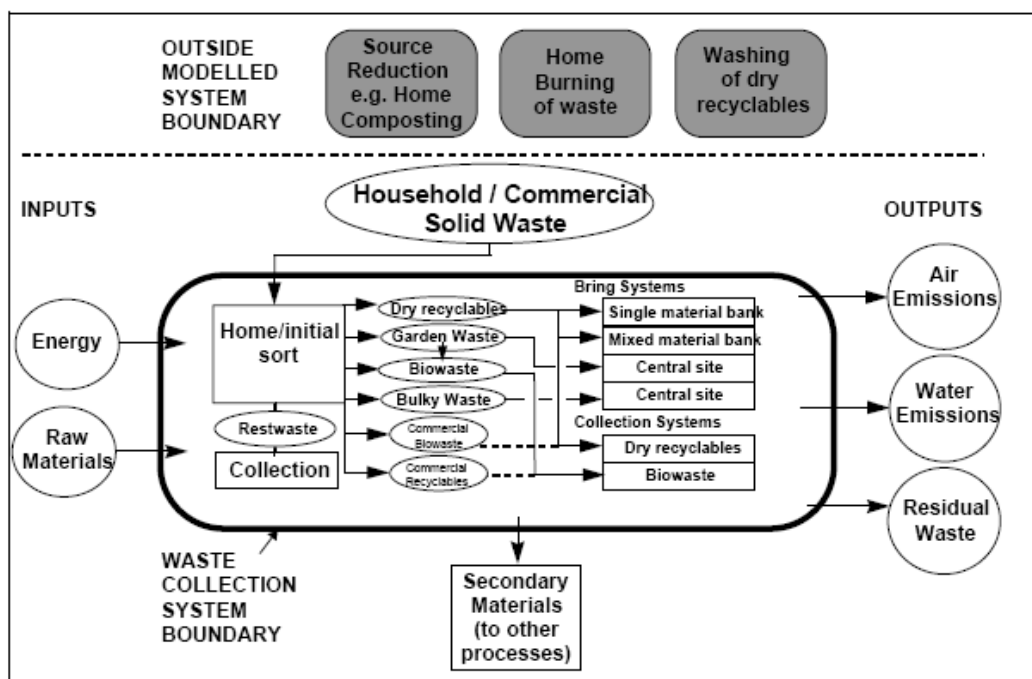
- Η υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης θεωρείται ως «Σενάριο Αναφοράς»
- Συγκρίνει την απόδοση διαφορετικών στρατηγικών Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Αποβλήτων
- Διευκολύνει την επιλογή της βέλτιστης στρατηγικής Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Αποβλήτων, με βάση τις ανάγκες της τοπικής οικονομίας, του πληθυσμού και του περιβάλλοντος.

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα όρια του συστήματος και οι εισροές / εκροές για το μοντέλο IWM-2.



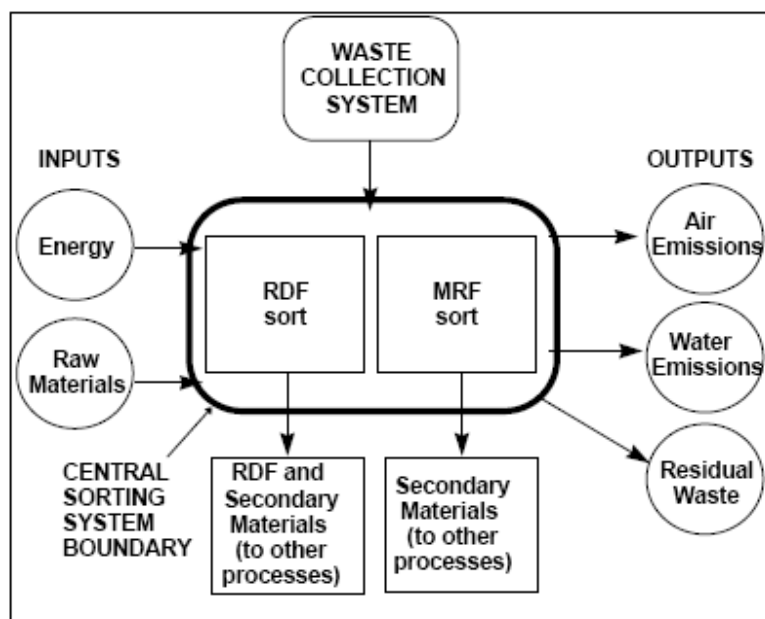
Εικόνα 6.1. Όρια συστήματος και εισροές / εκροές για το μοντέλο IWM-2 (McDougall et al., 2001).

Το συνολικό μοντέλο αποτελείται από τα ακόλουθα 5 υποσυστήματα (βλ. Εικόνα 6.1): της συλλογής και της διαλογής στην πηγή, της μηχανικής επεξεργασίας, της βιολογικής επεξεργασίας, της θερμικής επεξεργασίας και της εδαφικής διάθεσης. Κάθε υποσύστημα ως εισροές έχει τις απαιτούμενες πρώτες ύλες, την απαιτούμενη ενέργεια αλλά και τις εκροές του προηγούμενου σταδίου. Οι εκροές του συνολικού συστήματος είναι οι αέριες εκπομπές, οι εκπομπές προς τους υγρούς αποδέκτες αλλά και τα στερεά υπολλείμματα.



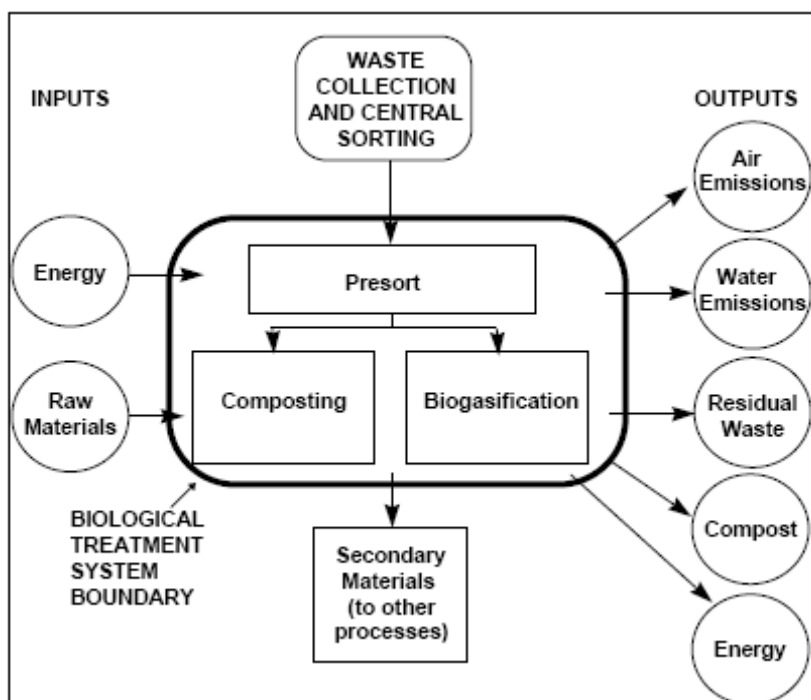
Εικόνα 6.2. Όρια συστήματος συλλογής των αποβλήτων στο μοντέλο IWM-2 (McDougall et al., 2001).

Το υποσύστημα για τη συλλογή των αστικών στερεών αποβλήτων παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.2. Οι εισροές του είναι τα αστικά και εμπορικά στερεά απόβλητα, οι πρώτες ύλες και η ενέργεια. Αντίστοιχα, οι εκροές του είναι οι εκπομπές προς το έδαφος, την ατμόσφαιρα και την υδρόσφαιρα και βέβαια τα συλλεχθέντα δευτερογενή υλικά που αποτελούν τις εισροές των υποσυστημάτων που ακολουθούν.



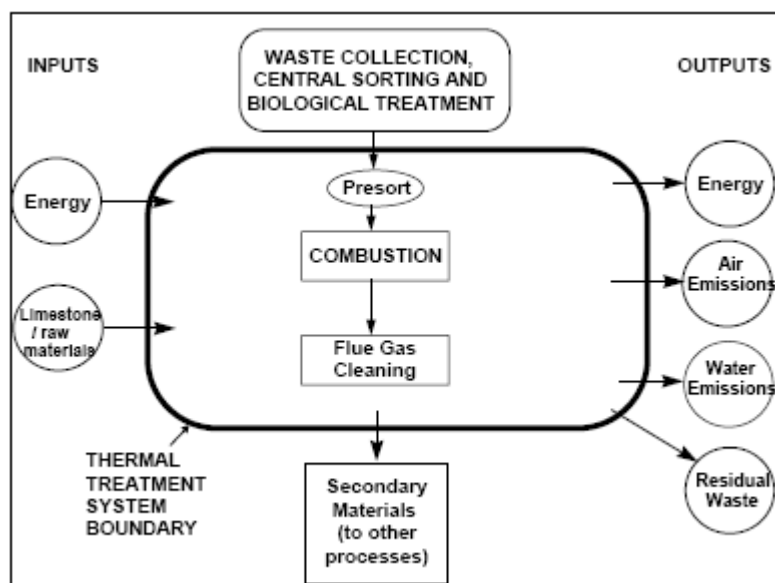
Εικόνα 6.3. Όρια συστήματος για κεντρική μονάδα διαχωρισμού για το μοντέλο IWM-2 (McDougall et al., 2001).

Στην εικόνα 6.3 παρουσιάζεται το υποσύστημα της μηχανικής επεξεργασίας. Οι εισροές του είναι τα συλλεχθέντα υλικά (από το υποσύστημα της διαλογής), οι πρώτες ύλες και η ενέργεια. Οι εκροές του είναι το παραγόμενο RDF, τα άλλα δευτερογενή υλικά και βέβαια οι εκπομπές προς ατμόσφαιρα, υδρόσφαιρα και έδαφος.



Εικόνα 6.4. Όριο συστήματος για τη μονάδα βιολογικής επεξεργασίας στο μοντέλο IWM-2 (McDougall et al., 2001).

Στην εικόνα 6.4 παρουσιάζεται το υποσύστημα της βιολογικής επεξεργασίας. Οι εισροές του περιλαμβάνουν τις εκροές από το υποσύστημα μηχανικής διαλογής που προηγήθηκε, τις πρώτες ύλες και την ενέργεια. Οι εκροές του είναι το παραχθέν compost, τα στερεά υπολείμματα, άλλα δευτερογενή υλικά και βέβαια οι εκπομπές προς την ατμόσφαιρα, την υδρόσφαιρα και το έδαφος.



Εικόνα 6.5. Όρια συστήματος μονάδας θερμικής επεξεργασίας για το IWM-2 (McDougall et al., 2001).

Τέλος, η εικόνα 6.5 παρουσιάζει το υποσύστημα της θερμικής επεξεργασίας. Οι εισροές του μπορούν να προέρχονται από τα 3 προηγούμενα υποσυστήματα (συλλογής, μηχανικής επεξεργασίας και βιολογικής επεξεργασίας). Επίσης χρησιμοποιούνται ενέργεια και άλλες πρώτες ύλες. Οι εκροές του είναι ενέργεια, εκπομπές προς την ατμόσφαιρα, την υδρόσφαιρα και το έδαφος και τα υπολλείμματα.

6.2 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η διαμόρφωση σεναρίων, η επιλογή κριτηρίων αξιολόγησης, η εκτίμηση των επιδόσεων των σεναρίων ως προς τα κριτήρια αυτά (με άλλα λόγια η εκτίμηση των βασικών επιπτώσεών τους) και η συγκριτική αξιολόγησή τους αποτελούν τα βασικά μεθοδολογικά στάδια κατά την επίλυση προβλημάτων στον τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις υπάρχουν περισσότερες από μία λύσεις στο πρόβλημα, χωρίς καμία να υπερτερεί ως προς όλες τις παραμέτρους έναντι των υπολοίπων. Επίσης, συχνά δεν υπάρχει αρχικά πλήρης εικόνα των δυνατών λύσεων και των χαρακτηριστικών τους πριν από την έναρξη της διαδικασίας υποστήριξης της λήψης απόφασης, ενώ ακόμα και το σύστημα προτεραιοτήτων των αποφασιζόντων είναι «θολό». Επιπλέον, πολλές φορές τα όρια του προς εξέταση συστήματος δεν είναι προφανή από την αρχή, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου το πρόβλημα αφορά σε μεγάλο εξυπηρετούμενο πληθυσμό.

Ο τρόπος με τον οποίο εκπονείται κάθε στάδιο της ανάλυσης επηρεάζει τα αποτελέσματα που λαμβάνονται και τα συμπεράσματα που προκύπτουν. Για το λόγο αυτό, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τηρούνται κάποιοι βασικοί κανόνες ανά στάδιο και η αναλυτική εργασία να γίνεται (α) από αναλυτές/μελετητές με εμπειρία τόσο σε θέματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων όσο και επιχειρησιακής έρευνας, και (β) σε άμεση συνεργασία με τους αποφασίζοντες προκειμένου το αποτέλεσμα της ανάλυσης να εκφράζει τις προτιμήσεις τους και να ανταποκρίνεται πραγματικά στις ανάγκες τους.

Πολύ συχνά, δίνεται σημασία μόνο σε επιμέρους ζητήματα της όλης εργασίας, με έμφαση στην ποσοτικοποίηση δεικτών μέτρησης των επιδόσεων/επιπτώσεων των εξεταζόμενων σεναρίων/λύσεων, χωρίς να δίνεται προσοχή στη λεγόμενη «φάση δόμησης του προβλήματος» που είναι και η πλέον σημαντική, με αποτέλεσμα τα όποια σενάρια διαμορφώνονται να μην είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους, να παραλείπονται σημαντικές οπτικές γωνίες του προβλήματος, να υπάρχει υπερβολικός αριθμός κριτηρίων αξιολόγησης, οι δείκτες μέτρησης να μην απεικονίζουν πλήρως το περιεχόμενο του κριτηρίου και τις προτιμήσεις των αποφασίζοντων κλπ.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού δίνονται ορισμένοι βασικοί κανόνες ανάπτυξης σεναρίων και παρουσιάζονται τα εξεταζόμενα σενάρια επεξεργασίας.

6.2.1 Αντικείμενο και ρόλος σεναρίων

Κατά την ανάπτυξη σεναρίων στον τομέα των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ), που στη συνέχεια θα εξετασθούν αναλυτικότερα και θα αξιολογηθούν τόσο από περιβαλλοντική όσο και από οικονομική άποψη, θα πρέπει να είναι σαφές ποιο είναι το αντικείμενο των σεναρίων. Σε γενικές γραμμές, τα σενάρια μπορούν να διακριθούν στις ακόλουθες τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με το περιεχόμενό τους (Λάλας κ.ά., 2007):

- *Σενάρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων επεξεργασίας ή χώρων τελικής διάθεσης, που αξιολογούν εναλλακτικές θέσεις της εγκατάστασης ή του χώρου διάθεσης.*
- *Σενάρια αξιολόγησης τεχνολογιών / συνδυασμού τεχνολογιών επεξεργασίας, που μπορεί να περιλαμβάνουν μία ή περισσότερες γεωγραφικές θέσεις στις οποίες αναπτύσσονται διαφορετικές (ενδεχομένως) τεχνολογίες επεξεργασίας, μεμονωμένες ή και συνδυαζόμενες μεταξύ τους, οι οποίες συμπληρώνονται (και πάλι ενδεχομένως και στο βαθμό που απαιτείται) με χώρους τελικής διάθεσης προκειμένου να εξασφαλίζεται η ορθή περιβαλλοντικά διαχείριση του συνόλου των στερεών αποβλήτων.*
- *Σενάρια ολοκληρωμένης διαχείρισης αποβλήτων, που, εκτός από τεχνολογίες*

επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων, συμπληρώνονται και με υποθέσεις εργασίας / πρακτικές για τα στάδια που προηγούνται, δηλαδή την παραγωγή, τη συλλογή και τη μεταφόρτωση / μεταφορά.

Όπως συμβαίνει και σε άλλους τομείς, τα σενάρια αποτελούν συνήθως εργαλεία διερεύνησης του μέλλοντος σε σχέση με το ειδικό αντικείμενο του σεναρίου. Τα διάφορα σενάρια είναι αναγκαστικά εξίσου πιθανά και υπό αυτήν την έννοια εξετάζουν εκδοχές του μέλλοντος αντί να προσπαθούν να το προβλέψουν. Ιδιαίτερα δε στον ενεργειακό τομέα πολύ συχνά τα διάφορα σενάρια συνιστούν *επιθυμητές* μελλοντικές καταστάσεις, με στόχο να αποτελέσουν τον έναυσμα για να αναλυθεί το πώς μπορεί να επιτευχθούν οι καταστάσεις αυτές.

Ένας άλλος βασικός τρόπος διάκρισης, που δεν αποκλείει αυτήν που αναφέρθηκε παραπάνω, είναι μεταξύ *Σεναρίων Αναφοράς* και *Σεναρίων Πολιτικής*. Τα *Σενάρια Αναφοράς* (ή αλλιώς σενάρια βάσης ή αναμενόμενης εξέλιξης) είναι σενάρια που περιλαμβάνουν μόνο παρεμβάσεις που ήδη υλοποιούνται ή έχουν επισήμως εξαγγελθεί από τη διοίκηση, χωρίς πρόσθετες δράσεις για περιβαλλοντικούς ή άλλους λόγους και οι οποίες αποτελούν το αντικείμενο της αξιολόγησης. Τα *Σενάρια Αναφοράς* δεν πρέπει να θεωρούνται αναγκαστικά ως «σενάρια μη-δράσης», καθώς μπορεί μεν να μην εξυπηρετούν κάποιον ιδιαίτερα φιλόδοξο περιβαλλοντικό στόχο, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι δεν περιλαμβάνουν κάποιες σχετικές δράσεις. Τα *Σενάρια Αναφοράς* μπορούν να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες της συγκριτικής αξιολόγησης σεναρίων με τους ακόλουθους δύο βασικούς τρόπους:

- (α) Ως εργαλείο για την αξιολόγηση των υφιστάμενων πολιτικών ως προς κάποια κριτήρια (εκτίμηση απόλυτων επιδόσεων), ώστε στη συνέχεια η επίδοσή τους να αποτελέσει μέσο σύγκρισης (ή αλλιώς σημείο αναφοράς) για την αξιολόγηση σεναρίων (νέων) πολιτικών,
- (β) Ως σημείο αναφοράς για τον προσδιορισμό των πρόσθετων στοιχείων σεναρίων (νέων) πολιτικών σε σύγκριση με αυτά, προκειμένου να εκτιμηθούν μόνο οι «πρόσθετες» επιπτώσεις, θετικές και αρνητικές, από την εισαγωγή νέων πολιτικών (εκτίμηση σχετικών επιδόσεων) και όχι οι επιπτώσεις και των υφιστάμενων πολιτικών.

Βασικό πλεονέκτημα της περίπτωσης (β) είναι ότι, καθώς εκτιμώνται μόνο οι πρόσθετες επιπτώσεις των σεναρίων, απαιτεί λιγότερα δεδομένα εισόδου για την κατάσταση αναφοράς και έτσι είναι ευκολότερη στην εφαρμογή της. Βασικό μειονέκτημά της είναι όμως ότι ο αναλυτής και με τη σειρά τους και οι αποφασίζοντες δεν αποκτούν ουσιαστική (ποσοτική) εικόνα της κατάστασης αναφοράς και έτσι δυσκολεύονται να κρίνουν τις ενδεχόμενες αδυναμίες και ανεπάρκειές της.

Όταν επιδιώκεται η σύγκριση μεταξύ σεναρίων, προκειμένου αυτή να είναι ορθή πρέπει τα σενάρια να είναι συγκρίσιμα και εναλλακτικά μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι χρειάζεται να ικανοποιούνται συγχρόνως και οι τρεις ακόλουθες αρχές:

- Να είναι σαφές εξ αρχής ποιος /ποιοι είναι ο παράγοντα(ε)ς διαφοροποίησης μεταξύ των σεναρίων έτσι ώστε να μπορεί να απαντηθεί το κεντρικό ερώτημα που τίθεται (η χωροθέτηση μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας; η χωροθέτηση σε συνδυασμό με την τεχνολογία; κλπ.)
- Να παρέχουν το ίδιο επίπεδο εξυπηρέτησης αναγκών στους αποδέκτες (π.χ. κατοίκους και επισκέπτες) της εξεταζόμενης γεωγραφικής ενότητας, τόσο ως προς την ποσότητα όσο και προς την ποιότητα. Για παράδειγμα, δεν είναι ορθή η εξαγωγή συμπερασμάτων από τη σύγκριση δύο ή περισσότερων σεναρίων που εξυπηρετούν συνολικά διαφορετικό πληθυσμό.
- Να βασίζονται σε κοινά ποσοτικά δεδομένα, εκτός από τις παραμέτρους / παράγοντες που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με τους παράγοντες διαφοροποίησης των σεναρίων μεταξύ τους. Για παράδειγμα, η σύγκριση σεναρίων με διαφορετική συνολική ετήσια ποσότητα στερεών αποβλήτων που οδηγούνται σε ΧΥΤΑ είναι ορθή μόνο εάν η διαφοροποίηση οφείλεται σε πρόσθετες δράσεις διαλογής υλικών στην πηγή ή ανάκτησης υλικών πριν την τελική διάθεση και οι δράσεις αυτές συνεκτιμώνται στο αντίστοιχο κόστος και όφελος των σεναρίων.

Συχνά και όταν δεν υπάρχει επαρκής τεχνική εμπειρία των αναλυτών στη διαμόρφωση σεναρίων, οι αρχές αυτές παραβιάζονται με αποτέλεσμα να μην είναι σαφές σε ποια από όλες τις αιτίες οφείλονται οι διαφορετικές επιδόσεις των σεναρίων ως προς ένα ή περισσότερα κριτήρια.

Άλλη μια πολύ σημαντική παράμετρος, που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την επιλογή των σεναρίων, είναι η τήρηση του νομοθετικού και διοικητικού πλαισίου. Τόσο το σενάριο αναφοράς όσο και τα εναλλακτικά σενάρια πολιτικών πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής και εθνικής νομοθεσίας περί στερεών αποβλήτων. Βασικό ερώτημα που ανακύπτει κατά τη διαμόρφωση σεναρίων για τα στερεά απόβλητα σε σχέση με τις νομοθετικές δεσμεύσεις είναι το κατά πόσον τόσο το Σενάριο Αναφοράς και τα εναλλακτικά σενάρια πολιτικής πρέπει να ανταποκρίνονται πλήρως στους στόχους (ιδιαίτερα τους ποσοτικούς) και στο χρονοδιάγραμμα υλοποίησής τους, όπως αυτά καθορίζονται στα σχετικά νομοθετήματα, όταν η ρεαλιστική εξέλιξη των πραγμάτων υποδεικνύει ότι οι δεσμεύσεις αυτές ενδέχεται να μην τηρηθούν λόγω καθυστερήσεων, διοικητικών προβλημάτων, περιορισμένη ή αβέβαια ανταπόκριση των πολιτών

κλπ. Προκειμένου από τη μία πλευρά να μην αγνοηθεί η νομοθεσία και από την άλλη να ληφθούν υπόψη οι τυχόν παρατηρούμενες καθυστερήσεις στην επίτευξη των δεσμεύσεων, το σενάριο αναφοράς (και τα εναλλακτικά σενάρια) μπορούν να αναπτυχθούν με άξονα την τήρηση της νομοθεσίας και στη συνέχεια να γίνουν ορισμένες βασικές αναλύσεις ευαισθησίας ως προς το βαθμό επίτευξης των νομοθετικών δεσμεύσεων.

6.2.2 Περιφερειακές - τοπικές ιδιαιτερότητες, δεδομένα και τάσεις

Εκτός από τα προαναφερθέντα στοιχεία, κατά τη διαμόρφωση των σεναρίων είναι απαραίτητο να εξετάζονται και οι βασικές περιφερειακές και τοπικές ιδιαιτερότητες, δεδομένα και τάσεις που επηρεάζουν την παραγωγή, συλλογή, μεταφορά, ανάκτηση, επεξεργασία και τελική διάθεση των στερεών αποβλήτων.

Ένα πρώτο ζήτημα αφορά στους τοπικούς παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή αποβλήτων, τόσο σε σχέση με την ποσότητα όσο και με τη σύνθεσή τους. Για την επιλογή κατάλληλων δεικτών για την εκτίμηση των *ετήσιων παραγόμενων και συλλεγόμενων προς διαχείριση* ποσοτήτων (ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα ποσοτικά στοιχεία από μετρήσεις) πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (Λάλας κ.ά., 2007):

- Ο βαθμός αστικοποίησης του τοπικού πληθυσμού
- Η ύπαρξη σημαντικού αριθμού μεταναστών προς την περιοχή που ενδέχεται να μην καταγράφονται πλήρως στις επίσημες απογραφές πληθυσμού
- Η μετακίνηση (εποχιακή ή μόνιμη) μέρους του πληθυσμού προς άλλες περιοχές
- Ο αριθμός και η μέση χρονική διάρκεια παραμονής επισκεπτών στην περιοχή
- Η γεωγραφική διασπορά του πληθυσμού, σε συνδυασμό με τυχόν ιδιαίτερα γεωγραφικά χαρακτηριστικά, όπως προβλήματα πρόσβασης σε ορισμένες περιοχές / οικισμούς λόγω στενών ή ακατάλληλων δρόμων κλπ.

Ειδικές χρήσεις / ακολουθούμενες πρακτικές μείωσης/ ανάκτησης των αποβλήτων, όπως για παράδειγμα διαχωρισμός και επαναχρησιμοποίηση του οργανικού κλάσματος των αποβλήτων σε οικιακές - αγροτικές χρήσεις (στις αγροτικές περιοχές) Όσον αφορά στη *σύνθεση των παραγόμενων αποβλήτων σε τοπικό επίπεδο*, αυτή αποτελεί πρόβλημα κατά την ανάπτυξη τοπικών / περιφερειακών σεναρίων πολιτικής καθώς στην Ελλάδα απουσιάζει προς το παρόν μια μελέτη ανάλυσης των ποιοτικών χαρακτηριστικών των στερεών αποβλήτων η οποία να είναι πρόσφατη, να έχει γίνει με δόκιμο τεχνικά τρόπο (ομοιόμορφες προδιαγραφές σε όλες τις

περιοχές), να καλύπτει τις διάφορες περιοχές της χώρας στο ίδιο έτος και καθ' όλη τη διάρκειά του (σημείο που έχει σημασία σε περιοχές με σημαντικές αυξομειώσεις πληθυσμού λόγω τουρισμού), και να επαναλαμβάνεται τακτικά ώστε να υπάρχει εικόνα των τάσεων και των μεταβολών των καταναλωτικών συνηθειών. Η έλλειψη αξιόπιστων χρονοσειρών δεδομένων για τα στερεά απόβλητα δεν αποτελεί πρόβλημα μόνο στην Ελλάδα, αλλά και στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Όσον αφορά στην *ανακύκλωση, ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση υλικών*, βασικό ζήτημα είναι η ύπαρξη ή όχι τοπικών αγορών που μπορούν να απορροφήσουν τα υλικά αυτά, καθώς σε αντίθετη περίπτωση αφενός θα πρέπει να διατεθούν και αυτά σε ΧΥΤΑ (κάτι που επηρεάζει τη δυναμικότητα / διάρκεια ζωής του) και αφετέρου ο φορέας διαχείρισης αποβλήτων όχι μόνο δεν θα έχει έσοδα από την πώλησή τους αλλά αντίθετα θα επιβαρυνθεί περαιτέρω με το κόστος μεταφοράς και διάθεσής τους.

Η ύπαρξη τοπικών αγορών αποτελεί επίσης σημαντικό ζήτημα για τις *εγκαταστάσεις επεξεργασίας* καθώς η απορρόφηση συγκεκριμένων υλικών από την αγορά επηρεάζει την οικονομική βιωσιμότητα μιας μονάδας επεξεργασίας που παράγει τα υλικά αυτά ως προϊόντα διαχωρισμού ή βιολογικής επεξεργασίας. Επιπλέον, η διαλογή στην πηγή / ανάκτηση υλικών και η διάθεσή τους στην αγορά πριν την είσοδο στη μονάδα επεξεργασίας επηρεάζει τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας (δυναμικότητα, σύνθεση τροφοδοσίας κλπ.). Στην περίπτωση τεχνολογιών επεξεργασίας που περιλαμβάνουν παραγωγή / ανάκτηση ενέργειας, σημαντικά επιπλέον στοιχεία είναι η κατάσταση του ηλεκτρικού δικτύου της περιοχής (στην περίπτωση που το σενάριο περιλαμβάνει παραγωγή ηλεκτρισμού και διοχέτευσή του στο δίκτυο) και η ύπαρξη τελικών χρηστών στην περίπτωση παραγωγής θερμότητας / ατμού (π.χ. μεταποιητικές μονάδες με θερμικές ανάγκες, οικισμοί κλπ.).

Αναφορικά με την *τελική διάθεση των αποβλήτων*, βασικοί παράγοντες τοπικού χαρακτήρα που παίζουν ρόλο στη διαμόρφωση των επιλογών είναι:

- Η διαθεσιμότητα ελεύθερων δημόσιων χώρων
- Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των πιθανών χώρων διάθεσης (προσβασιμότητα, έδαφος, γειτνίαση με οικισμούς κλπ.)
- Τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των πιθανών χώρων διάθεσης
- Τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής
- Η υφιστάμενη χωροθέτηση χρήσεων γης
- Η απόσταση πιθανών χώρων διάθεσης από τους εξυπηρετούμενους οικισμούς και τις

όποιες προβλεπόμενες μονάδες επεξεργασίας

6.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

6.3.1 Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά σεναρίων

Προκειμένου να είναι δυνατή η περιβαλλοντική και οικονομική αξιολόγηση ενός σεναρίου διαχείρισης στερεών αποβλήτων, καθώς και η συγκριτική αξιολόγηση μιας δέσμης εναλλακτικών σεναρίων, τα σενάρια χρειάζεται να περιλαμβάνουν μια σειρά από ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά προκειμένου να είναι δυνατές και ορθές οι αξιολογήσεις αυτές. Αναλυτικότερα:

A. Ποιοτικά χαρακτηριστικά

- Τεχνολογίες επεξεργασίας και μέθοδοι τελικής διάθεσης.
- Χώροι επεξεργασίας ή/και τελικής διάθεσης.
- Γεωγραφικά όρια σεναρίου, προκειμένου να είναι σαφές ποιος είναι ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός
- Χρονικός ορίζοντας σεναρίου (που σχετίζεται και με τις προβλεπόμενες ποσότητες στερεών αποβλήτων που προβλέπεται να επεξεργάζονται στο σενάριο)
- Εξεταζόμενες πηγές στερεών αποβλήτων (αστικά μόνο, ή και από τομέα υπηρεσιών, βιομηχανίας, αδρανή από κατασκευαστικό τομέα κλπ.)
- Εξεταζόμενα στάδια κύκλου ζωής στερεών αποβλήτων, ώστε να είναι σαφές ποια στάδια αποτελούν αντικείμενο της ανάλυσης. Για τα υπόλοιπα στάδια και όπου αυτό χρειάζεται, γίνονται κατάλληλες εκτιμήσεις και παραδοχές προκειμένου να προκύψουν τα βασικά ποσοτικά δεδομένα σε σχέση με τις επεξεργαζόμενες / διατιθέμενες ποσότητες αποβλήτων.

B. Ποσοτικά χαρακτηριστικά

- Παραγόμενες ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων.
- Σύνθεση παραγόμενων αποβλήτων.

- Υλικά που ανακτώνται μέσω προγραμμάτων διαλογής στην πηγή, ώστε να είναι γνωστές οι ποσότητες των υλικών που οδηγούνται είτε προς επεξεργασία είτε προς ταφή.
- Ανακτώμενες ποσότητες υλικών (οργανικό κλάσμα, RDF, μέταλλα κλπ.) μέσω μηχανικής επεξεργασίας (εφόσον προβλέπεται στο σενάριο)
- Παραγόμενες ποσότητες κομπόστ / εδαφοβελτιωτικού από αερόβια βιολογική επεξεργασία (εφόσον προβλέπεται στο σενάριο)
- Παραγόμενες ποσότητες SRF από βιολογική ξήρανση (εφόσον προβλέπεται στο σενάριο)
- Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου από μονάδες αναερόβιας χώνευσης (εφόσον προβλέπεται στο σενάριο)
- Παραγόμενος ηλεκτρισμός / θερμότητα από μονάδες επεξεργασίας με ενεργειακή αξιοποίηση (εφόσον προβλέπεται στο σενάριο)
- Παραγόμενες ποσότητες υπολείμματος από μονάδες επεξεργασίας για διάθεση σε ΧΥΤΑ (εφόσον προβλέπεται στο σενάριο)
- Ποσότητες (μη επικίνδυνων) στερεών αποβλήτων προς ταφή

Εκτός από τα παραπάνω και ανάλογα με τον τρόπο και τον επιθυμητό βαθμό λεπτομέρειας της αξιολόγησης της περιβαλλοντικής και οικονομικής επίδοσης του σεναρίου, ενδέχεται να απαιτούνται και επιπλέον ποσοτικά στοιχεία όπως:

- Εκπεμπόμενες ποσότητες αέριων ρύπων από τις μονάδες θερμικής επεξεργασίας
- Απαιτούμενη έκταση εγκαταστάσεων επεξεργασίας και χώρων τελικής διάθεσης
- Τιμές τοπικής αγοράς για κάθε ανακτώμενο υλικό
- Τιμές (με βάση το θεσμικό πλαίσιο) πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο
- Αποστάσεις μεταξύ σημείων παραγωγής στερεών αποβλήτων - μονάδων επεξεργασίας - χώρων τελικής διάθεσης.

6.3.2 Το Σενάριο Αναφοράς

Κατά την ανάπτυξη του Σεναρίου Αναφοράς (ΣΑ) θα πρέπει να απαντηθούν τα ακόλουθα βασικά ερωτήματα πέραν των γενικότερων σημείων που έχουν ήδη αναφερθεί στην παράγραφο 6.3.1 παραπάνω:

➤ *Ποια είναι τα γεωγραφικά όρια της ανάλυσης;*

Το ερώτημα αυτό είναι όχι μόνο τεχνικό αλλά και πολιτικό, καθώς εμπεριέχει το έμμεσο ερώτημα σχετικά με το αν κατά την ανάλυση θα θεωρηθεί ως αποδεκτή πολιτικά λύση η μεταφορά στερεών αποβλήτων εκτός των ορίων της περιοχής όπου βρίσκεται ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός. Στην Ελλάδα, η υφιστάμενη νομοθεσία δεν απαγορεύει κάτι τέτοιο, ωστόσο όμως μέχρι σήμερα για λόγους κοινωνικών αντιδράσεων δεν έχει ληφθεί απόφαση για διαπεριφερειακή διαχείριση απορριμμάτων. Από τεχνική άποψη πάντως δεν συντρέχει κάποιος περιορισμός στην μεταφορά απορριμμάτων πλην αυτού της απόστασης μεταφοράς (και επομένως και του αντίστοιχου κόστους).

Επιπλέον, καθώς κάθε περιφέρεια περιλαμβάνει έναν ορισμένο αριθμό διαχειριστικών ενοτήτων, θα πρέπει να αποφασιστεί το αν αντικείμενο της ανάλυσης είναι το σύνολο των ενοτήτων αυτών. Ακόμα όμως και εάν η ανάλυση περιοριστεί σε ορισμένες μόνο από αυτές, οι συνέργιες και αλληλεπιδράσεις με τις υπόλοιπες θα πρέπει να ληφθούν κατάλληλα υπόψη.

➤ *Ποιος είναι ο χρονικός ορίζοντας της ανάλυσης;*

Ο χρονικός ορίζοντας, ο οποίος θα πρέπει να είναι κοινός σε όλα τα εξεταζόμενα σενάρια προκειμένου να υπάρχει συγκρισιμότητα τόσο μεταξύ τους όσο και με το ΣΑ, εξαρτάται από τη δέσμη των κριτηρίων ως προς τα οποία γίνεται η αξιολόγηση, καθώς και από το είδος των τεχνολογιών επεξεργασίας / διάθεσης που περιλαμβάνουν τα σενάρια. Έτσι, το ερώτημα αυτό δεν αφορά μόνο το ΣΑ. Ο χρονικός ορίζοντας θα πρέπει να επιλεγεί έτσι ώστε εντός αυτού να έχουν ολοκληρωθεί και να λειτουργούν πλήρως όλες οι βασικές υποδομές διαχείρισης στερεών αποβλήτων του σεναρίου, οπότε και θα μπορούν να προσμετρηθούν πλήρως όλες οι βασικές επιπτώσεις τους. Έτσι, ένας ορίζοντας της τάξης των 20 ετών θα μπορούσε να θεωρηθεί ως καταρχήν κατάλληλος σε θέματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων.

➤ *Ποιος θα είναι ο βαθμός συμμόρφωσης σε σχέση με νομοθετικές απαιτήσεις;*

Οι νομοθετικές απαιτήσεις μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: (α) αυτές που ισχύουν ήδη εδώ και κάποιο χρονικό διάστημα αλλά οι στόχοι / περιορισμοί τους δεν καλύπτονται προς παρόν λόγω τεχνικών καθυστερήσεων, κοινωνικών αντιδράσεων,

έλλειψης διοικητικών δομών και σχεδιασμού, περιορισμένης ανταπόκρισης των πολιτών κλπ., και (β) αυτές που είναι πολύ πρόσφατες και (συνήθως) θέτουν φιλόδοξους ποσοτικούς στόχους για την ανάκτηση/ ανακύκλωση υλικών, κλπ. Προκύπτει έτσι το «δίλημμα» του κατά πόσον το ΣΑ πρέπει

- να είναι ρεαλιστικό και επομένως να μην αγνοεί την υφιστάμενη κατάσταση, υιοθετώντας πιο μετριοπαθείς στόχους για το μέλλον που όμως θα παραβιάζουν την κείμενη νομοθεσία), ή
- να βρίσκεται σε απόλυτη συμμόρφωση με τη νομοθεσία, ώστε η σύγκρισή του με άλλα σενάρια διαχείρισης να επικεντρώνεται στα σημεία/ ερωτήματα που πραγματικά εξυπηρετεί η χρήση εναλλακτικών σεναρίων.

Εν γένει, είναι προτιμότερη η δεύτερη προσέγγιση, ενώ οι επιπτώσεις της πιθανότητας μη-επίτευξης των στόχων και περιορισμών της νομοθεσίας μπορεί να εξεταστεί μέσω κατάλληλων αναλύσεων ευαισθησίας.

➤ *Ο Περιφερειακός Σχεδιασμός για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων υιοθετείται πλήρως;*

Λόγοι που μπορεί να δημιουργούν το ερώτημα αυτό είναι σημαντικές καθυστερήσεις στην υλοποίηση του περιφερειακού σχεδιασμού, με αποτέλεσμα βασικές υποδομές και δράσεις διαχείρισης στερεών αποβλήτων να μην έχουν ξεκινήσει να κατασκευάζονται / υλοποιούνται και να υπάρχουν σοβαρές κοινωνικές αντιδράσεις στην υλοποίησή τους. Ωστόσο, δεδομένου ότι ο περιφερειακός σχεδιασμός έχει τον χαρακτήρα νομοθεσίας, καλό είναι το ΣΑ να δομείται έτσι ώστε να ενσωματώνει τα προβλεπόμενα σε αυτόν. Ωστόσο, ενδέχεται κάποια θέματα υποδομών να μην έχουν καθοριστεί πλήρως στο σχεδιασμό, και κυρίως αυτά που αφορούν στον τρόπο επεξεργασίας των αποβλήτων (δηλ. ποια/ποιες είναι η/οι τεχνολογία/ες επεξεργασίας).

➤ *Ποια είναι τα απαραίτητα στοιχεία εισόδου και οι βασικές παραδοχές;*

Το ΣΑ πρέπει να προσδιορίζει, σε επίπεδο έτους και για τον χρονικό ορίζοντα που έχει επιλεγεί, τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό (μόνιμο και εποχιακό), τις εκτιμώμενες ποσότητες των παραγόμενων απορριμμάτων και τη σύνθεσή τους, την απόδοση δράσεων ανακύκλωσης, τις ροές υλικών στην είσοδο και έξοδο τυχόν μονάδων Μηχανικής-Βιολογικής επεξεργασίας και Θερμικής Επεξεργασίας, καθώς και την ποσότητα των απορριμμάτων / υπολειμμάτων που καταλήγει σε χώρους ταφής. Καθώς οι προς προσδιορισμό ροές υλικών αναφέρονται και στο μέλλον, θα πρέπει να γίνουν κατάλληλες παραδοχές σε σχέση με την εξέλιξη του πληθυσμού, του βιοτικού επιπέδου, κλπ., στη βάση στοιχείων από επίσημες πηγές (π.χ. ΕΣΥΕ, EUROSTAT κ.ά.). Εκτός από τις ροές υλικών,

βασικό στοιχείο είναι και τα εκλυόμενα περιβαλλοντικά φορτία στην ατμόσφαιρα, στα νερά και στο έδαφος από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και τελικής διάθεσης.

➤ *Με ποιόν τρόπο πρέπει να γίνει ο χειρισμός της αβεβαιότητας;*

Για έναν ορθό χειρισμό της αβεβαιότητας πρέπει να είναι σαφές ποιο/ ποιες αιτίες την δημιουργούν, όπως για παράδειγμα ο μεγάλος χρονικός ορίζοντας, η έλλειψη αξιόπιστων προβλέψεων μακροοικονομικών μεγεθών, η ενδεχόμενη μεταβολή (προς το αυστηρότερο) της υφιστάμενης νομοθεσίας, οι κοινωνικές συμπεριφορές κλπ. Υπάρχουν παράγοντες αβεβαιότητας που είναι κοινοί σε όλα τα σενάρια (συμπεριλαμβανομένου και του ΣΑ), και των οποίων ο χειρισμός πρέπει να γίνει ομοιόμορφα σε όλα τα σενάρια, και ειδικοί παράγοντες για το ΣΑ των οποίων οι επιπτώσεις μπορούν να εκτιμηθούν μέσω αναλύσεων ευαισθησίας του ΣΑ.

➤ *Ποια αποτελέσματα και επιπτώσεις πρέπει να περιλαμβάνει η αξιολόγηση;*

Για μια ολοκληρωμένη εικόνα του ΣΑ, αλλά και των όποιων εναλλακτικών σεναρίων, ως βασικά αποτελέσματα και επιπτώσεις μπορούν να θεωρηθούν τα ακόλουθα (που σχετίζονται και με την αποτίμηση των κριτηρίων αξιολόγησης που αναφέρθηκε παραπάνω):

➤ *Συνολική ποσότητα παραγόμενων απορριμμάτων (σε ετήσια βάση)*

- Ποσότητα παραγόμενων απορριμμάτων (σε ετήσια βάση) ανά βασική κατηγορία υλικών (οργανικά, χαρτί-χαρτόνι, πλαστικά, μέταλλα, υφάσματα- ξύλο- δέρμα, αδρανή, λοιπά)
- Συνολικό ποσοστό ανακύκλωσης υλικών
- Ποσότητα απορριμμάτων που οδηγείται προς ταφή
- Ποσότητα ενέργειας που ανακτάται
- Συνολική κατανάλωση ενέργειας στις βασικές υποδομές (εγκαταστάσεις επεξεργασίας και εγκαταστάσεις τελικής διάθεσης)
- Κατανάλωση ενέργειας για μεταφορά απορριμμάτων
- Διανυόμενη απόσταση για μεταφορά απορριμμάτων
- Εκπομπές αέριων ρύπων και αερίων φαινομένου θερμοκηπίου (ανά ρύπο/ αέριο)
- Συνολικό κόστος επένδυσης για την υλοποίηση των βασικών υποδομών και δράσεων του σεναρίου

- Συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης υποδομών και δράσεων διαχείρισης
- Συνολικά (εν δυνάμει) ετήσια έσοδα από διάθεση στην αγορά χρήσιμων υλικών
- Συνολική δέσμευση γης από τις υποδομές διαχείρισης στερεών αποβλήτων
- Ποσότητα παραγόμενων στραγγισμάτων
- Απόσταση βασικών υποδομών από οικισμούς, τουριστικές, γεωργικές χρήσεις κλπ.
- Μέγεθος (δυναμικότητα) υποδομών.

6.3.3 Δυνατές επιλογές ανά στάδιο διαχείρισης στερεών αποβλήτων

Κατά το στάδιο της διαμόρφωσης των προς αξιολόγηση σεναρίων (πλην του Σεναρίου Αναφοράς, το οποίο αντιπροσωπεύει την αναμενόμενη εξέλιξη των πραγμάτων με βάση τις καταγεγραμμένες τάσεις και τις επισήμως υιοθετημένες και δρομολογούμενες επιλογές), οι βασικές δυνατές επιλογές που υπάρχουν ανά στάδιο διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων καταγράφονται στη συνέχεια. Σε περίπτωση που κάποιες επιλογές δεν είναι συμβατές μεταξύ τους, αυτό επισημαίνεται κατάλληλα.

Παραγωγή ΑΣΑ

- Δράσεις κατά το στάδιο της κατασκευής προϊόντων με στόχο τον περιορισμό / αποφυγή υλικών (π.χ. υλικά συσκευασίας) που στη συνέχεια - μέσω του τελικού καταναλωτή των προϊόντων αυτών - θα καταλήξουν ως απορρίμματα
- Δράσεις κατά το στάδιο της αγοράς προϊόντων από τους τελικούς καταναλωτές (πολίτες, επιχειρήσεις, δημόσιος τομέας) με στόχο την προτίμηση προϊόντων που είναι εν μέρει ή και πλήρως ανακυκλώσιμα / επαναχρησιμοποιήσιμα (π.χ. λόγω χρήσης λιγότερων υλικών συσκευασίας, προϊόντα «από δεύτερο χέρι», προϊόντα σε μορφή χύδην αντί μεμονωμένων συσκευασιών, προϊόντα μεγάλης διάρκειας ζωής - που μπορούν να επισκευαστούν, προϊόντα πολλαπλών χρήσεων, κλπ.)

Συλλογή και διαλογή ΑΣΑ

- Τοποθέτηση κάδων στο δρόμο.
- Τοποθέτηση κάδων σε ειδικούς χώρους εντός των κτιρίων ή στον εξωτερικό χώρο των κτιρίων (απαιτεί να υπάρχει διαθέσιμος χώρος, όπου από είναι και ένα σημαντικό

πρόβλημα ειδικά στα αστικά κέντρα, ενώ ενδεχομένως αυξάνει και το κόστος συλλογής)

- Χωριστοί κάδοι ανά υλικό ανακύκλωσης.
- Χωριστή συλλογή 2 υλικών (κάδοι για υλικά συσκευασίας και κάδοι για χαρτί) ή 3 υλικών (κάδοι για υλικά συσκευασίας, κάδοι για χαρτί και κάδοι για το οργανικό κλάσμα)
- Συλλογή ειδικών υλικών (μπαταρίες, ηλεκτρικά - ηλεκτρονικά) σε σημεία πώλησης ή μετά από τηλέφωνο ή συνδυασμός των δύο

Μεταφορά ΑΣΑ

- Δημιουργία σταθμών μεταφόρτωσης. Προκειμένου να κριθεί η σκοπιμότητα ενός ή περισσότερων σταθμών πρέπει να εξετάζονται το σχετικό κόστος και όφελος λόγω της κατασκευής - λειτουργίας τους. Η Υπηρεσία Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA) αναφέρει πάντως ότι οι περισσότεροι τεχνικοί εμπειρογνώμονες συμφωνούν ότι η απόσταση μεταξύ του σημείου συλλογής και του χώρου διάθεσης πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 24 - 32 km (US EPA 1995) ώστε να έχει νόημα να εξεταστεί η δημιουργία σταθμού μεταφόρτωσης. Στους σταθμούς μεταφόρτωσης μπορεί να γίνεται και ανάκτηση υλικών. Ως προς τον τύπο του σταθμού υπάρχουν οι ακόλουθες εναλλακτικές επιλογές:

- ❖ *Εκφόρτωση κατευθείαν στα οχήματα μεταφόρτωσης χωρίς καμία συμπίεση των απορριμμάτων. Απαιτούνται μεγάλα οχήματα καθώς στην επιλογή αυτή δεν γίνεται συμπίεση. Η εκφόρτωση μπορεί να γίνει είτε απευθείας από το απορριμματοφόρο στην καρότσα του οχήματος μεταφόρτωσης ή με εκφόρτωση των απορριμμάτων στο έδαφος του σταθμού και μετά προώθησή τους στην καρότσα με χρήση τρακτέρ / μπουλντόζας. Ο δεύτερος τρόπος έχει το πλεονέκτημα ότι επιτρέπει την ανάκτηση υλικών και τον έλεγχο των απορριμμάτων πριν τη μεταφόρτωσή τους.*
- ❖ *Εκφόρτωση στο έδαφος του σταθμού ή σε χώρο υπό την επιφάνεια του σταθμού, ελαφριά συμπίεση και φόρτωση. Ο υπόγειος χώρος μπορεί να χρησιμεύσει και ως χώρος προσωρινής αποθήκευσης σε περιπτώσεις αιχμών φορτίου και άρα να μειώνει τον αριθμό των δρομολογίων των οχημάτων μεταφόρτωσης, αλλά δυσκολεύει την ανάκτηση υλικών. Ακολουθεί (α) προ-συμπίεση με τρακτέρ / μπουλντόζα και στη συνέχεια φόρτωση στα οχήματα μεταφόρτωσης, ή (β) χρήση σταθερών υδραυλικών συστημάτων που συμπιέζουν τα απορρίμματα μέσα στα*

οχήματα μεταφόρτωσης (κάτι που σταδιακά εγκαταλείπεται γιατί απαιτεί βαριά οχήματα και μειώνει την ποσότητα των απορριμμάτων που μπορούν να φορτωθούν στο όχημα).

- ❖ *Εκφόρτωση στο έδαφος του σταθμού και προσυμπίεση - φόρτωση.* Τα απορρίμματα εκφορτώνονται στο έδαφος του σταθμού και χρησιμοποιείται υδραυλικό σύστημα υπό μορφή κυλίνδρου που δημιουργεί έναν «κορμό απορριμμάτων», ο οποίος στη συνέχεια προωθείται στο όχημα μεταφόρτωσης. Η επιλογή αυτή έχει υψηλότερο κόστος επένδυσης αλλά μειώνει τον αριθμό των δρομολογίων των οχημάτων μεταφόρτωσης λόγω της υψηλότερης συμπίεσης των απορριμμάτων.
- ❖ *Συμπίεση - δεματοποίηση (bailers).* Ο τρόπος αυτός μπορεί να εφαρμοστεί και στην περίπτωση ανακυκλωμένων υλικών όπως το χαρτί και τα μέταλλα. Τα δέματα φορτώνονται σε φορηγό-πλατφόρμα. Ένας τέτοιος σταθμός μεταφόρτωσης έχει πολύ υψηλό κόστος (περίπου 500.000 € ανά μονάδα δεματοποίησης, όπου απαιτούνται τουλάχιστον δύο τέτοιες) αλλά και υψηλή ικανότητα μεταφόρτωσης και για τους λόγους αυτούς χρησιμοποιείται για πολύ μεγάλα φορτία, ενώ απαιτούνται ειδικός εξοπλισμός και συνθήκες υποδοχής στον χώρο διάθεσης.
- *Χρήση ενδιάμεσων συστημάτων αποθήκευσης με συμπίεση.* Στην περίπτωση αυτή τα απορρίμματα εκφορτώνονται στο έδαφος του σταθμού, στη συνέχεια φορτώνονται σε ενδιάμεσες διατάξεις αποθήκευσης, και όταν συμπληρωθεί επαρκής αριθμός φορτώνονται σε ειδικά φορηγά και οδηγούνται στο χώρο διάθεσης. Οι διατάξεις αυτές έχουν συστήματα ελέγχου υγρασίας και οσμών, σφραγίζονται και μπορούν να παραμείνουν στον σταθμό μεταφόρτωσης περισσότερο από 24 ώρες έως ότου το μέγεθος του φορτίου να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να είναι οικονομικά αποδοτική η μεταφορά του. Αυτός ο τύπος μεταφόρτωσης αυξάνει σημαντικά την ποσότητα των απορριμμάτων ανά δρομολόγιο του οχήματος μεταφόρτωσης και έτσι μπορεί να καταστήσει οικονομικά συμφέρουσα την επιλογή της δημιουργίας σταθμού μεταφόρτωσης.

Επεξεργασία ΑΣΑ

Οι δυνατές επιλογές είναι:

- ♦ *Θερμική επεξεργασία.* Υπάρχουν οι ακόλουθες εναλλακτικές υπο-επιλογές:

- ⊕ Αποτέφρωση σύμμεικτων απορριμμάτων, χωρίς ή με ανάκτηση θερμότητας για παραγωγή ηλεκτρισμού ή/και θερμότητας
- ⊕ Αποτέφρωση RDF/SRF, χωρίς ή με ανάκτηση θερμότητας για παραγωγή ηλεκτρισμού ή/και θερμότητας
- ⊕ Αεριοποίηση, χωρίς ή με ενεργειακή αξιοποίηση των παραγόμενων αέριων προϊόντων για παραγωγή ηλεκτρισμού ή/και θερμότητας (αν και τα προϊόντα είναι ενεργειακά «φτωχά»)
- ⊕ Πυρόλυση, χωρίς ή με ενεργειακή αξιοποίηση των παραγόμενων αέριων προϊόντων για παραγωγή ηλεκτρισμού ή/και θερμότητας
- ◆ *Μηχανική-Βιολογική επεξεργασία (MBE).* Υπάρχουν οι ακόλουθες εναλλακτικές υπο-επιλογές:
 - ⊕ Μηχανική επεξεργασία και στη συνέχεια αερόβια βιολογική επεξεργασία για παραγωγή κομπόστ, εδαφοβελτιωτικού ή βιοσταθεροποιημένου προϊόντος για διάθεση σε ΧΥΤΑ
 - ⊕ Μηχανική επεξεργασία και στη συνέχεια αερόβια βιολογική επεξεργασία για παραγωγή RDF (χωρίς ή με επί τόπου ενεργειακή αξιοποίηση του RDF)
 - ⊕ Μηχανική επεξεργασία και στη συνέχεια βιολογική ξήρανση για παραγωγή SRF (χωρίς ή με επί τόπου ενεργειακή αξιοποίηση του SRF)
 - ⊕ Μηχανική επεξεργασία και στη συνέχεια αναερόβια χώνευση για παραγωγή βιοαερίου (χωρίς ή με επί τόπου ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου)
 - ⊕ Μηχανική επεξεργασία και στη συνέχεια αναερόβια χώνευση για παραγωγή βιοαερίου (χωρίς ή με επί τόπου ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου) και αερόβια βιολογική επεξεργασία για παραγωγή εδαφοβελτιωτικού

Στις περιπτώσεις όπου παράγεται RDF / SRF και δεν γίνεται ενεργειακή αξιοποίησή τους επί τόπου πρέπει να επιδιωχθεί όπως το προϊόν αυτό αξιοποιηθεί ενεργειακά από τσιμεντοβιομηχανίες άλλες μεταποιητικές μονάδες για παραγωγή θερμότητας / ατμού ή σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και να μην οδηγηθεί σε προς ταφή.

6.3.4 Επιλογές και συνδυασμοί επιλογών και τεχνολογιών - Γενικές προτεραιότητες και περιορισμοί

Η τήρηση των Ευρωπαϊκών Οδηγιών για τα στερεά απόβλητα, που αναφέρθηκαν παραπάνω καθιστά αναγκαία την ενσωμάτωση ή την αποφυγή ορισμένων δράσεων κατά τη διαμόρφωση σεναρίων. Έτσι:

- Τα όποια σενάρια διαμορφωθούν προς εξέταση ή/και σύγκριση πρέπει να αποκλείουν τη συνέχιση της λειτουργίας των όποιων υφιστάμενων Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ) εντός της εξεταζόμενης περιοχής του σεναρίου
- Οι χώροι διάθεσης αστικών στερεών αποβλήτων πρέπει να πληρούν τις προδιαγραφές για τους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ).

Τα σενάρια πρέπει να περιλαμβάνουν δράσεις διαλογής των απορριμμάτων στην πηγή ή άλλους τρόπους ανάκτησης υλικών (π.χ. μηχανικός διαχωρισμός) καθώς αυτό επιβάλλεται από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία. Ακόμα και εάν τα σενάρια αφορούν μόνο χωροθέτηση εγκαταστάσεων επεξεργασίας/ τελικής διάθεσης, η προηγούμενη απαίτηση πρέπει να έχει ενσωματωθεί στις παραδοχές και υπολογισμούς σχετικά με τις ποσότητες και τη σύνθεση των απορριμμάτων που οδηγούνται προς επεξεργασία ή διάθεση.

- Σε όλα τα σενάρια πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη αντιμετώπισης της διάθεσης του επικίνδυνου κλάσματος των στερεών αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων και των υπολειμμάτων από μονάδες επεξεργασίας.
- Πριν τη διαμόρφωση των σεναρίων είναι απαραίτητη η γνώση της τοπικής αγοράς σε σχέση με τη διάθεση των ανακυκλωμένων υλικών καθώς και των χρήσιμων υλικών (π.χ. RDF) από μονάδες επεξεργασίας (πλήθος πιθανών αποδεκτών, απόσταση από τις μονάδες επεξεργασίας / διάθεσης, τιμές αγοράς υλικών, κλπ.).
- Τα σενάρια πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους τον επίσημο σχεδιασμό και τις αποφάσεις που έχουν ληφθεί σε επίπεδο κεντρικής ή Τοπικής Αυτοδιοίκησης σχετικά με τη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων.
- Πρέπει να συνεκτιμάται η μέχρι σήμερα αποκτηθείσα τεχνική εμπειρία (αλλά και η έλλειψη εμπειρίας) από συγκεκριμένες τεχνολογίες επεξεργασίας προκειμένου να αποφευχθούν λάθη, αστοχίες και αβεβαιότητες στις επιλογές και στην υλοποίησή τους.
- Αναφορικά με τις μονάδες επεξεργασίας και διάθεσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη

όλοι οι σχετικοί περιβαλλοντικοί περιορισμοί.

Εκτός από τις γενικές αυτές κατευθύνσεις, υπάρχουν και μία σειρά από ιδιαιτερότητες και περιορισμούς κατά τη διαμόρφωση σεναρίων στον τομέα των στερεών αποβλήτων που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά των επιμέρους τεχνολογιών επεξεργασίας. Βασικές απαιτήσεις / προϋποθέσεις σε σχέση με τις επιλογές και τους εν δυνάμει συνδυασμούς των διαφόρων τεχνολογιών είναι:

- Εάν επιζητείται η άμεση παραγωγή ενέργειας από τα απορρίμματα θα πρέπει η επεξεργασία των αποβλήτων (α) να περιλαμβάνει μονάδα αποτέφρωσης σύμμεικτων απορριμμάτων ή μονάδα MBE που να παράγει δευτερογενές καύσιμο (RDF ή SRF) το οποίο στη συνέχεια οδηγείται σε εγκατάσταση αποτέφρωσης, ή (β) να περιλαμβάνει μονάδα αναερόβιας βιολογικής επεξεργασίας που οδηγεί σε παραγωγή ενεργειακά αξιοποιήσιμου βιοαερίου.
- Στην περίπτωση που επιλέγεται να ενσωματωθεί σε ένα σενάριο μία μέθοδος επεξεργασίας με παραγωγή RDF, SRF, κομπόστ ή εδαφοβελτιωτικού, θα πρέπει να έχει απαντηθεί το ερώτημα ποιος θα είναι ο αποδέκτης των προϊόντων αυτών, καθώς η έλλειψη ή η μη-εξασφάλιση τοπικών αγορών για τα δευτερογενή προϊόντα θα έχει ως αποτέλεσμα τα προϊόντα αυτά να οδηγηθούν τελικά σε ΧΥΤΑ, κάτι που δεν είναι οικονομικά αποδοτικό.
- Στην περίπτωση που παράγεται δευτερογενές καύσιμο (RDF ή SRF) για συναποτέφρωση με άλλα καύσιμα, αυτό θα πρέπει να έχει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που απαιτούνται προκειμένου να μην διαταράσσεται η απόδοση της καύσης, να τηρούνται τα όρια που επιβάλλει η νομοθεσία για τις εκπομπές αέριων ρύπων στην περίπτωση της συναποτέφρωσης και να υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων (όταν χρησιμοποιείται σε μονάδες μεταποίησης όπως για παράδειγμα σε εγκαταστάσεις παραγωγής κεραμικών). Καθώς σημαντική παράμετρος για τις αέριες εκπομπές είναι η περιεκτικότητα της τροφοδοσίας σε χλωριόντα, απαιτείται διακριτή συλλογή ή επιλεκτική συλλογή απορριμμάτων που περιέχουν χλώριο (όπως το PVC).
- Για τις μεθόδους MBE και ειδικότερα όσον αφορά στο βιολογικό τμήμα της μεθόδου έχει ιδιαίτερη σημασία ο καλός διαχωρισμός του οργανικού κλάσματος από τα σύμμεικτα απορρίμματα και επομένως θα πρέπει το σενάριο να περιλαμβάνει είτε διαλογή του οργανικού κλάσματος στην πηγή ή ανάκτηση αυτού μέσω μηχανικού διαχωρισμού.
- Ο καλός διαχωρισμός του οργανικού κλάσματος είναι ιδιαίτερα σημαντικός όταν η

μέθοδος MBE παράγει RDF, καθώς με βάση την ΚΥΑ 114218 ισχύουν αυστηρές προδιαγραφές για σχεδόν μηδενική ποσότητα οργανικού κλάσματος στο RDF.

- Η μέθοδος της βιολογικής ξήρανσης μέσω της οποίας παράγεται SRF παρουσιάζει μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα στις αναμενόμενες διαχρονικά διακυμάνσεις της ποιότητας των απορριμμάτων (μείωση οργανικού ποσοστού-αύξηση χαρτιών /πλαστικών), η σύσταση του παραγόμενου SRF μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες της αγοράς και δίνεται λύση στο θέμα της διάθεσης του οργανικού κλάσματος (ειδικά στις περιπτώσεις όπου η διάθεση κομπόστ από σύμμεικτα απορρίμματα δείχνει προβληματική). Ωστόσο, ενδέχεται οι απαιτήσεις σύστασης του SRF να είναι τέτοιες ώστε να πρέπει να εφαρμοστεί εκ των υστέρων μηχανική διαλογή για την βελτίωση της ποιότητάς του. Πάντως, η μέθοδος της βιολογικής ξήρανσης μέσω της οποίας παράγεται το SRF είναι πλήρως βιομηχανοποιημένη και δοκιμασμένη, ελαχιστοποιεί το υπόλειμμα προς ταφή, ενώ οδηγεί και σε ελαχιστοποίηση της βιοαποδομησιμότητας του υπολείμματος αυτού (ελαχιστοποίηση παραγόμενου βιοαερίου και οργανικού φορτίου των στραγγισμάτων).
- Στην περίπτωση μεθόδων MBE που περιλαμβάνουν αναερόβια επεξεργασία από την οποία παράγεται βιοαέριο και στερεό οργανικό υπόλειμμα, το δεύτερο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα κατόπιν κατάλληλης επεξεργασίας ώστε τα χαρακτηριστικά του να είναι συμβατά με την υφιστάμενη νομοθεσία.
- Η μέθοδος της αναερόβιας χώνευσης είναι γενικά δοκιμασμένη αλλά όχι τόσο σε αστικά απόβλητα και μάλιστα σύμμεικτα. Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί εκτεταμένη μηχανική διαλογή πριν από την αναερόβια ζύμωση υπάρχει σημαντική βελτίωση της απόδοσης της μονάδας (ωστόσο, η επιλογή αυτή αυξάνει σημαντικά το επενδυτικό και το λειτουργικό κόστος).
- Η MBE και η θερμική επεξεργασία (και οι συνδυασμοί τους) αποτελούν τις τεχνολογίες επεξεργασίας για τις οποίες υπάρχει μεγαλύτερη τεχνογνωσία μέχρι σήμερα.
- Η θερμική επεξεργασία εφαρμόζεται συχνά σε περιπτώσεις όπου υπάρχει πρόβλημα διαθεσιμότητας γης.
- Η τυπική δυναμικότητα των μονάδων θερμικής επεξεργασίας στερεών αποβλήτων με κινούμενες εσχάρες συνήθως κυμαίνεται από 100.000 έως 600.000 τόνους τροφοδοτούμενων αποβλήτων ετησίως, που αντιστοιχεί σε 280 - 1.650 τόνους ημερησίως. Οι μονάδες ρευστοποιημένης κλίνης είναι μικρότερες, με τροφοδοσία 70.000-150.000 τόνους ετησίως ή αλλιώς 190-420 τόνους ανά ημέρα (Cheshire Waste Partnership 2003).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το μέσο μέγεθος των μονάδων θερμικής επεξεργασίας στερεών αποβλήτων με ανάκτηση ενέργειας είναι 175.000 τόνοι/έτος (περίπου 480 τόνοι/ημέρα), με ελάχιστο τους 70.000 τόνους/έτος (περίπου 190 τόνοι/ημέρα) (ISWA 2006).

Στις μονάδες αποτέφρωσης που χρησιμοποιούνται σύμμεκτα απορρίμματα υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις του ενεργειακού περιεχομένου των απορριμμάτων. Για το λόγο αυτό, η ανάκτηση ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού σε μονάδες τέτοιου τύπου είναι δυσκολότερη απ' ό,τι σε μονάδες όπου το υλικό εισόδου είναι αποκλειστικά RDF ή SRF. Επιπλέον, απορρίμματα με υψηλή υγρασία μπορεί να επιφέρουν αύξηση των συγκεντρώσεων αερίων ρύπων λόγω δυσκολίας έναρξης της διαδικασίας και ανάγκης επανάληψης των προσπαθειών ξεκινήματος (start-up) της μονάδας.

- Οι μονάδες αποτέφρωσης που χρησιμοποιούν δευτερογενές καύσιμο (RDF/SRF) προϋποθέτουν τη σταθερή λειτουργία μιας μονάδας επεξεργασίας από την οποία θα παράγεται το καύσιμο αυτό. Εγγυώνται αποδοτικότερη καύση (καθώς το RDF/SRF έχει μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη από τα σύμμεκτα απορρίμματα, ενώ η ροή εισόδου της μονάδας παρουσιάζει πολύ μικρότερες διακυμάνσεις του ενεργειακού περιεχομένου της) και καλύτερο έλεγχο των εκπομπών. Επίσης, η μονάδα απαιτεί λιγότερο χώρο σε σύγκριση με μονάδα θερμικής επεξεργασίας σύμμεκτων απορριμμάτων. Ακόμα, η προεπεξεργασία των απορριμμάτων για την παραγωγή δευτερογενούς καυσίμου δίνει τη δυνατότητα απομάκρυνσης μιας σειράς κατηγοριών αποβλήτων όπως τα μέταλλα που αφενός συνεισφέρουν στη δημιουργία επικίνδυνων ρύπων που μεταφέρονται με τα απαέρια της μονάδας θερμικής επεξεργασίας, και αφετέρου μπορούν να πωληθούν στην αγορά.
- Ειδικά τα συστήματα καύσης ρευστοποιημένης κλίνης επιτρέπουν την ενεργειακή αξιοποίηση καυσίμων με σημαντικό ποσοστό άκαυστων συστατικών (όπως τέφρα, μέταλλα, κλπ.) τα οποία σε συμβατικά συστήματα κινούμενης εσχάρας δημιουργούν σημαντικά προβλήματα επικαθήσεων, υαλώσεων, κλπ.
- Το υπόλειμμα της αποτέφρωσης πρέπει να διατίθεται με τα επικίνδυνα απόβλητα καθώς μέρος της τέφρας έχει προδιαγραφές επικίνδυνων απορριμμάτων.
- Όσον αφορά στην πυρόλυση και στην αεριοποίηση, η εμπειρία από την επεξεργασία σύμμεκτων ΑΣΑ είναι μικρή. Μόνο δύο μονάδες της κατηγορίας μεσαίου/μεγάλου μεγέθους (> 30.000 τόνους/έτος) είναι σε εμπορικό επίπεδο αυτή τη στιγμή στην Ιαπωνία, ενώ δεν υπάρχει καμία τέτοια εγκατάσταση στην Ευρώπη. Η διακύμανση της εισερχόμενης ποσότητας και των ποιοτικών χαρακτηριστικών αποτελούν παράγοντες που

μπορεί να οδηγήσουν σε αστοχία των τεχνολογιών αυτών.

- Ειδικά τα συστήματα καύσης ρευστοποιημένης κλίνης επιτρέπουν την ενεργειακή αξιοποίηση.

6.3.5 Επιπτώσεις σεναρίων και δείκτες επίδοσης

Κάθε σενάριο διαχείρισης στερεών αποβλήτων συνοδεύεται από μία σειρά επιπτώσεων (περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές κλπ.). Οι επιπτώσεις αυτές συνιστούν τις λεγόμενες «οπτικές γωνίες του προβλήματος», με άλλα λόγια αποτελούν τους βασικούς άξονες προβληματισμού που τελικώς διαμορφώνουν τον τρόπο με τον οποίο οι αποφασίζοντες προσεγγίζουν το πρόβλημα και αξιολογούν τις πιθανές λύσεις του, ενώ έχουν διαφορετική βαρύτητα για κάθε αποφασίζοντα.

Τόσο η αξιολόγηση ενός μεμονωμένου σεναρίου διαχείρισης στερεών αποβλήτων όσο και η συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων προϋποθέτουν τον καθορισμό μιας δέσμης κριτηρίων και των αντίστοιχων δεικτών αποτίμησης των επιδόσεων. Το κριτήριο έχει την έννοια ενός εργαλείου που επιτρέπει τη σύγκριση εναλλακτικών λύσεων στη βάση μιας συγκεκριμένης οπτικής γωνίας. Συχνά, όταν η αξιολόγηση γίνεται από αναλυτές με περιορισμένη εμπειρία σε θέματα υποστήριξης λήψης αποφάσεων, η ανάλυση προχωρά απευθείας στην παράθεση δεικτών μέτρησης των επιδόσεων χωρίς να έχει προηγουμένως καταστεί σαφές ποιες είναι οι βασικές οπτικές γωνίες του προβλήματος. Έτσι, σε πολλές περιπτώσεις παραλείπονται σημαντικά κριτήρια ή προκύπτει υπερβολικά μεγάλος αριθμός κριτηρίων (καθώς δεν γίνονται κατάλληλες επιμέρους συνθέσεις στην κατεύθυνση ορισμένων οπτικών γωνιών), δεν επιλέγεται ο καταλληλότερος και αποτελεσματικότερος τρόπος αποτίμησης των επιδόσεων κ.λπ. Γενικά, ο προσδιορισμός των εναλλακτικών σεναρίων / λύσεων και η διαμόρφωση της δέσμης των κριτηρίων αξιολόγησής τους αποτελεί τη λεγόμενη «φάση δόμησης του προβλήματος» και συνιστά το πιο κρίσιμο στάδιο της λήψης απόφασης (Bana e Costa et al. 1997).

Στη βιβλιογραφία συναντά κανείς μεγάλο αριθμό εργασιών που περιλαμβάνουν δέσμες κριτηρίων αξιολόγησης για προβλήματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Τα κριτήρια αξιολόγησης σεναρίων διαχείρισης στερεών αποβλήτων μπορούν να διακριθούν σε 3 κύριες ομάδες: περιβαλλοντικά, οικονομικά, και πολιτικά/κοινωνικά κριτήρια. Οι Λάλας κ.ά. (2007), για παράδειγμα, αναφέρουν μια τέτοια δέσμη 12 κριτηρίων.

6.3.6 Σύνθεση επιπτώσεων και σύγκριση σεναρίων

Πολυκριτηριακές τεχνικές σύνθεσης

Όταν τα εναλλακτικά σενάρια συγκρίνονται μεταξύ τους, απαιτείται η σύνθεση των επιδόσεων τους ως προς τα διάφορα κριτήρια αξιολόγησης με τρόπο τέτοιο ώστε τελικά να προκύψει είτε μια ιεράρχηση των σεναρίων κατά σειρά προτίμησης ή μια κατάταξή τους σε ομάδες / κατηγορίες προτίμησης (υψηλή, μεσαία και χαμηλή). Εκτός από την περίπτωση όπου όλα τα κριτήρια αποτιμώνται σε οικονομικούς όρους (κάτι που γίνεται όταν τα σενάρια συγκρίνονται στη βάση του κοινωνικού κόστους τους όπως θα αναλυθεί παρακάτω), σε όλες τις άλλες περιπτώσεις απαιτείται η εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών σύνθεσης των επιδόσεων.

Στην Ελλάδα έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται η απλή τεχνική «των σταθμισμένων επιδόσεων» (ή αλλιώς «του σταθμισμένου μέσου»). Οι επιδόσεις των εναλλακτικών σεναρίων ως προς τα διάφορα κριτήρια (οι οποίες εκφράζονται συνήθως σε διαφορετικές μονάδες μέτρησης, π.χ. εκατ. €, τόνοι ρύπου, στρέμματα δεσμευόμενης γης κλπ.). Στην προαναφερθείσα τεχνική, για κάθε κριτήριο επιλέγεται η επίδοση ενός σεναρίου (εναλλακτικής λύσης) ως σημείο αναφοράς και στη συνέχεια οι επιδόσεις των υπόλοιπων σεναρίων κανονικοποιούνται ως προς την επίδοση αναφοράς. Έτσι πλέον όλες οι επιδόσεις εκφράζονται υπό μορφή αναλογιών. Στη συνέχεια, σε κάθε κριτήριο αποδίδεται ένας συντελεστής βαρύτητας και η συνολική επίδοση κάθε σεναρίου προκύπτει ως το άθροισμα των επιμέρους πολλαπλασιασμών του συντελεστή βαρύτητας κάθε κριτηρίου με την αντίστοιχη σχετική (κανονικοποιημένη) επίδοση του σεναρίου ως προς το κριτήριο αυτό. Η τεχνική αυτή όμως, παρουσιάζει μια σειρά από σοβαρά μεθοδολογικά προβλήματα (Λάλας κ.ά., 2007).

Η σύνθεση των επιπτώσεων πρέπει επομένως να γίνεται με δόκιμες μαθηματικές τεχνικές. Οι τεχνικές αυτές - χαρακτηριζόμενες και ως *πολυκριτηριακές* - διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, αυτές της «συνάρτησης χρησιμότητας» και αυτές των «σχέσεων επικράτησης».

Οι τεχνικές που βασίζονται στη θεωρία χρησιμότητας είναι εν γένει πιο κατανοητές από τους αποφασίζοντες όσον αφορά στα αποτελέσματά τους, ενώ έχουν αναπτυχθεί και μια σειρά από παραλλαγές τεχνικών προκειμένου να αντιμετωπιστούν υπαρκτά προβλήματα στη λήψη απόφασης όπως για παράδειγμα αδυναμία του αποφασίζοντα να ποσοτικοποιήσει τις προτιμήσεις του. Βασική δυσκολία στην εφαρμογή τους αποτελεί ωστόσο η απαίτηση σημαντικής αλληλεπίδρασης με τους αποφασίζοντες, κάτι που απαιτεί αναλυτές με σημαντική εμπειρία και ικανότητες τόσο στην ανάλυση του προβλήματος όσο και στην επικοινωνία με τους αποφασίζοντες. Από την άλλη πλευρά, οι τεχνικές ανάλυσης των σχέσεων επικράτησης απαιτούν να δαπανηθεί σημαντικά λιγότερος χρόνος με τους αποφασίζοντες, ωστόσο συχνά τα

αποτελέσματά τους είναι δυσνόητα. Ενώ για πολλά χρόνια βασικό πλεονέκτημά τους ήταν η δυνατότητα ενσωμάτωσης και χειρισμού της αβεβαιότητας στις προτιμήσεις των αποφασιζόντων, πλέον και ορισμένες τεχνικές που βασίζονται στη θεωρία χρησιμότητας έχουν αρχίσει να ενσωματώνουν τέτοιες δυνατότητες.

Σε κάθε περίπτωση, βασική επιδίωξη των αναλυτών κατά τα στάδια αποτύπωσης του προβλήματος, αξιολόγησης των επιδόσεων και των συντελεστών βαρύτητας, και σύνθεσης των επιπτώσεων (εφόσον αυτή γίνει μέσω μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης) πρέπει να είναι η κατά το δυνατόν άμεση και ουσιαστική αλληλεπίδραση με τους αποφασίζοντες, για παράδειγμα μέσω της δημιουργίας ειδικής ομάδας εργασίας που θα συμμετάσχει μαζί με τους αναλυτές σε έναν συγκεκριμένο - όχι μεγάλο - αριθμό συνεδριών λήψης απόφασης. Οι συνεδρίες λήψης απόφασης αποτελούν τεχνική που εφαρμόζεται αποτελεσματικά στο εξωτερικό σε ποικιλία προβλημάτων όπως προβλήματα χωροθέτησης υποδομών, περιβαλλοντικής προστασίας, βέλτιστης διάθεσης πόρων, αξιολόγησης προμηθευτών κλπ. (ενδεικτικά βλ. Bana e Costa and al. 2006, Bana e Costa and al. 2002, Philips and Bana e Costa 2005, Quaddus and Siddique 2001).

Θα πρέπει να σημειωθεί τέλος ότι η χρήση της «ανάλυσης κύκλου ζωής» (Life Cycle Assessment -LCA) στη συγκριτική αξιολόγηση σεναρίων διαχείρισης στερεών αποβλήτων αποτελεί ουσιαστικά σύγκριση των σεναρίων στη βάση πολλαπλών κριτηρίων, με τη διαφορά ότι τα όρια της ανάλυσης για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων είναι πολύ ευρύτερα και καλύπτουν όλα τα στάδια ζωής των αποβλήτων, από την εξόρυξη των πρώτων υλών για την παραγωγή των υλικών έως και την τελική διάθεση των αποβλήτων. Ωστόσο, παραμένει το πρόβλημα ότι οι επιπτώσεις αυτές δεν εκφράζονται στην ίδια μονάδα μέτρησης, πρέπει να αξιολογηθούν σε συνδυασμό και με τις οικονομικές επιπτώσεις και οι επιπτώσεις δεν έχουν την ίδια βαρύτητα. Έτσι, η ανάλυση κύκλου ζωής δεν αποτελεί από μόνη της εργαλείο για την επιλογή μιας στρατηγικής διαχείρισης αλλά κυρίως εργαλείο για τον εντοπισμό δυνατοτήτων βελτίωσης του συστήματος (Emerya et al. 2007).

Σύγκριση με βάση το κοινωνικό κόστος/όφελος

Εναλλακτικά με την εφαρμογή τεχνικών πολυκριτηριακής ανάλυσης, τα διάφορα σενάρια μπορούν να συγκριθούν στη βάση του κοινωνικού κόστους τους (social cost). Στην περίπτωση αυτή όλες οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις αποτιμώνται σε οικονομικούς όρους. Το άθροισμά τους συνιστά το λεγόμενο «εξωτερικό κόστος/όφελος» (externalities) και το οποίο καλείται έτσι καθώς προς το παρόν δεν ενσωματώνεται στις υφιστάμενες τιμές της αγοράς. Το σύνολο του εξωτερικού και του ιδιωτικο-οικονομικού κόστους / οφέλους (που περιλαμβάνει το

κόστος επένδυσης, το κόστος λειτουργίας και συντήρησης, τα έσοδα από πώληση προϊόντων κλπ.) αποτελεί το «κοινωνικό κόστος / όφελος» και μπορεί να χρησιμοποιηθεί -εκφραζόμενο είτε ως συνολικό μέγεθος είτε ως μοναδιαίο κόστος / όφελος ανά τόνο διαχειριζόμενων στερεών αποβλήτων - ως μέτρο για τη σύγκριση των σεναρίων μεταξύ τους.

Στον τρόπο σύγκρισης αυτόν ο αποφασίζων δεν καλείται να εκφράσει τη γνώμη του σε σχέση με τις όποιες διαφορές επιδόσεων (επιπτώσεων), κάτι που γίνεται στην πολυκριτηριακή ανάλυση. Ωστόσο, η *άθροιση* του εξωτερικού κόστους κάθε επίπτωσης συνιστά εμμέσως μια διαδικασία διατύπωσης γνώμης που όμως υποκειμενικές εκτιμήσεις μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ειδικά όσον αφορά τη θνησιμότητα και την ανθρώπινη υγεία καθώς και την μελλοντική μακροχρόνια κλιματική αλλαγή. Οι σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ των δύο μεθόδων σύγκρισης σεναρίων εντοπίζονται κυρίως σε σχέση με επιπτώσεις που θα λάβουν χώρα στο μακρινό μέλλον (όπως είναι ο κίνδυνος της αλλαγής του κλίματος) καθώς στην πολυκριτηριακή ανάλυση οι αποφασίζοντες δίνουν συνήθως πολύ μεγαλύτερη σημασία στις βραχυπρόθεσμες απ' ότι στις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις.

6.4 ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

6.4.1 Βασικές αρχές - Κοινά σημεία σεναρίων

Η διαμόρφωση σεναρίων στην περίπτωση της Αττικής έχει ως στόχο να διευκολύνει τη σύγκριση μεταξύ σεναρίων που είναι συμβατά με τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας σε σχέση με τη διαχείριση στερεών αποβλήτων και ειδικότερα με την Οδηγία 2004/12/EK που θέτει συγκεκριμένες απαιτήσεις για την ανακύκλωση και ανάκτηση των υλικών συσκευασίας και την Οδηγία 99/31/EK για την υγειονομική ταφή που θέτει απαιτήσεις σε σχέση με τη μείωση των βιοαποδομήσιμων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής. Υπενθυμίζεται ότι:

(α) Η Οδηγία 2004/12/EK για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασιών ορίζει ότι τα Κράτη-Μέλη πρέπει να έχουν φροντίσει ώστε μέχρι το 2011 να γίνεται:

- ⊕ ανάκτηση τουλάχιστον του 60% κ.β. των συνολικών απορριμμάτων συσκευασίας,
- ⊕ ανακύκλωση του 55-80% κ.β. των συνολικών απορριμμάτων συσκευασίας, και
- ⊕ ανακύκλωση τουλάχιστον του 60% κ.β. του γυαλιού, του 60% κ.β. του χαρτιού και χαρτονιού, του 50% κ.β. των μετάλλων, του 22.5% κ.β. των πλαστικών και του 15% του ξύλου.

(β) Η Οδηγία 99/31/EK για την υγειονομική ταφή ορίζει ότι τα βιοποδομήσιμα προς ταφή πρέπει να μειωθούν μέχρι το 2010, 2013 και 2020 στο 75 %, 50% και 35% αντιστοίχως της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995.

Η συνδυασμένη εφαρμογή των οδηγιών οδηγεί ουσιστικά στην ταφή μόνο υπολειμμάτων απορριμμάτων που έχουν υποστεί επεξεργασία και όχι του συνόλου των σύμμεικτών απορριμμάτων όπως γίνεται σήμερα. Κατά συνέπεια, θα πρέπει καταρχήν να αυξηθεί σημαντικά η απόδοση των προγραμμάτων ανακύκλωσης στην πηγή, ενώ το όλο σύστημα διαχείρισης θα πρέπει να συμπληρωθεί με εγκαταστάσεις επεξεργασίας έτσι ώστε να επιτευχθούν τα απαιτούμενα ποσοστά ανάκτησης και μείωσης των ταφόμενων βιοαποδομήσιμων. Σημειώνεται ότι στην Αττική, η απόδοση δράσεων ανακύκλωσης - ανάκτησης είχε ως εξής:

- ♦ Το ποσοστό ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας, με βάση στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ για το 2001, ήταν 24% για το γυαλί, 68% για το χαρτί, 9.8% για τα μέταλλα, 3% για το πλαστικό και 3.2% για το ξύλο.
- ♦ Το συνολικό ποσοστό ανακύκλωσης απορριμμάτων συσκευασίας, λαμβάνοντας υπόψη τις εκτιμώμενες - στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης - συνολικές ποσότητες των υλικών συσκευασίας στα παραγόμενα στερεά απόβλητα της Αττικής, εκτιμάται σήμερα (2008) σε περίπου 34%.
- ♦ Η συνολική ανακύκλωση, λαμβάνοντας υπόψη και τις αντίστοιχες εκτιμώμενες - στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης - ποσότητες των παραγόμενων στερεών αποβλήτων, εκτιμάται σήμερα (2008) σε περίπου 11%.
- ♦ Το ποσοστό των βιοαποδομήσιμων προς ταφή το 2001 αντιπροσώπευε, με βάση τις εκτιμώμενες ποσότητες των στερεών αποβλήτων στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, εκτιμάται σε 94% των παραγόμενων βιοαποδομήσιμων το 2005, ενώ η μικρή αυτή μείωση οφείλεται στην λειτουργία του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης Απορριμμάτων (ΕΜΑΚ) των Α. Λιοσίων.

Επιπλέον, προκειμένου να είναι σαφής και μάλιστα σε ποσοτικούς όρους, τόσο από περιβαλλοντική όσο και από οικονομική άποψη, η διαφορά των «περιβαλλοντικά συμβατών» σεναρίων για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Αττική με την κατάσταση που διαφαίνεται ότι θα διαμορφωθεί για την περιοχή στο άμεσο μέλλον, όπου παρά την ύπαρξη

- (α) του Ν. 3164/2003 που ενέκρινε τις κατάλληλες θέσεις για την χωροθέτηση των ΟΕΔΑ Περιφέρειας Αττικής,
- (β) της από το 2003 ΚΥΑ 50910/2727/2003 με την οποία πλέον θεσμοθετήθηκε εν γένει ο Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων και
- (γ) του από το 2005 Αναθεωρημένου Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠεΣΔΑ) της Περιφέρειας Αττικής,

προς το παρόν δεν έχει αναληφθεί καμία συγκεκριμένη δράση όσον αφορά σε νέες εγκαταστάσεις επεξεργασίας, ενώ και η κατασκευή των νέων ΧΥΤΑ στις εγκεκριμένες από το Ν. 3164/2003 περιοχές Φυλής, Κερατέας και Γραμματικού δεν έχει ακόμα ξεκινήσει λόγω των προσφυγών των κατοίκων των περιοχών αυτών στο ΣτΕ.

Ωστόσο, θεωρώντας ως δεδομένη την ισχύ του Ν. 3164/2003 που καθορίζει τις προαναφερθείσες περιοχές αυτές ως κατάλληλες για την ανάπτυξη εγκαταστάσεων επεξεργασίας, στην παρούσα μελέτη θεωρείται ότι η κατασκευή ΧΥΤΑ ή/και άλλων εγκαταστάσεων επεξεργασίας στερεών αποβλήτων στις περιοχές Φυλής, Γραμματικού και Κερατέας είναι μια πρακτική σύμφωνη με την υφιστάμενη νομοθεσία.

Επιπλέον, θεωρείται ότι η επίτευξη των απαιτούμενων για το 2011 ποσοστών ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας με βάση την Οδηγία 2004/12/EK, τόσο για τα μεμονωμένα υλικά όσο και για το σύνολο των υλικών συσκευασίας, θα επιτευχθούν πλήρως σε όλα τα σενάρια με την ενίσχυση προγραμμάτων διαλογής στην πηγή.

Τέλος, σε όλα τα εξεταζόμενα σενάρια θεωρείται δεδομένη η συνέχιση της λειτουργίας του ΕΜΑΚ Λιοσίων με βάση τον σχεδιασμό του, δηλ. επεξεργασία **1200 t/ημέρα σύμμεικτων απορριμμάτων** και **130 t/ημέρα κλαδέματα**, αλλά χωρίς συνεπεξεργασία λάσπης από την εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Ψυτάλλειας.

6.4.2 Παρουσίαση σεναρίων

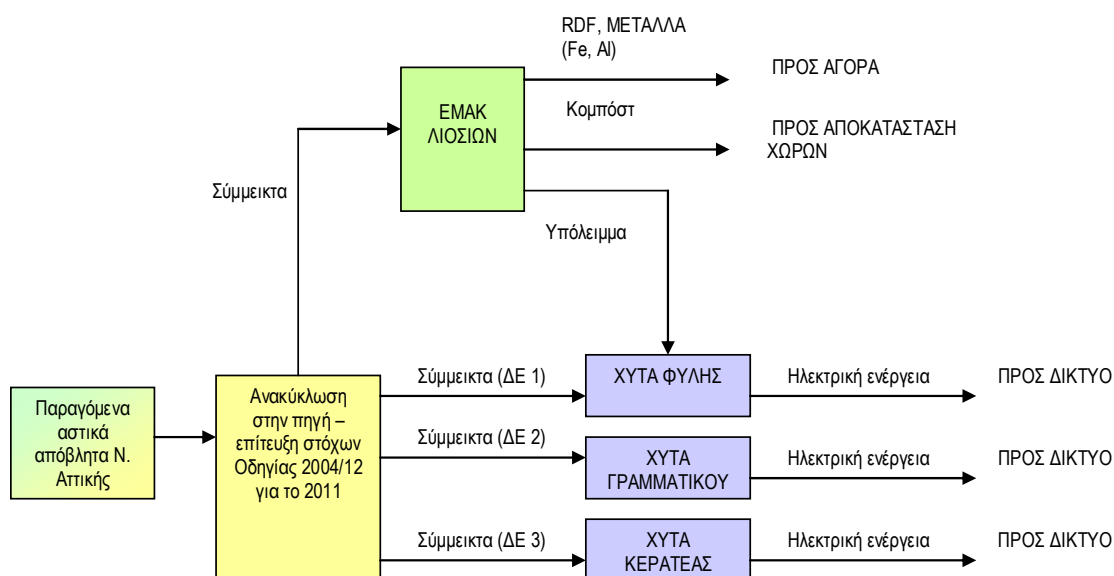
Τα εξεταζόμενα σενάρια περιλαμβάνουν το Σενάριο Αναφοράς (S0), το σενάριο θερμικής επεξεργασίας με ανάκτηση ενέργειας (S1), το σενάριο συνδυασμένης θερμικής κατεργασίας με ανάκτηση ενέργειας σε συνδυασμό με μηχανική - βιολογική επεξεργασία (S2), το σενάριο πλήρους μηχανικής - βιολογικής επεξεργασίας (S3) και τέλος το σενάριο πλήρους μηχανικής - βιολογικής επεξεργασίας ακολουθούμενης από θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας (S4).

Η μηχανική διαλογή - κομποστοποίηση (όπως στον ΕΜΑΚ Λιοσίων) αποτελεί επεξεργασία που οδηγεί σε κομπόστ χαμηλής ποιότητας, λόγω του ότι η μηχανική διαλογή δεν μπορεί να απομακρύνει σε ικανοποιητικό βαθμό τα πλαστικά και τα μέταλλα και έτσι το κομπόστ περιέχει προσμίξεις που το καθιστούν ακατάλληλο για χρήση σε καλλιέργειες. Κατά συνέπεια, στην καλύτερη περίπτωση το κομπόστ αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αποκαταστάσεις χώρων (π.χ. λατομεία) ή αλλιώς οδηγείται προς ταφή. Η χαμηλή ποιότητα του κομπόστ αποτελεί βασικό μειονέκτημα της μεθόδου και παρατηρείται σε όλες τις μονάδες διεθνώς που εφαρμόζουν την τεχνολογία της μηχανικής διαλογής - κομποστοποίησης.

Για το λόγο αυτό, στην περίπτωση των σεναρίων S2, S3 και S4 εξετάζονται δύο υπο-περιπτώσεις, η «RDF-παραλλαγή» (σενάρια S2/RDF και S3/RDF) όπου οι νέες μονάδες βιολογικής επεξεργασίας είναι αντίστοιχες του ΕΜΑΚ Λιοσίων, και η «SRF-παραλλαγή» (σενάρια S2/SRF και S3/SRF) όπου οι νέες μονάδες εφαρμόζουν την τεχνολογία της βιολογικής ξήρανσης -σταθεροποίησης - μηχανικής διαλογής. Στην δεύτερη αυτή περίπτωση δεν παράγεται RDF (από το εύκαυστο τμήμα των απορριμμάτων, δηλαδή κυρίως τα πλαστικά και το χαρτί) και κομπόστ (από το οργανικό κλάσμα των στερεών αποβλήτων), αλλά μόνο καύσιμο SRF (Solid Recovered Fuel), το οποίο περιλαμβάνει και το οργανικό τμήμα των απορριμμάτων, σταθεροποιημένο όμως ώστε να μην δημιουργεί προβλήματα οσμών, εκπομπών κλπ.

6.4.2.1 ΣΕΝΑΡΙΟ S0 (Σενάριο Αναφοράς)

Το Σενάριο Αναφοράς παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 6.6 Σενάριο Αναφοράς - Αττική (S0).

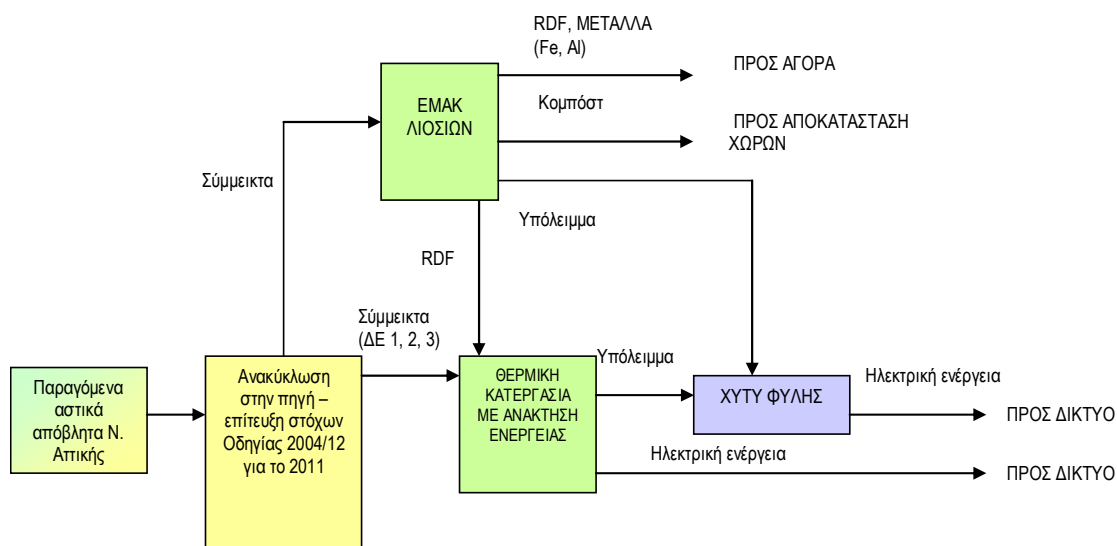
Το Σενάριο Αναφοράς συνιστά την περίπτωση της συνέχισης της υφιστάμενης κατάστασης τουλάχιστον μέχρι το 2010 όσον αφορά στις νέες εγκαταστάσεις επεξεργασίας στερεών αποβλήτων. Ο ΕΜΑΚ Λιοσίων παραμένει σε λειτουργία, παράγοντας κομπόστ που χρησιμοποιείται σε αποκαταστάσεις χώρων και RDF που οδηγείται προς καύση σε βιομηχανικές και ενεργειακές εγκαταστάσεις (μονάδες ηλεκτροπαραγωγής, παραγωγής τσιμέντου, κεραμικών κλπ.) που χρησιμοποιούν στερεά καύσιμα. Θα πρέπει να επισημανθούν τα εξής 2 βασικά σημεία:

- Παρά την απουσία νέων μονάδων επεξεργασίας, **το Σενάριο Αναφοράς απαιτεί σημαντική προσπάθεια σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση**, και συγκεκριμένα:
 - Τη σημαντική αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας. Τη συστηματική διάθεση του παραγόμενου RDF από τον ΕΜΑΚ Λιοσίων, που προς το παρόν δεν αξιοποιείται ενεργειακά καθώς οι μονάδες δεν γνωρίζουν την ακριβή ποιοτική σύστασή του ώστε να μπορούν να αξιολογήσουν το κατά πόσον είναι κατάλληλο σε σχέση με τις προδιαγραφές του τελικού προϊόντος τους, τις εφαρμοζόμενες διατάξεις τροφοδοσίας και καύσης των στερεών καυσίμων, καθώς και να εκτιμήσουν τις πρόσθετες επενδύσεις σε αντιρρυπαντική τεχνολογία που απαιτεί η καύση του ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις της περιβαλλοντικής νομοθεσίας.
 - Τη συστηματική διάθεση του παραγόμενου κομπόστ από τον ΕΜΑΚ Λιοσίων για αποκαταστάσεις χώρων, ενώ αντίθετα σήμερα το κομπόστ οδηγείται κατά βάση στον ΧΥΤΑ Α. Λιοσίων.

- Παρά τις παραπάνω βελτιώσεις, **το Σενάριο Αναφοράς** δεν επιτυγχάνει τα απαιτούμενα ποσοστά ανάκτησης υλικών και κατά συνέπεια δεν είναι συμβατό με την περιβαλλοντική νομοθεσία και έτσι **δεν αποτελεί εναλλακτική λύση ως προς τα σενάρια S2 και S3**. Στο Σενάριο Αναφοράς λειτουργούν και οι 3 προβλεπόμενοι νέοι ΧΥΤΑ (Φυλή, Κερατέα και Γραμματικό), καθένας από τους οποίους διαθέτει εγκατάσταση ενεργειακής αξιοποίησης του συλλεγόμενου βιοαερίου για παραγωγή ηλεκτρισμού που πωλείται στο διασυνδεδεμένο δίκτυο. Στον ΧΥΤΑ Φυλής οδηγείται και το υπόλειμμα του ΕΜΑΚ Λιοσίων.

6.4.2.2 ΣΕΝΑΡΙΟ S1 (Θερμική Κατεργασία με Ανάκτηση Ενέργειας)

Το Σενάριο Θερμικής Κατεργασίας με Ανάκτηση Ενέργειας παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα. Στο σενάριο αυτό, ένα μέρος των σύμμεικτων απορριμμάτων οδηγείται στον ΕΜΑΚ Λιοσίων (της τάξης του 20%, βαίνοντας μειούμενο προς το 16% το 2027 καθώς η δυναμικότητα του ΕΜΑΚ θεωρείται ότι παραμένει αμετάβλητη ενώ η συνολική ποσότητα των απορριμμάτων προς επεξεργασία αυξάνεται). Το υπόλοιπο (και μεγαλύτερο) τμήμα των σύμμεικτων απορριμμάτων της Αττικής, μαζί με το παραγόμενο RDF του ΕΜΑΚ Λιοσίων, οδηγείται σε μονάδα(ες) θερμικής επεξεργασίας με ανάκτηση ενέργειας (παραγωγή ηλεκτρισμού), που διοχετεύεται στο διασυνδεδεμένο δίκτυο, εκτός από μία ποσότητα της τάξης του 11-12% για ιδιοκατανάλωση της(ων) μονάδας(ων).



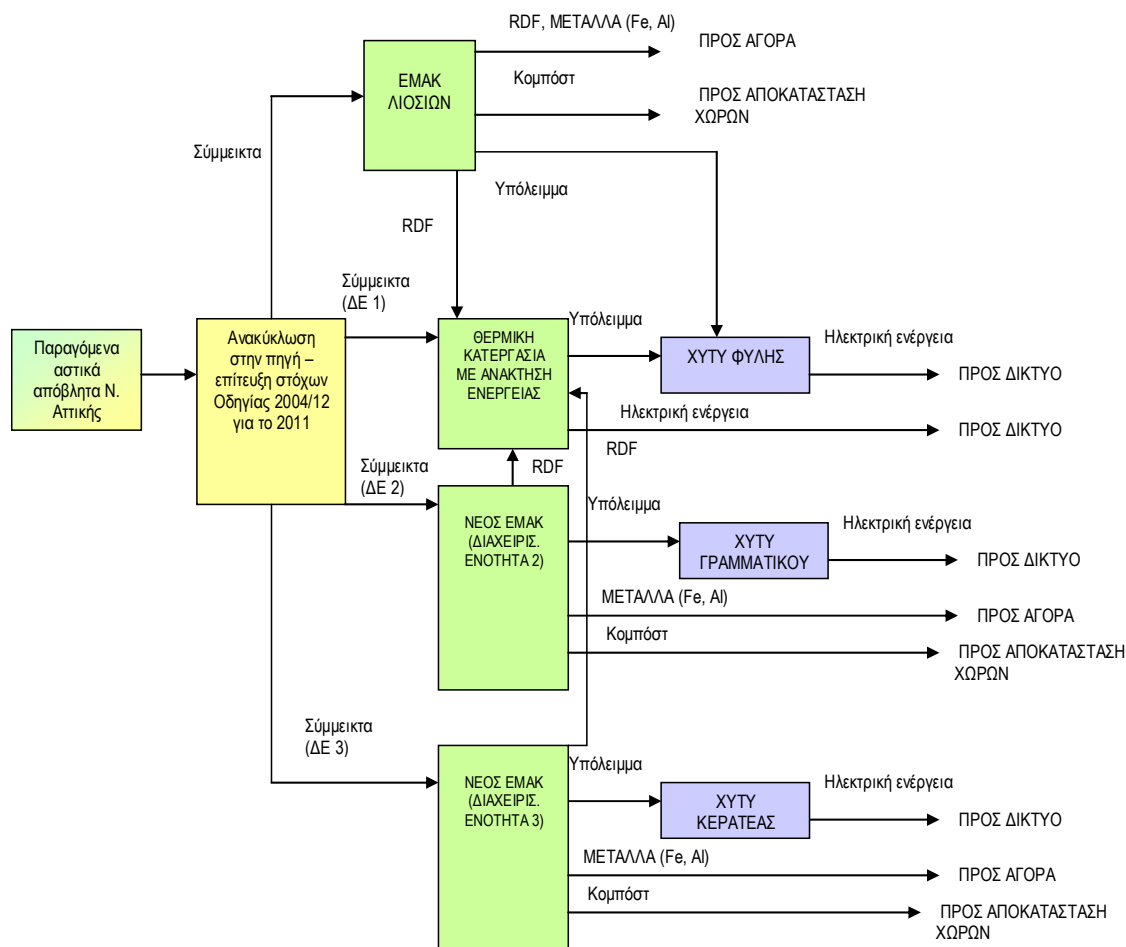
Εικόνα 6.7. Σενάριο Θερμικής Κατεργασίας με Ανάκτηση Ενέργειας - Αττική (S1)

Σημειώνεται ότι οι περισσότερες αντίστοιχες εγκαταστάσεις στο εξωτερικό παράγουν όχι μόνο ηλεκτρισμό αλλά και θερμότητα, η οποία αξιοποιείται από καταναλωτές του οικιακού - τριτογενή και βιομηχανικού τομέα. Ωστόσο, καθώς στην παρούσα μελέτη δεν περιλαμβάνονται θέματα χωροθέτησης των εγκαταστάσεων και κατά συνέπεια δεν είναι γνωστή η θέση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας, δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν και οι πιθανοί καταναλωτές θερμότητας / ατμού και για τον λόγο αυτό γίνεται η παραδοχή ότι η ανάκτηση ενέργειας αφορά αποκλειστικά σε ηλεκτροπαραγωγή.

Το υπόλειμμα που παράγεται από τη θερμικής επεξεργασία οδηγείται στον ΧΥΤ Φυλής (για τον οποίο γίνεται η παραδοχή ότι θα έχει την κατάλληλη υποδομή για την υποδοχή και του υπολείμματος της καύσης), όπως και το υπόλειμμα του ΕΜΑΚ Λιοσίων. Λόγω του ότι δεν οδηγούνται πλέον σύμμεικτα απορρίμματα προς ταφή, θεωρείται ότι δεν είναι πλέον απαραίτητη η κατασκευή τριών νέων ΧΥΤΥ, παρά μόνον ενός (στη Φυλή).

6.4.2.3 ΣΕΝΑΡΙΟ S2/RDF (Θερμική Κατεργασία με Ανάκτηση Ενέργειας & Μηχανικής Διαλογής - Κομποστοποίησης)

Το Σενάριο Θερμικής Κατεργασίας με Ανάκτηση Ενέργειας & Μηχανικής Διαλογής - Κομποστοποίησης παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



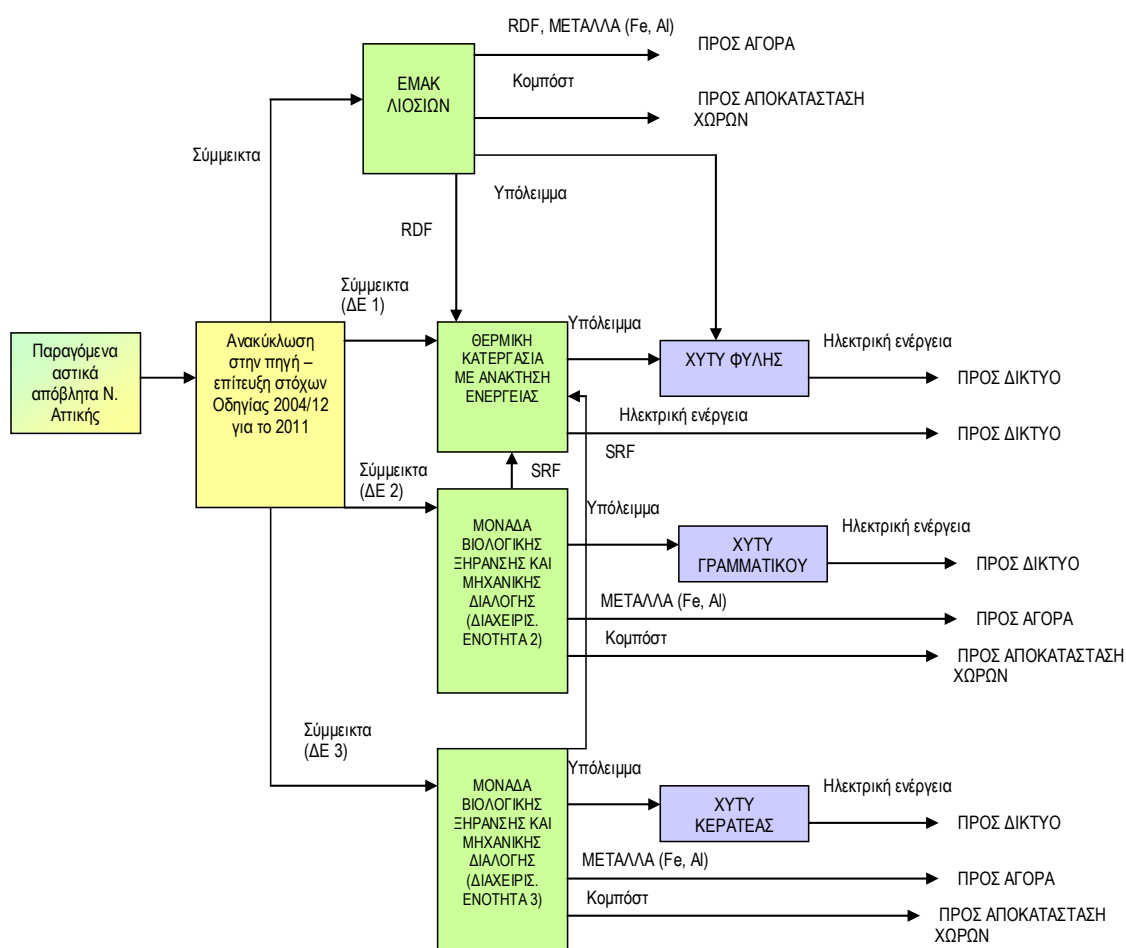
Εικόνα 6.8. Σενάριο Θερμικής Κατεργασίας με Ανάκτηση Ενέργειας & Μηχανικής Διαλογής - Κομποστοποίησης - Αττική (S2/RDF).

Σε σύγκριση με το σενάριο S1, στο σενάριο αυτό στη μονάδα(ες) θερμικής επεξεργασίας δεν οδηγείται το σύνολο των απορριμμάτων της Αττικής, αλλά μόνον τα σύμμεικτα απορρίμματα της Διαχειριστικής Ενότητας 1 (πλην της ποσότητας του ΕΜΑΚ Λιοσίων). Στις άλλες δύο διαχειριστικές ενότητες δημιουργούνται μονάδες βιολογικής επεξεργασίας αντίστοιχες του ΕΜΑΚ Λιοσίων, και το παραγόμενο σε αυτές RDF, όπως και το RDF του ΕΜΑΚ Λιοσίων, αξιοποιείται ενεργειακά σε μονάδα(ες) θερμικής επεξεργασίας. Δεδομένου ότι στο σενάριο αυτό υπάρχει τουλάχιστον μία εγκατάσταση επεξεργασίας (είτε θερμική κατεργασία με ανάκτηση ενέργειας είτε ΕΜΑΚ) σε κάθε διαχειριστική ενότητα, θεωρείται ότι απαιτείται η κατασκευή και των τριών νέων χώρων διάθεσης σε Φυλή, Κερατέα και Γραμματικό, οι οποίοι βέβαιοι και στην περίπτωση αυτοί λειτουργούν ως ΧΥΤΥ για τα υπολείμματα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας. Όσον αφορά τα παραγόμενα προϊόντα, δηλαδή κομπόστ,

ηλεκτρισμό και ανακτώμενα μέταλλα, αυτά διατίθενται σε αποκαταστάσεις χώρων, στο διασυνδεδεμένο δίκτυο και σε βιομηχανίες αντιστοίχως.

6.4.2.4 ΣΕΝΑΡΙΟ S2/SRF (Θερμική Κατεργασία με Ανάκτηση Ενέργειας & Βιολογική Ξήρανση - Μηχανική Διαλογή)

Το Σενάριο Θερμικής Κατεργασίας με Ανάκτηση Ενέργειας & Μονάδες Βιολογικής Ξήρανσης - Μηχανικής Διαλογής παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



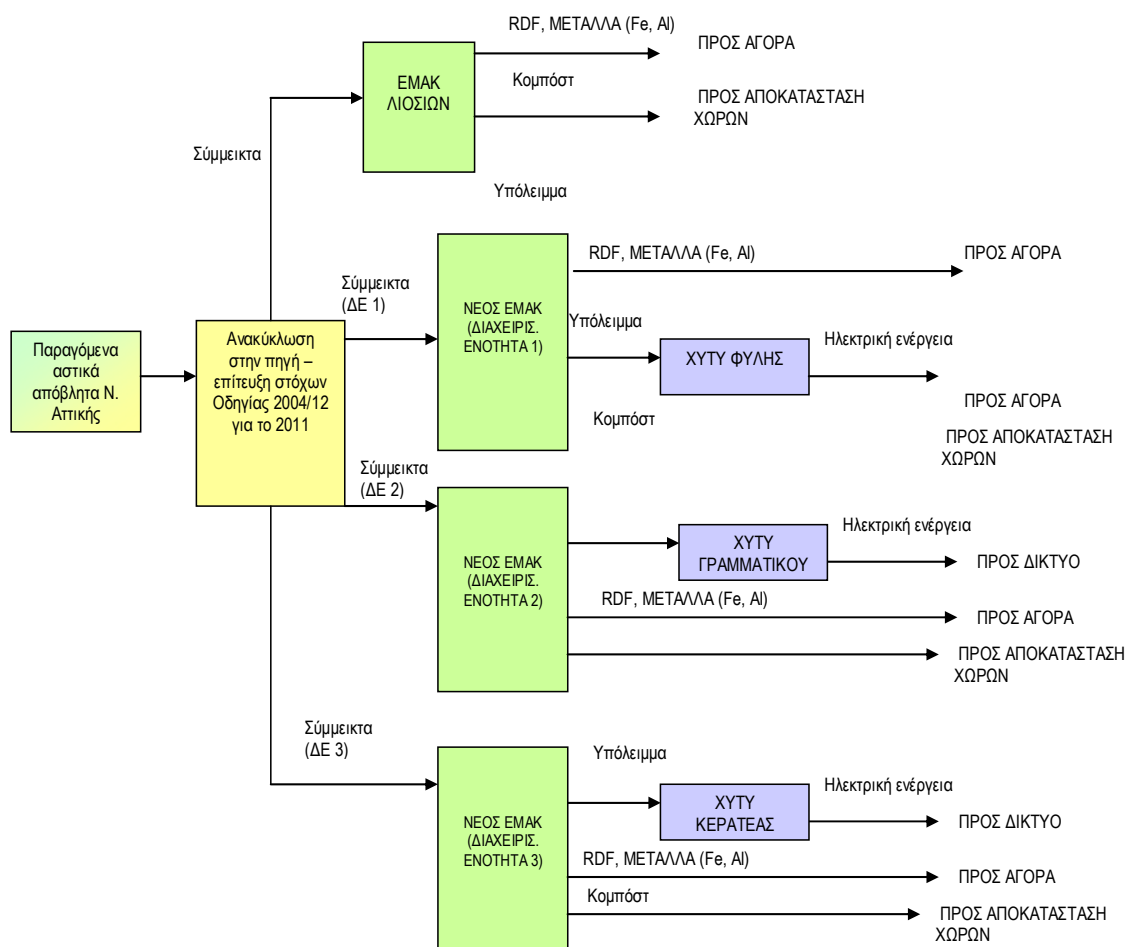
Εικόνα 6.9. Σενάριο Θερμικής Κατεργασίας με Ανάκτηση Ενέργειας & Βιολογικής Ξήρανσης - Μηχανικής Διαλογής - Αττική (S2/SRF)

Στο σενάριο αυτό οι δύο νέες μονάδες βιολογικής επεξεργασίας στις μικρότερες διαχειριστικές ενότητες παράγουν μόνο SRF, αξιοποιώντας με τον τρόπο αυτόν και το οργανικό κλάσμα των αποβλήτων, ενώ στη συνέχεια το καύσιμο αυτό, μαζί με το RDF του ΕΜΑΚ Λιουσίων οδηγείται σε μονάδα(ες) θερμικής κατεργασίας. Κατά τα άλλα, το σενάριο αυτό είναι ίδιο με το S2/RDF. Η συγκεκριμένη τεχνολογία παρουσιάζει κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη

μηχανική διαλογή - κομποστοποίηση: (α) μικρότερη ποσότητα υπολείμματος (12-15%), (β) δεν παράγει κομπόστ, που στην περίπτωση της κομποστοποίησης με σύμμεικτα απορρίμματα είναι χαμηλής ποιότητας και καθιστώντας πολύ δύσκολη τη διάθεσή του, (γ) το παραγόμενο καύσιμο είναι σταθεροποιημένο και υψηλής ποιότητας, και (δ) η απόδοση των διαχωρισμών είναι υψηλή γιατί έχει προηγηθεί ξήρανση.

6.4.2.5 ΣΕΝΑΡΙΟ S3/RDF (Πλήρης Μηχανική Διαλογή - Κομποστοποίηση)

Το Σενάριο Πλήρους Μηχανικής Διαλογής - Κομποστοποίησης παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα. Στο σενάριο αυτό το σύνολο των σύμμεικτων απορριμμάτων της Αττικής υφίσταται επεξεργασία σε μονάδες Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης (μία ανά Διαχειριστική Ενότητα). Το παραγόμενο RDF και από τους τρεις νέους ΕΜΑΚ, όπως και από τον υφιστάμενο των Α. Λιοσίων, διατίθεται προς ενεργειακή αξιοποίηση σε βιομηχανικές - ενεργειακές εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν στερεά καύσιμα (τσιμέντα, ηλεκτροπαραγωγή, κεραμικά, κλπ.)

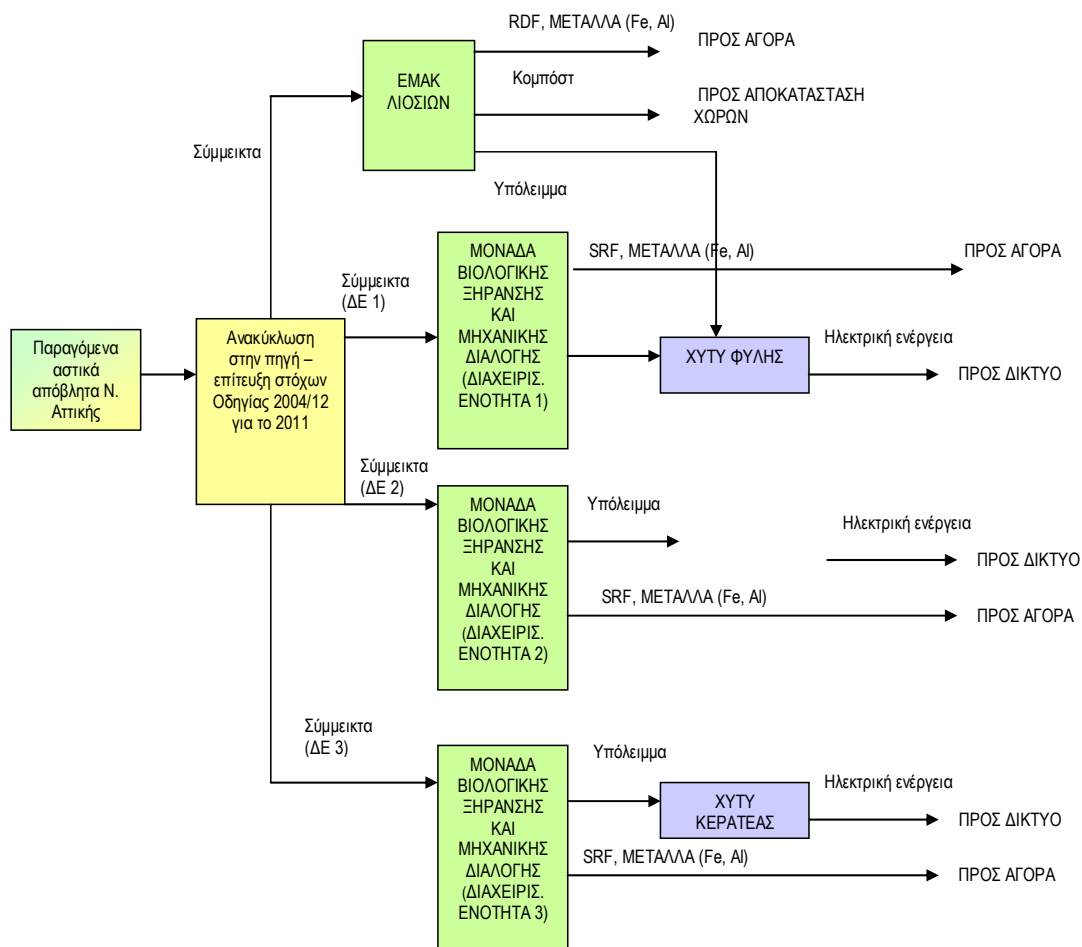


Εικόνα 6.10. Σενάριο Πλήρους Μηχανικής Διαλογής - Κομποστοποίησης (S3/RDF)

Η ποσότητα του παραγόμενου κομπόστ στο σενάριο αυτό είναι σημαντικά υψηλότερη από αυτή των υπόλοιπων σεναρίων (κατά μέσο όρο περίπου 350.000 τόνοι ετησίως), γεγονός που δημιουργεί αβεβαιότητα σε σχέση με το κατά πόσον θα είναι δυνατό να εξασφαλιστεί στην πράξη η ανεύρεση χώρων για την συστηματική (σε ετήσια βάση) αξιοποίηση της ποσότητας αυτής. Επιπλέον, το γεγονός ότι σε αυτό το σενάριο η ποσότητα του παραγόμενου RDF είναι σημαντικά μεγαλύτερη (περίπου 600.000 t ετησίως κατά μέσο όρο), ενώ συγχρόνως δεν υφίσταται μονάδα(ες) θερμικής επεξεργασίας που να το αξιοποιεί, καθιστά το σενάριο σχετικά «ευάλωτο» - τόσο λειτουργικά όσο και οικονομικά - σε σχέση με τον παράγοντα της διάθεσής του: η ποσότητα RDF που θα διατεθεί στους τελικούς χρήστες και η τιμή διάθεσής του θα επηρεάσει την οικονομικότητα του σεναρίου, ενώ σε περίπτωση μη διάθεσής του θα πρέπει να οδηγηθεί αναγκαστικά σε ΧΥΤΥ μειώνοντας έτσι τον χρόνο ζωής του και καθιστώντας αναγκαία την επέκτασή του.

6.4.2.6 ΣΕΝΑΠΙΟ S3/SRF (Πλήρης Βιολογική Ξήρανση - Μηχανική Διαλογή)

Το Σενάριο Πλήρους Βιολογικής Ξήρανσης - Μηχανικής Διαλογής παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:

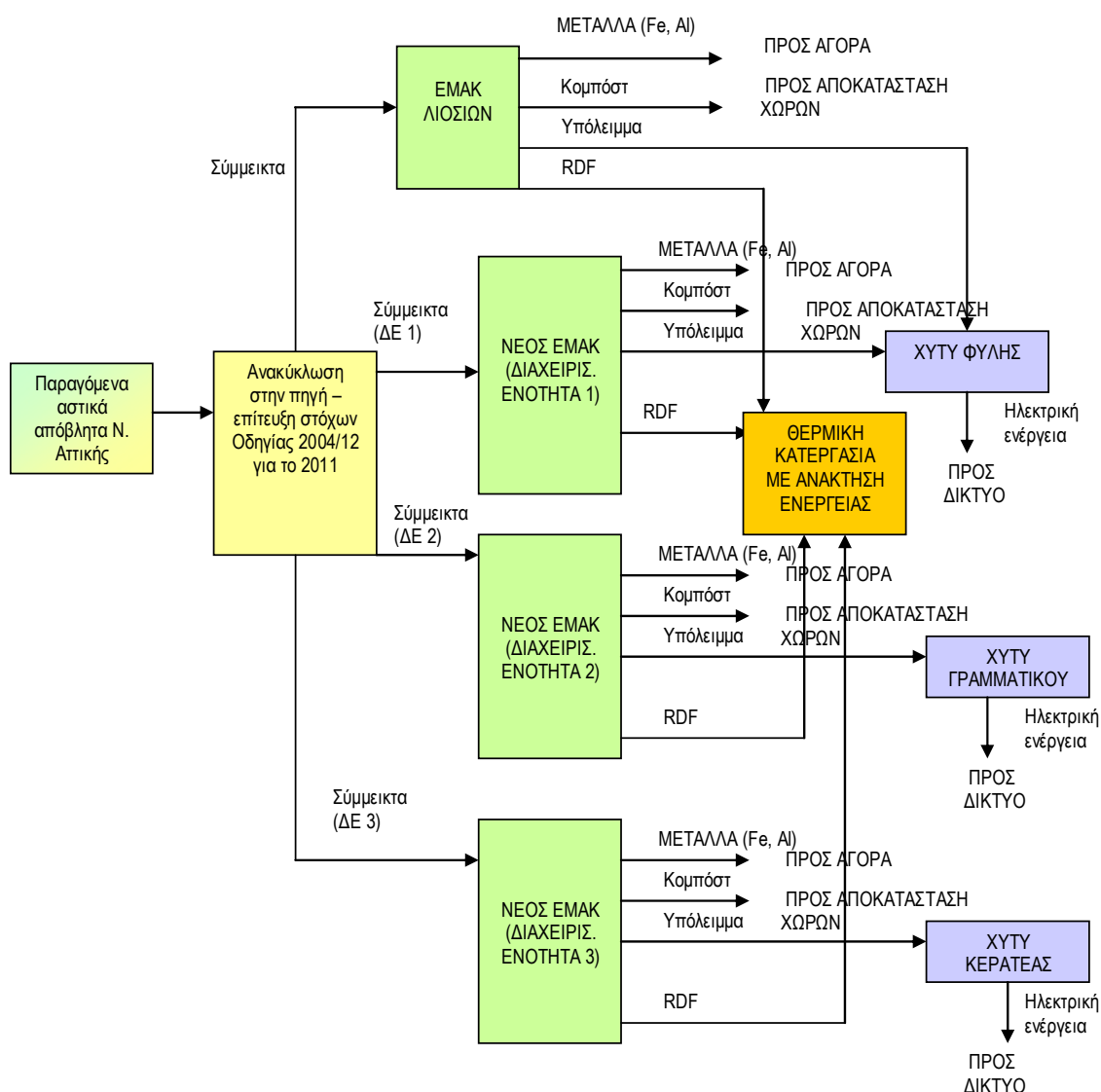


Εικόνα 6.11. ΣΕΝΑΠΙΟ Πλήρους Βιολογικής Ξήρανσης - Μηχανικής Διαλογής (S3/SRF)

Το σενάριο αυτό είναι αντίστοιχο με το σενάριο S3/RDF, όμως εδώ οι μονάδες βιολογικής επεξεργασίας παράγουν μόνο SRF, το οποίο διατίθεται όπως το RDF (σε βιομηχανικές - ενεργειακές εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν στερεά καύσιμα).

6.4.2.7 ΣΕΝΑΠΙΟ S4/RDF (Πλήρης Μηχανική Διαλογή - Κομποστοποίηση ακολουθούμενη από Θερμική Κατεργασία με Ανάκτηση Ενέργειας)

Το Σενάριο Πλήρους Μηχανικής Διαλογής - Κομποστοποίησης ακολουθούμενης από Θερμική Κατεργασία με Ανάκτηση Ενέργειας παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.

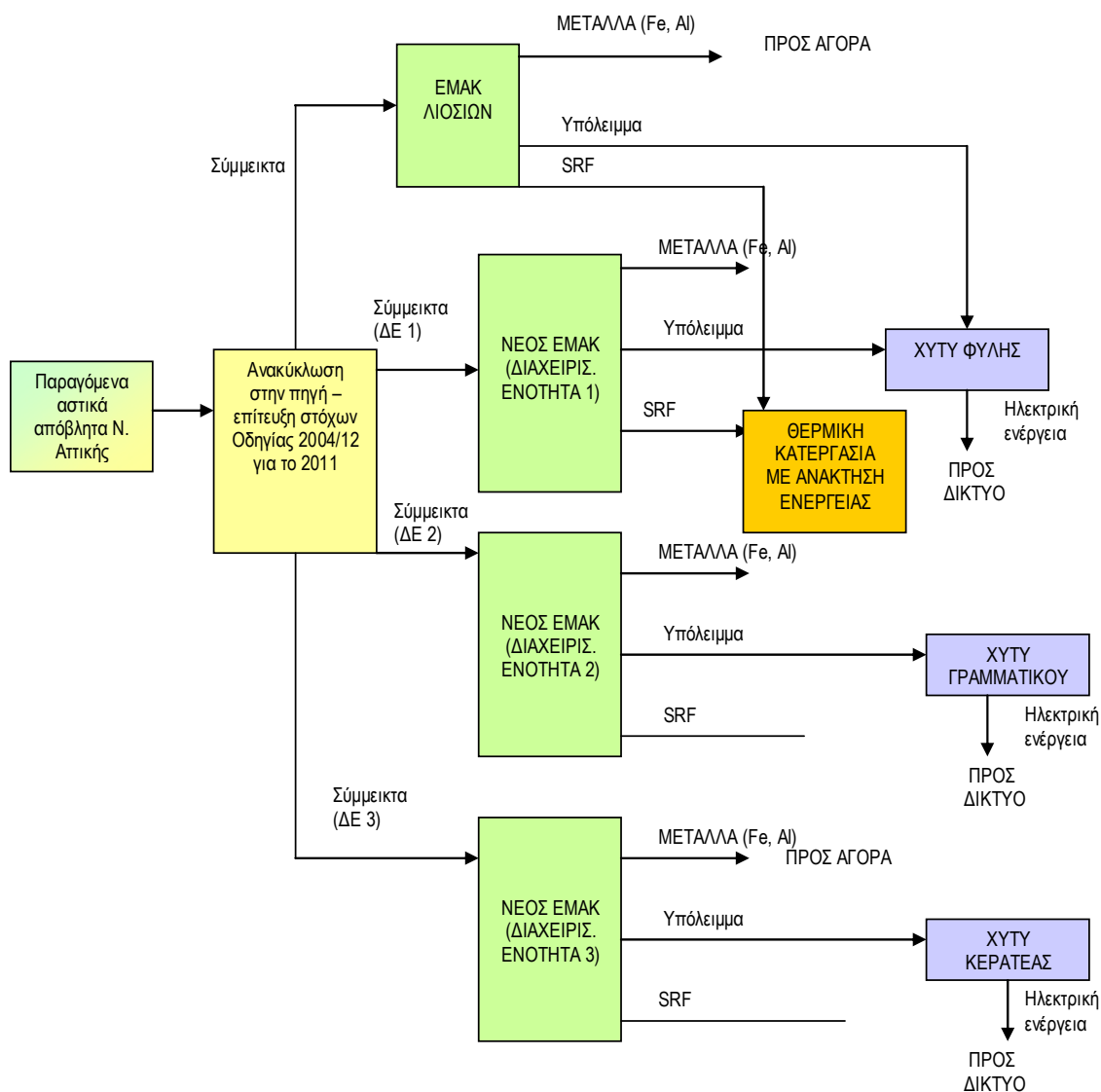


Εικόνα 6.12. Σενάριο Βιολογικής Ξήρανσης - Μηχανικού Διαχωρισμού ακολουθούμενων από Θερμική Κατεργασία με Ανάκτηση Ενέργειας - Αττική (S4/SRF).

Επιλέχθηκε να εξεταστεί το σενάριο αυτό καθώς, συγκριτικά με το S3/RDF (Πλήρης Μηχανική Διαλογή - Κομποστοποίηση), εξασφαλίζει την ομαλή αξιοποίηση του παραγόμενου RDF σε μονάδα(ες) εντός του συστήματος του φορέα διαχείρισης και έτσι στο σενάριο αυτό δεν υπάρχει η αβεβαιότητα σχετικά με το αν θα βρεθούν αποδέκτες για το RDF (βιομηχανία, ηλεκτροπαραγωγή), ποιο τμήμα του RDF θα απορροφήσουν και σε τι τιμή. Το κόστος του σεναρίου επιβαρύνεται με το πρόσθετο κόστος επένδυσης και λειτουργίας της θερμικής κατεργασίας, αλλά ταυτόχρονα ενισχύεται με τα έσοδα από την πώληση του παραγόμενου ηλεκτρισμού.

6.4.2.8 ΣΕΝΑΡΙΟ S4/SRF (Πλήρης Μηχανική Διαλογή - Κομποστοποίηση ακολουθού-μενη από Θερμική Κατεργασία με Ανάκτηση Ενέργειας)

Το Σενάριο Πλήρους Μηχανικής Διαλογής - Κομποστοποίησης ακολουθούμενης από Θερμική Κατεργασία με Ανάκτηση Ενέργειας παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 6.13. Σενάριο Βιολογικής Ξήρανσης - Μηχανικού Διαχωρισμού ακολουθούμενων από Θερμική Κατεργασία με Ανάκτηση Ενέργειας - Αττική (S4/SRF)

Το σενάριο αυτό είναι αντίστοιχο με το S4/RDF, με τη διαφορά ότι αντί για RDF στις μονάδες βιολογικής - μηχανικής επεξεργασίας παράγεται SRF

6.4.3 Δεδομένα εισόδου / εξόδου – παραδοχές προγράμματος

6.4.3.1 Μοντέλο της Ομάδας Ενεργειακού Σχεδιασμού του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών για την πρόβλεψη της ποσότητας των παραγόμενων ΑΣΑ

Η ανάπτυξη αυτού του μοντέλου προσομοίωσης και πρόβλεψης ξεκίνησε στο ΕΑΑ το 1999 από την ανάγκη εκτίμησης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στο πλαίσιο της ετήσιας Εθνικής Απογραφής Εκπομπών Αερίων Φαινομένου Θερμοκηπίου (ΑΦΘ) για τη Σύμβαση του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) και το Πρωτόκολλο του Κιότο. Αυτές οι υποχρεώσεις της χώρας μας απαιτούν την εκτίμηση των εκπομπών σε ετήσια βάση από το 1990 και μετά. Επίσης, η εκτίμηση αυτή πρέπει να γίνεται με βάση τις δόκιμες μεθοδολογίες του IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) που απαιτούν την χρήση λεπτομερών στοιχείων ως προς τις ποσότητες και τη σύνθεση των στερεών αποβλήτων που διατίθενται σε χώρους ταφής (Λάλας κ.ά., 2007).

Το μοντέλο προσομοίωσης και πρόβλεψης του ΕΑΑ αναπτύχθηκε, ώστε να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της έλλειψης αξιόπιστων στοιχείων για όλα τα έτη αναφοράς των υπολογισμών των εκπομπών. Στόχος του ήταν να μπορεί να εκτιμήσει τις ποσότητες και τη σύνθεση των παραγόμενων απορριμμάτων για κάθε έτος της ιστορικής περιόδου (από το 1990 μέχρι σήμερα), και μέσω της αξιοποίησης στοιχείων σχετικά με την ανακύκλωση / ανάκτηση να εκτιμήσει τελικώς την ποσότητα και τη σύνθεση των στερεών αποβλήτων που διατίθενται στο έδαφος. Επιπλέον, με μεταβολή των βασικών παραμέτρων εισόδου, το μοντέλο μπορεί να εκτιμήσει και τη μελλοντική παραγωγή και διάθεση απορριμμάτων, καθώς αυτό επίσης απαιτείται από τη Σύμβαση και το Πρωτόκολλο του Κιότο.

Για τα στοιχεία εισόδου του μοντέλου έχουν αξιοποιηθεί διαθέσιμα στοιχεία από το ΥΠΕΧΩΔΕ και άλλες πηγές, ενώ οι αρχικές τιμές ορισμένων παραμέτρων έχουν διορθωθεί έτσι ώστε τα ελαχιστοποιηθεί κατά το δυνατόν η απόκλιση μεταξύ των αποτελεσμάτων του μοντέλου και των όποιων διαθέσιμων ιστορικών στοιχείων. Ο έλεγχος αυτός επαναλαμβάνεται περιοδικά καθώς συγκεντρώνονται νέα στοιχεία.

Τα βασικά σημεία του μοντέλου πρόβλεψης έχουν ως εξής:

- Το μοντέλο είναι τύπου bottom-up, δηλαδή η ανάλυση γίνεται σε επίπεδο νομού (51 νομοί, πλην του Αγ. Όρους) και στη συνέχεια τα αποτελέσματα των νομών προστίθενται ώστε να προκύψει το εθνικό σύνολο. Ο λόγος γι' αυτό είναι ότι προκειμένου το μοντέλο να μπορεί να ενσωματώσει στοιχεία που αφορούν στους διάφορους χώρους ταφής (ΧΥΤΑ και ΧΑΔΑ), καθώς τελικά η ποσότητα και η σύνθεση των ταφόμενων απορριμμάτων, η όποια ανάκτηση βιοαερίου και τα ειδικά χαρακτηριστικά των χώρων

διάθεσης είναι τα στοιχεία στα οποία βασίζεται η εκτίμηση των εκπομπών ΑΦΘ.

- Ο πληθυσμός διακρίνεται σε μόνιμο και εποχιακό (τουρίστες). Ο μόνιμος πληθυσμός διακρίνεται περαιτέρω σε αστικό, ημιαστικό και αγροτικό. Για την ιστορική περίοδο (1990-2005), τα στοιχεία για το μόνιμο πληθυσμό σε επίπεδο νομού προέρχονται από την ΕΣΥΕ (απογραφές 1961-2001 και υπολογιζόμενος πληθυσμός στο μέσον του έτους), ενώ για τον εποχιακό πληθυσμό (διανυκτερεύσεις αλλοδαπών επισκεπτών) από τον ΕΟΤ και την ΕΣΥΕ. Για την πρόβλεψη, για τον μόνιμο πληθυσμό αξιοποιούνται οι προβλέψεις της ΕΣΥΕ μέχρι το 2030, ενώ για τους τουρίστες γίνεται η παραδοχή για μέση ετήσια αύξηση τέτοια ώστε η συνολική αύξηση των επισκεπτών σε επίπεδο χώρας ανά δεκαετία να προσεγγίζει το 7%.
- Όσον αφορά στην ημερήσια παραγωγή απορριμμάτων ανά κάτοικο / τουρίστα, για τον μόνιμο πληθυσμό εφαρμόζεται διαφορετικός δείκτης ανά περιφέρεια, ενώ ενιαίος και υψηλότερος δείκτης χρησιμοποιείται για τους τουρίστες. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται διαφορετικοί δείκτες για τον αστικό, ημιαστικό και αγροτικό πληθυσμό. Για το 1997 (έτος στο οποίο αναφέρεται ο Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων του ΥΠΕΧΩΔΕ), η τιμή του δείκτη κυμαίνεται από **0,74 - 1,14 kg/κάτοικο ημέρα για τον αστικό**, 0,69 - 1,07 kg/κάτοικο ημέρα για τον ημιαστικό και 0,6 - 0,93 kg/κάτοικο ημέρα για τον αγροτικό πληθυσμό. Για τους αλλοδαπούς επισκέπτες εφαρμόζεται συντελεστής 2 kg /διανυκτέρευση. Σχετικά με το βήμα μεταβολής της ημερήσιας παραγωγής απορριμμάτων ανά κάτοικο, γίνεται η παραδοχή ότι η ημερήσια παραγωγή μεταβάλλεται κατά 0,028 kg/κάτοικο για την περίοδο 1990-2005 (εκτός από εκτός από τις Περιφέρειες της Αττικής, της Κ. Μακεδονίας, της Κρήτης και των νησιών του Ν. Αιγαίου, για τις οποίες εφαρμόζεται υψηλότερος δείκτης), ενώ στην περίπτωση των αλλοδαπών τουριστών η ημερήσια παραγωγή διατηρείται διαχρονικά αμετάβλητη. Η τιμή των επιμέρους δεικτών έχει επιλεγεί έτσι ώστε το σύνολο των παραγόμενων στερεών αποβλήτων ανά περιφέρεια να παρουσιάζει την ελάχιστη δυνατή απόκλιση από τα όποια διαθέσιμα επίσημα ιστορικά στοιχεία.
- Όσον αφορά στην πρόβλεψη της εξέλιξης της ημερήσιας παραγωγής ανά κάτοικο/διανυκτέρευση για την περίοδο μέχρι το 2030, ο ετήσιος ρυθμός μεταβολής για το μόνιμο πληθυσμό διατηρείται ίσος με αυτόν της ιστορικής περιόδου μέχρι το 2020, ενώ για τη δεκαετία 2020-2030 γίνεται η παραδοχή ότι μειώνεται κατά το ήμισυ. Για τους αλλοδαπούς τουρίστες ο δείκτης ανά διανυκτέρευση διατηρείται σταθερός.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου προσομοίωσης - πρόβλεψης παρουσιάζουν απόκλιση 1,5% (σε εθνικό επίπεδο) από τα αντίστοιχα στοιχεία του Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων του ΥΠΕΧΩΔΕ για το έτος αναφοράς 1997, που αντιστοιχεί σε περίπου 60,000 τόνους απορριμμάτων, ενώ η απόκλισή τους ανά περιφέρεια δεν ξεπερνά το $\pm 5\%$. Τα αποτελέσματα και αυτού του μοντέλου παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.1, όπου φαίνεται ότι για τις περιόδους 2001-2010, 2005-2010 και 2010-2020 η μέση ετήσια αύξηση της ποσότητας των αποβλήτων είναι **2,9%, 2,8% και 2,2%** αντίστοιχα.

Τόσο το μοντέλο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) όσο και το μοντέλο (ε) που λαμβάνει υπόψη τη μεταβολή ΑΕΠ και πληθυσμού οδηγούν σε παρεμφερή αποτελέσματα, τα οποία θεωρούνται αξιόπιστα. Στην αξιολόγηση των Σεναρίων θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του μοντέλου της ΕΑΑ, ώστε να υπάρχει συμβατότητα με το μοντέλο που χρησιμοποιεί η χώρα προκειμένου να εκπληρώσει μια υποχρέωσή της προς τη Διεθνή Κοινότητα, αυτή της Απογραφής των Εκπομπών των Αερίων Θερμοκηπίου.

Αναφορικά με τη σύσταση των αποβλήτων, όπως προαναφέρθηκε, δεν επιχειρείται η πρόβλεψη της μεταβολής της, αλλά σε όλα τα σενάρια αυτή θεωρείται ότι παραμένει σταθερή, και ίδια με τη σύσταση του 1997 (τόσο για το σύνολο της χώρας όσο και για την Αττική). Η προσέγγιση αυτή επιλέχθηκε λόγω των προβλημάτων ανομοιογένειας και έλλειψης δεδομένων τα οποία, ειδικά στο θέμα της πρόβλεψης της εξέλιξης της σύνθεσης των αποβλήτων, θεωρούνται πολύ σημαντικά.

Πίνακας 6.1 Συντελεστές συσχέτισης, προβλεπόμενες ποσότητες ΑΣΑ και μέση ετήσια αύξησή τους (ΜΕΑ) σύμφωνα με τα μοντέλα: β) γραμμικό μοντέλο συσχέτισης της παραγωγής ΑΣΑ με την ιδιωτική κατανάλωση των νοικοκυριών, γ) πολυωνυμικό (2^{ου} βαθμού) μοντέλο συσχέτισης της παραγωγής ΑΣΑ με την ιδιωτική κατανάλωση των νοικοκυριών, δ) γραμμικό μοντέλο συσχέτισης της παραγωγής ΑΣΑ με το ΑΕΠ, και ε) γραμμικό μοντέλο συσχέτισης της παραγωγής ΑΣΑ με το ΑΕΠ και τον πληθυσμό.

Year	GDP (mil. € 2000)	Consumption expenditure of households (mil. € 2000)	Population	Wastes (t) Input Data	ONE PARAMETER			BOTH PARAMETERS	EAA forecasting model
					Consumption expenditure of households - Linear model	Consumption expenditure of households - Polynomial model	Regression with GDP	Regression with GDP and Population	
R2					0,9931	0,9931	0,9798	0,9931	
1990	97.718	69.310	10.206.078	3.000.000					3.090.061
1991	100.749	71.532	10.257.818	3.150.000					3.120.525
1992	101.452	73.192	10.371.425	3.200.000					3.274.266
1993	99.829	72.654	10.467.194	3.379.400	3.436.310	3.438.805	3.496.326	3.362.862	3.411.701
1994	101.826	74.119	10.554.757	3.524.200	3.537.612	3.538.585	3.575.480	3.516.801	3.557.084
1995	103.964	75.970	10.636.184	3.669.000	3.665.541	3.665.031	3.660.257	3.665.262	3.687.598
1996	106.416	77.799	10.711.014	3.813.800	3.791.994	3.790.495	3.757.470	3.810.874	3.816.221
1997	110.287	79.883	10.778.469	3.900.000	3.936.012	3.933.969	3.910.950	3.973.443	3.959.468
1998	113.997	82.691	10.836.924	4.100.000	4.130.145	4.128.348	4.058.038	4.121.020	4.114.401
1999	117.895	84.708	10.884.700	4.250.000	4.269.579	4.268.651	4.212.600	4.257.966	4.268.455
2000	123.173	86.436	10.919.633	4.450.000	4.389.045	4.389.323	4.421.875	4.403.867	4.414.054
2001	128.412	89.001	10.952.215	4.550.000	4.566.366	4.569.219	4.629.609	4.545.913	4.556.727
2002	133.250	91.779	10.989.826		4.758.372	4.765.069	4.821.421	4.687.068	4.703.733
2003	139.462	95.452	11.025.805		5.012.326	5.025.798	5.067.730	4.851.968	4.851.408
2004	145.273	98.632	11.064.015		5.232.167	5.253.055	5.298.131	5.012.267	5.001.511
2005	149.607	102.541	11.085.037		5.502.369	5.534.347	5.469.950	5.121.883	5.144.015
2006	155.101	105.868	11.123.112		5.732.349	5.775.480	5.687.794	5.276.031	5.294.252
2007	160.797	109.303	11.162.304		5.969.790	6.026.091	5.913.639	5.435.468	5.445.957
2008	166.703	112.849	11.199.921		6.214.935	6.286.597	6.147.777	5.596.756	5.597.849
2009	172.825	116.510	11.235.501		6.468.033	6.557.434	6.390.514	5.759.427	5.749.641
2010	179.172	120.280	11.268.717		6.729.342	6.839.061	6.642.168	5.923.197	5.901.093
2011	185.370	123.998	11.298.620		6.985.651	7.117.278	6.887.920	6.079.761	6.050.904
2012	191.783	127.820	11.325.706		7.249.860	7.406.119	7.142.175	6.236.627	6.199.917
2013	198.417	131.759	11.350.559		7.522.212	7.706.042	7.405.226	6.394.708	6.348.353
2014	205.282	135.821	11.371.793		7.802.960	8.017.525	7.677.377	6.552.310	6.495.355
2015	212.383	140.007	11.390.004		8.092.360	8.341.068	7.958.942	6.710.372	6.641.136
2016	218.348	143.629	11.404.592		8.342.764	8.623.028	8.195.454	6.842.201	6.785.237
2017	224.481	147.345	11.415.278		8.599.646	8.914.225	8.438.609	6.972.006	6.927.364
2018	230.786	151.157	11.422.409		8.863.174	9.215.001	8.688.593	7.100.336	7.067.590
2019	237.268	155.068	11.426.195		9.133.520	9.525.710	8.945.598	7.227.561	7.205.918
2020	243.932	159.080	11.427.043		9.410.860	9.848.722	9.209.822	7.354.316	7.342.487
MEA									
2001-2010					4,4%	4,6%	4,3%	3,0%	2,9%
2005-2010					4,1%	4,3%	4,0%	2,9%	2,8%
2010-2020					3,4%	3,7%	3,3%	2,2%	2,2%

6.4.3.2 Εκτιμώμενες ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων στην Αττική

Οι εκτιμώμενες ποσότητες ανά υλικό των παραγόμενων στερεών αποβλήτων και αυτών που οδηγούνται προς επεξεργασία και διάθεση παρουσιάζονται στον πίνακα 6.2. Σε όλα τα σενάρια έχει θεωρηθεί ότι επιτυγχάνονται οι ποσοτικοί στόχοι της Οδηγίας 2004/12/EK για την ανακύκλωση υλικών συσκευασίας για το 2011. Σημειώνεται ότι, για κάποια υλικά συσκευασίας, το ποσοστό ανακύκλωσής τους υπερκαλύπτει τον ελάχιστο στόχο της Οδηγίας (60% για το γυαλί, 60% για το χαρτί, 22.5% για πλαστικό, 50% για τα μέταλλα και 15% για το ξύλο) έτσι ώστε το 2011 να επιτυγχάνεται και ο ελάχιστος συνολικός στόχος ανακύκλωσης υλικών συσκευασίας (55%).

Πίνακας 6.2. Εκτιμώμενες ποσότητες (t) αστικών στερεών αποβλήτων στην Αττική

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ	ΣΤΕΡΕΩΝ	2007	2012	2017	2022	2027
Παραγόμενα		2,121,170	2,410,855	2,690,792	2,905,462	3,033,412
Οργανικά		986,344	1,121,048	1,251,218	1,351,040	1,410,537
Χαρτί & χαρτόνι		497,202	565,104	630,722	681,040	711,032
Πλαστικά		229,086	260,372	290,606	313,790	327,609
Μέταλλα		79,332	90,166	100,636	108,664	113,450
Γυαλί		72,544	82,451	92,025	99,367	103,743
Υφάσματα, ξύλο, λάστιχο, δέρμα		90,150	102,461	114,359	123,482	128,920
Αδρανή		75,938	86,309	96,330	104,016	108,596
Διάφορα Από τα οποία υλικά		90,574	102,944	114,897	124,063	129,527
συσκευασίας		480,792	546,453	609,905	658,563	687,564
Προς επεξεργασία/διάθεση		1,871,268	2,036,822	2,281,448	2,469,041	2,580,852
Οργανικά		986,344	1,121,048	1,251,218	1,351,040	1,410,537
Χαρτί & χαρτόνι		282,125	309,772	353,862	387,672	407,825
Πλαστικά		221,123	219,563	245,058	264,608	276,261
Μέταλλα		73,294	66,987	74,766	80,730	84,286
Γυαλί		52,134	28,207	31,482	33,994	35,491
Υφάσματα, ξύλο, λάστιχο, δέρμα		89,735	101,992	113,835	122,917	128,330
Αδρανή		75,938	86,309	96,330	104,016	108,596
Διάφορα		90,574	102,944	114,897	124,063	129,527
% ανακύκλωσης		11.8%	15.5%	15.2%	15.0%	14.9%
% ανακύκλωσης υλικών		37.5%	55.7%	55.7%	55.7%	55.7%
συσκευασίας Σύνολο υλικών						
Γυαλί		32.1%	75.0%	75.1%	75.1%	75.1%
Χαρτί & χαρτόνι		71.2%	80.0%	80.1%	80.1%	80.1%
Μέταλλα		14.8%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%
Πλαστικά		5.0%	22.5%	22.5%	22.5%	22.5%
Λοιπά		3.2%	3.2%	3.2%	3.2%	3.2%

Ο συνολικός βαθμός ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας, με βάση τα ποσοστά ανά υλικό που θεωρήθηκαν και που παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα, ανέρχεται σε **56% το 2011 (σήμερα εκτιμάται σε 33-34% περίπου)**. Η συνολική ανακύκλωση υλικών αυξάνεται ελαφρώς (από 11-12% σήμερα σε σχεδόν 16% την εξεταζόμενη περίοδο). Η αύξηση της ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας κατά σχεδόν 140.000 τόνους ετησίως απαιτεί σημαντική προσπάθεια από την πλευρά των δημοτών, αλλά και την αντίστοιχη υποδομή συλλογής και μεταφοράς.

Οι ποσότητες εισόδου και εξόδου στις μονάδες επεξεργασίας για τα διάφορα σενάρια παρουσιάζονται στον πίνακα 6.3.

Πίνακας 6.3. Ποσότητες στερεών αποβλήτων στην είσοδο και στην έξοδο των μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων στην Αττική (Λάλας κ.ά., 2007)

Σενάρια	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	2007	2012	2017	2022	2027
ΕΜΑΚ Λιπασίων ^[1]						
Σε όλα τα σενάρια	Τροφοδοσία (t)	448,950	448,950	448,950	448,950	448,950
	Παραγόμενο κομπόστ (t)	100,347	100,347	100,347	100,347	100,347
	Παραγόμενο RDF (t)	106,961	106,961	106,961	106,961	106,961
	Ανακτώμενα υλικά (t)	11,894	11,894	11,894	11,894	11,894
	Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ (t)	96,695	96,695	96,695	96,695	96,695
Θερμική αξιοποίηση με ανάκτηση ενέργειας ^[2]						
S1	Τροφοδοσία (t)		1,742,282	1,986,910	2,174,503	2,286,313
	Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ (t)		434,916	496,337	543,403	571,444
S2/RDF	Τροφοδοσία (t)		1,522,614	1,735,280	1,898,389	1,995,615
	Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ (t)		379,999	433,430	474,374	498,769
S2/SRF	Τροφοδοσία (t)		1,590,418	1,812,664	1,983,103	2,084,692
	Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ (t)		396,950	452,776	495,553	521,038
S4/RDF	Τροφοδοσία (t)		529,335	598,920	652,281	684,086
	Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ (t)		132,334	149,730	163,070	171,021
S4/SRF	Τροφοδοσία (t)		902,921	1,025,287	1,119,035	1,174,883
	Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ (t)		225,730	256,322	279,759	293,721
Μηχανική-Βιολογική Επεξεργασία ^[3]						
S2/RDF	Τροφοδοσία (t)		296,802	341,201	375,248	395,541
	Παραγόμενο κομπόστ (t)		39,451	45,191	49,588	52,207
	Παραγόμενο RDF (t)		77,134	89,571	99,134	104,843
	Ανακτώμενα υλικά (t)		8,871	10,161	11,150	11,739
	Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ (t)		72,115	82,608	90,646	95,434
S3/RDF	Τροφοδοσία (t)		1,635,322	1,879,948	2,067,541	2,179,352
	Παραγόμενο κομπόστ (t)		217,366	248,992	273,219	287,651
	Παραγόμενο RDF (t)		424,992	493,519	546,211	577,663
	Ανακτώμενα υλικά (t)		48,875	55,174	61,434	64,679
	Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ (t)		397,341	455,153	499,440	525,821
S4/RDF	Τροφοδοσία (t)		1,635,322	1,879,948	2,067,541	2,179,352
	Παραγόμενο κομπόστ (t)		217,366	248,992	273,219	287,651
	Παραγόμενο RDF (t)		422,374	491,958	545,319	577,124
	Ανακτώμενα υλικά (t)		48,875	55,986	61,434	64,679
	Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ (t)		397,341	455,153	499,440	525,821
Βιολογική Ξήρανση & Μηχανικός διαχωρισμός ^[3]						
S2/SRF	Τροφοδοσία (t)		296,802	341,201	375,248	395,541
	Παραγόμενο SRF (t)		144,938	166,955	183,848	193,920
	Ανακτώμενα υλικά (t)		9,307	10,661	11,699	12,317
	Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ (t)		45,933	52,616	57,735	60,785
S3/SRF	Τροφοδοσία (t)		1,635,322	1,879,948	2,067,541	2,179,352
	Παραγόμενο SRF (t)		798,578	919,887	1,012,965	1,068,461
	Ανακτώμενα υλικά (t)		51,281	58,742	64,457	67,862
	Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ (t)		253,079	289,901	318,109	334,912
S4/SRF	Τροφοδοσία (t)		1,635,322	1,879,948	2,067,541	2,179,352
	Παραγόμενο SRF (t)		794,095	915,961	1,009,392	1,065,073
	Ανακτώμενα υλικά (t)		51,281	58,742	64,457	67,862
	Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ (t)		253,079	289,901	318,109	334,912
ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ ^[4]						
S0		1,566,462	1,732,016	1,976,643	2,164,235	2,276,047
S1		1,566,462	531,611	593,032	640,097	668,138
S2/RDF		1,566,462	548,809	612,732	661,715	690,897
S2/SRF		1,566,462	539,577	602,086	649,982	678,518
S3/RDF		1,566,462	494,036	551,848	596,135	622,516
S3/SRF		1,566,462	349,774	386,596	414,804	431,607
S4/RDF		1,566,462	627,229	702,090	759,498	793,714
S4/SRF		1,566,462	576,364	643,430	694,855	725,504

6.4.3.3 Παραδοχές για την οικονομική αξιολόγηση των σεναρίων

Για την οικονομική αξιολόγηση των σεναρίων χρησιμοποιήθηκαν τα βασικά οικονομικά στοιχεία και παραδοχές ανά τεχνολογία επεξεργασίας που καταγράφονται στον παρακάτω Πίνακα 6.4.

Τα στοιχεία αυτά προέκυψαν μετά από επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας (DEFRA 2005a, DEFRA 2005b, DEFRA 2005c, Eunomia Research & Consulting 2002, Diaz et al. 2002,

ISWA 2006, Ecoprog GmbH and Fraunhofer UMSICHT 2006, Foth & Van Dyke and Associates 2004, ENVIROS 2005, Rand et al. 2000, The Chartered Institution of Wastes Management 2003) και των ελληνικών συνθηκών αγοράς ανακυκλωμένων υλικών και ηλεκτρισμού.

Πίνακας 6.4. Στοιχεία εισόδου και παραδοχές για την αξιολόγηση σεναρίων επεξεργασίας στερεών αποβλήτων (Λάλας κ.ά., 2007).

ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
■ <u>Κόστος επένδυσης ΧΥΤΑ</u> (χωρίς την αγορά γης και την εγκατάσταση ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου): 50 €/ t / έτος για ΧΥΤΑ μεγάλης δυναμικότητας (>800.000 t ετησίως), 158 €/ t / έτος για ΧΥΤΑ μικρής δυναμικότητας (της τάξης των 130-180.000 t ετησίως). ■ <u>Κόστος επένδυσης για ενεργειακή αξιοποίηση βιοαερίου</u>: 850 €/ kW για γεννήτρια και 43 €/ kW για ηλεκτρικό εξοπλισμό, 5% επιπλέον για προκαταρκτικές εργασίες, μελέτες κλπ. ■ <u>Κόστος Ο&Μ</u>: 13 €/ t ταφόμενων στερεών αποβλήτων (ΧΥΤΑ), 5% του κόστους επένδυσης για ενεργειακή αξιοποίηση βιοαερίου. ■ <u>Μέσο κόστος γης</u>: 27 - 52.000 - €/ στρέμμα (ανάλογα με την περιοχή) ■ <u>Τιμή πώλησης παραγόμενου ηλεκτρισμού από βιοαέριο</u>: 73 cents €/ kWh (με βάση το νέο Ν. 3468/2006 για ΑΠΕ και συμπαραγωγή).	■ <u>Κόστος επένδυσης</u> (χωρίς την αγορά γης): 500 - 700 €/ t / έτος για μονάδα μεγάλης δυναμικότητας (της τάξης των 450 - 600.000 t ετησίως) ■ <u>Κόστος Ο&Μ</u>: 8.8% του κόστους επένδυσης. ■ <u>Μέσο κόστος γης</u>: 52.000 - €/ στρέμμα (για την περιοχή της Φυλής) ■ <u>Τιμή πώλησης παραγόμενου ηλεκτρισμού</u>: 50 cents €/ kWh όταν η μονάδα χρησιμοποιεί RDF, 60 cents €/ kWh όταν η μονάδα χρησιμοποιεί SRF (καθώς έχει περισσότερα οργανικά και επομένως προσεγγίζει περισσότερο την περίπτωση του ηλεκτρισμού από βιοαέριο στο Ν. 3468/2006 και ο οποίος επιδοτεί την παραγόμενη kWh με 73 cents €).
ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΑΛΟΓΗ & ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ - ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ & ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΑΛΟΓΗ
■ <u>Κόστος επένδυσης</u> (χωρίς την αγορά γης): 220 €/ t □ έτος για μονάδα μεγάλης δυναμικότητας (της τάξης των 400.000 t ετησίως) ■ <u>Κόστος Ο&Μ</u>: 54 €/ t επεξεργαζόμενων στερεών αποβλήτων ■ <u>Μέσο κόστος γης</u>: 27 - 35.000 - €/ στρέμμα (ανάλογα με την περιοχή) ■ <u>Τιμές πώλησης κομποστ</u>: -7€/ t (δηλ. κόστος ώστε να διατεθεί για αποκαταστάσεις χώρων). ■ <u>Τιμές πώλησης RDF</u>: -20 €/ t (δηλ. κόστος ώστε να διατεθεί σε ενεργειακές/βιομηχανικές εγκαταστάσεις) στα σενάρια S0 και S3, μηδενική τιμή στα σενάρια S1 και S2. ■ <u>Τιμές πώλησης μετάλλων</u>: 300 €/ t για σιδηρούχα, 1000 €/ t για αλουμίνιο ■ <u>Τιμές πώλησης χαρτιού</u>: 35 €/ t (χαμηλότερη τιμή της αγοράς, λόγω ποιότητας) ■ <u>Τιμές πώλησης γυαλιού</u>: 30 €/ t (χαμηλότερη τιμή της αγοράς, λόγω ποιότητας) ■ <u>Τιμές πώλησης πλαστικού</u>: 80 €/ t (χαμηλότερη τιμή της αγοράς, λόγω ποιότητας)	

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Οι συνολικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που υπολογίστηκαν για την Αττική με βάση τα παραπάνω παρουσιάζονται στο σχήμα 7.1. Όπως φαίνεται από το σχήμα, το σενάριο S3 (τόσο η RDF όσο και η SRF εκδοχή) εμφανίζει καθαρό περιβαλλοντικό όφελος (μειώνει τις εκπομπές) σε σχέση με τα αέρια του θερμοκηπίου, με άλλα λόγια εκπέμπει λιγότερο από τις εκπομπές που μειώνει λόγω υποκατάστασης ενεργειακών μορφών (πετρελαιο, ηλεκτρισμός από το διασυνδεδεμένο δίκτυο). Στο σενάριο S3 προκύπτει καθαρό περιβαλλοντικό όφελος αναφορικά με τα αέρια θερμοκηπίου λόγω του ότι η μόνη δραστηριότητα που δημιουργεί εκπομπές είναι η καύση του RDF/SRF, όπου όμως από τα επιμέρους συστατικά τους (χαρτί, πλαστικό, και οργανικό κλάσμα για το SRF) μόνο για την καύση του πλαστικού ο συντελεστής εκπομπής CO₂ (με βάση τις Κατευθυντήριες Οδηγίες του IPCC - IPCC 1997) είναι μηδενικός. Συγχρόνως, η αξιοποίηση του RDF/SRF στη βιομηχανία/ηλεκτροπαραγωγή οδηγεί σε υποκατάσταση στερεών καυσίμων που έχουν υψηλούς συντελεστές εκπομπής CO₂.

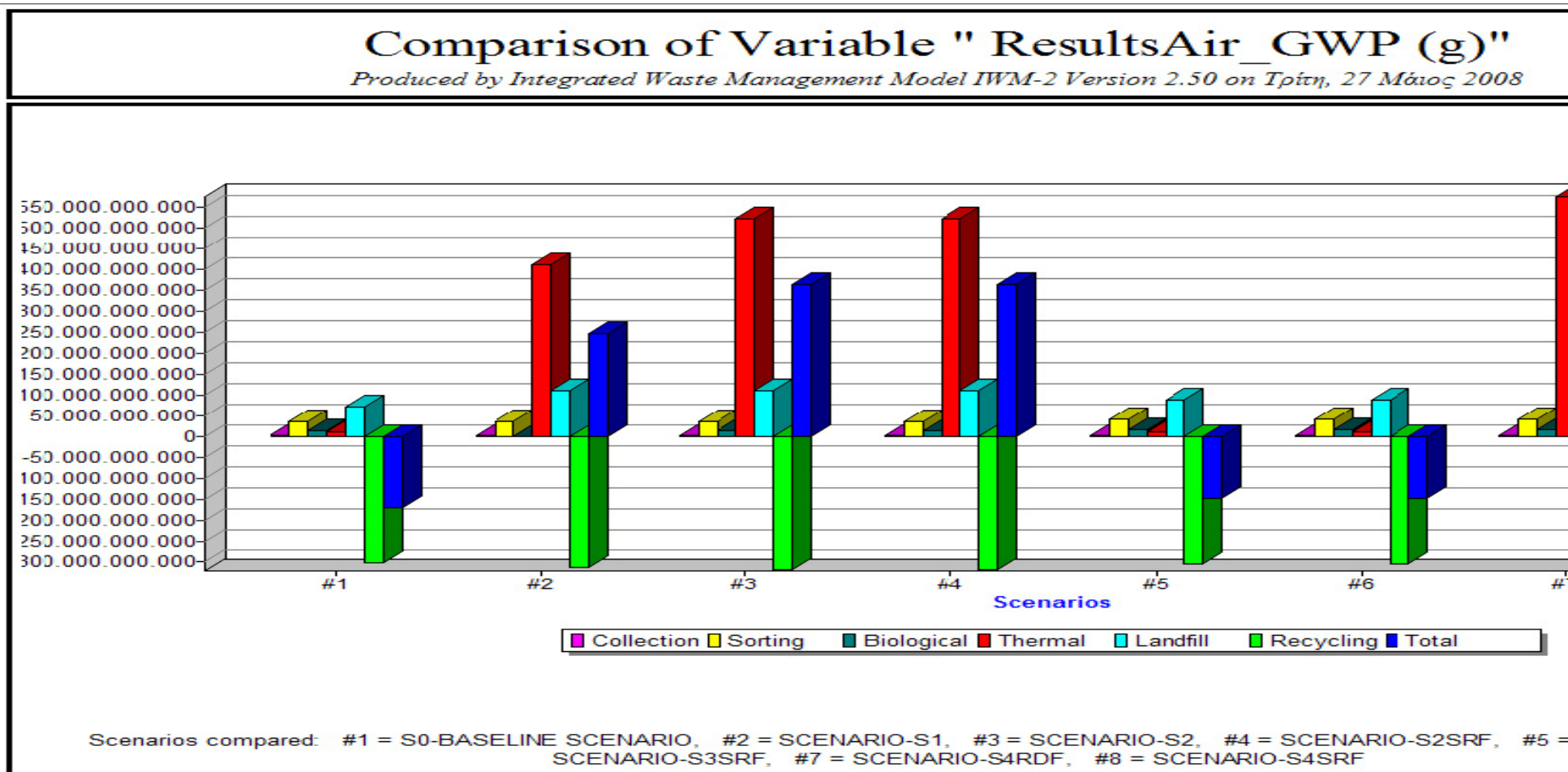
Τα σενάρια RDF έχουν υψηλότερες εκπομπές (ή μικρότερο όφελος για το S3) από τα σενάρια SRF λόγω του ότι (α) η καύση του RDF -είτε στη μονάδα θερμικής κατεργασίας είτε στη βιομηχανία/ηλεκτροπαραγωγή- συνεπάγεται υψηλότερες εκπομπές από του SRF, που περιέχει και οργανικό κλάσμα (με μηδενικό συντελεστή εκπομπής CO₂, βλ. παραπάνω), και (β) η μηχανική διαλογή - κομποστοποίηση παράγει περισσότερο και λιγότερο βιοσταθεροποιημένο υπόλειμμα και επομένως οδηγεί σε υψηλότερες εκπομπές κατά τη διάθεση στους ΧΥΤΥ.

Το σενάριο S2/RDF έχει υψηλότερες εκπομπές από το S1 γιατί παράγει λιγότερο ηλεκτρισμό (και επομένως έχει χαμηλότερο όφελος εκπομπών από την υποκατάσταση ηλεκτρισμού από το δίκτυο).

Πρέπει να σημειωθεί ότι η ποσότητα του παραγόμενου κομποστού στο σενάριο S3 είναι σημαντικά υψηλότερη από αυτή των υπόλοιπων σεναρίων (κατά μέσο όρο περίπου 350.000 τόνοι ετησίως), γεγονός που δημιουργεί αβεβαιότητα σε σχέση με το κατά πόσον θα είναι δυνατό να εξασφαλιστεί στην πράξη η ανεύρεση χώρων για την συστηματική (σε ετήσια βάση) αξιοποίηση της ποσότητας αυτής. Επιπλέον, το γεγονός ότι σε αυτό το σενάριο η ποσότητα του παραγόμενου RDF είναι σημαντικά μεγαλύτερη (περίπου 600.000 t ετησίως κατά μέσο όρο), ενώ συγχρόνως δεν υφίσταται μονάδα(ες) θερμικής επεξεργασίας που να το αξιοποιεί, καθιστά το σενάριο σχετικά «ευάλωτο» - τόσο λειτουργικά όσο και οικονομικά - σε σχέση με τον παράγοντα της διάθεσής του: η ποσότητα RDF που θα διατεθεί στους τελικούς χρήστες και η τιμή διάθεσής του θα επηρεάσει την οικονομικότητα του σεναρίου, ενώ σε περίπτωση μη

διάθεσής του θα πρέπει να οδηγηθεί αναγκαστικά σε ΧΥΤΥ μειώνοντας έτσι τον χρόνο ζωής του και καθιστώντας αναγκαία την επέκτασή του.

Για την εκτίμηση της γενικότερης εικόνας πρέπει να πραγματοποιηθεί ανάλυση ευαισθησίας, και αξιολόγηση των σεναρίων με ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια, κάτι το οποίο δεν προβλέπεται στο πρόγραμμα IWM-2. Το γεγονός ότι δεν αποτελεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα, συνδυαζόμενο με την όχι μεγάλη ευελιξία στην χρήση τοπικών δεδομένων, αποτελούν μειονεκτήματά του.



Εικόνα 7.1. Συνολικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (σε g ισοδ.CO₂) ανά σενάριο στην Περιφέρεια Αττικής και για χρονικό ορίζοντα 40 ετών (μέχρι το έτος 2047).

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ορθολογική διαχείριση των στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα παρόλη την πρόοδο τα τελευταία χρόνια δεν έχει ακόμη προχωρήσει σε ικανοποιητικό βαθμό ενώ συγχρόνως η πιθανότητα επίτευξης των νομικά δεσμευτικών σχετικών στόχων εντός των προθεσμιών που ορίζονται στις σχετικές Οδηγίες εξακολουθεί να παραμένει μικρή. Έτσι, διάφορες βασικές επιλογές βάσει των οποίων διαμορφώθηκαν στρατηγικές και επιλέχθηκαν δράσεις θα πρέπει να εξετασθούν εκ νέου στο πλαίσιο νέων δεδομένων τεχνολογικών, οικονομικών, νομικών και πολιτικών.

Βασικός στόχος αυτής της εργασίας ήταν η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής της Εγκατάστασης Διαχείρισης Απορριμμάτων Αττικής, η παροχή της αναγκαίας πληροφορίας και η ανάπτυξη ενός πλαισίου αξιολόγησης των επιλογών που είναι σήμερα διαθέσιμες για την αντιμετώπιση του προβλήματος της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, μέσω: (1) συγκέντρωσης στοιχείων, τεχνικών και οικονομικών, (2) εκτίμησης μεγεθών, (3) περιγραφής τεχνολογιών και κυρίως (4) μέσω μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης του συνολικού κόστους συνυπολογίζοντας εξωτερικά οφέλη και επιβαρύνσεις, ώστε να πραγματοποιηθεί μια ιεράρχηση των επιλογών.

Όλες οι εκτιμήσεις, τόσο από προηγούμενες μελέτες όσο και από αυτές στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, καταδεικνύουν την συνεχιζόμενη τάση αύξησης της ποσότητας των αποβλήτων και μάλιστα με σχετικά μεγάλα ποσοστά, της τάξης του 2.2-3% ετησίως για τα επόμενα 20 χρόνια, σε αντίθεση με μειωτικές τάσεις σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Αποτέλεσμα της τάσης αυτής είναι η αύξηση της ετήσιας παραγόμενης ποσότητας κατά περισσότερο από 45% μέχρι το 2020 σε σχέση με σήμερα. Αυτό βέβαια υπογραμμίζει την ανάγκη άμεσης επιλογής και εφαρμογής μεθόδων για την βέλτιστη διαχείριση και κατά το δυνατόν αξιοποίηση των αστικών αποβλήτων.

Είναι δεδομένο ότι η οποιαδήποτε στρατηγική αντιμετώπισης του προβλήματος δεν μπορεί παρά να περιλαμβάνει αναγκαστικά μέτρα μείωσης της παραγωγής στην πηγή. Η σχεδίαση συγκεκριμένων δράσεων και η εφαρμογή μέτρων μείωσης δεν αποτέλεσε αντικείμενο της παρούσας μελέτης. Εν τούτοις εκτιμάται ότι υπάρχουν σημαντικά περιθώρια μείωσης της παραγόμενης ποσότητας στην Ελλάδα αφού μέχρι στιγμής δεν έχει θεσμοθετηθεί κανένα μέτρο προς την κατεύθυνση αυτή. Έτσι η προσπάθεια μείωσης θεωρείται μεν δεδομένη, αλλά ακόμη και στην περίπτωση επιτυχούς υλοποίησης σχετικών προγραμμάτων, οι εκτιμήσεις, οι πληροφορίες και τα βασικά συμπεράσματα της μελέτης δεν επηρεάζονται σημαντικά.

Η εργασία θεώρησε επίσης δεδομένη την κατά το δυνατόν μεγαλύτερη προσπάθεια ανακύκλωσης υλικών στην πηγή, ειδικά αυτών που έχουν ήδη ανεπτυγμένο, έστω και σε

στοιχειώδη βαθμό, δίκτυο συλλογής και ωφέλιμο οικονομικό αντικείμενο όπως χαρτί, αλουμίνιο και σιδηρούχα μέταλλα.

Μία επιπλέον παράμετρος του γενικού προβλήματος, αυτή της αποκομιδής, δεν περιλαμβάνεται στο αντικείμενο της μελέτης ακριβώς επειδή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις τοπικές συνθήκες της όποιας περιφέρειας ορίσει κανείς για την εφαρμογή του σχεδίου διαχείρισης των αποβλήτων. Άλλωστε ο ορισμός αυτός της περιοχής εφαρμογής δεν μπορεί παρά να λάβει υπόψη του, πέραν των διοικητικών και κοινωνικών παραμέτρων, και τα προβλήματα αποκομιδής. Η αποκομιδή δημιουργεί με την σειρά της περιβαλλοντική επιβάρυνση το κόστος της οποίας, εξωτερικό μέχρι στιγμής, θα πρέπει να συνεκτιμηθεί όταν προχωρήσει η μελέτη εφαρμογής ολοκληρωμένου σχεδίου διαχείρισης, σε συνδυασμό με το σύνολο των άλλων οικονομικών στοιχείων κόστους, για την σωστή επιλογή μιας κατά το δυνατόν βέλτιστης λύσης.

Τέλος, η μελέτη δεν περιλαμβάνει στοιχεία για τον τρόπο που αντιμετωπίστηκε το μεγάλο θέμα της επίτευξης γενικής αποδοχής της χωροθέτησης των εγκαταστάσεων σε δήμους ή περιοχές άλλων χωρών. Οι αναγκαίες δράσεις της λεγόμενης κοινωνικής μηχανικής (social engineering) για την ενημέρωση, ανταλλαγή απόψεων και στοιχείων, και ζύμωση με συναινετικές διαδικασίες ώστε να προχωρήσει ανεμπόδιστα η υλοποίηση των έργων, πρέπει να αποτελέσουν και αυτά μέρος της σχεδίασης, αφού άλλωστε η διαβούλευση είναι πλέον υποχρεωτική σύμφωνα με την Ελληνική και Κοινοτική νομοθεσία.

Ένα πρώτο συμπέρασμα της μελέτης που προκύπτει αμέσως από την επισκόπηση των στοιχείων για την διαχείριση αποβλήτων από όλες τις χώρες της ΕΕ αλλά και τρίτες χώρες όπως ΗΠΑ και Ιαπωνία είναι η **μεγάλη διακύμανση των στοιχείων κόστους** και τιμολόγησης των υπηρεσιών, των τελών και των προϊόντων. Αυτό είναι αποτέλεσμα των τοπικών προτεραιοτήτων, των οικονομικών και των τοπικών τεχνικών υποδομών και δυσκολιών. Υπάρχουν ακόμη διαφορές τιμών και στον τεχνικό εξοπλισμό αφού δεν πρόκειται για τυποποιημένες μονάδες αλλά για εγκαταστάσεις που σχεδιάζονται και διαστασιοποιούνται για την διαχείριση στερεών αποβλήτων συγκεκριμένης ποσότητας και σύνθεσης, και για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. Σε μερικές περιπτώσεις αυτό εντείνεται και από τις διαφορές στην αξία γης ειδικά σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Έτσι είναι αναπόφευκτη η ανάλυση κάθε περίπτωσης ξεχωριστά ώστε να ληφθούν υπόψη σωστά οι τοπικές και ειδικές συνθήκες.

Δεύτερο συμπέρασμα που συνδέεται με το προηγούμενο είναι η σημασία **των όρων χρηματοδότησης της επένδυσης** για τις όποιες εγκαταστάσεις κριθούν αναγκαίες για την λειτουργία του συστήματος διαχείρισης. Το κόστος επένδυσης είναι γενικά υψηλό. Ειδικά για

την κατασκευή μονάδων MBE ή καύσης, το κόστος είναι πιθανόν διπλάσιο αυτού ενός ΧΥΤΑ. Επιπλέον παρουσιάζει μεγάλες αποκλίσεις, με αποτέλεσμα την πιθανή ανατροπή της ιεράρχησης επιλογών ανάλογα με την τελική τιμή κατασκευής που προσφέρεται. Επιβάλλεται, ως εκ τούτου, η διερεύνηση όλων των πηγών χρηματοδότησης, κρατικών, κοινοτικών και μεικτών με συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα ή της ΤΑ καθώς επίσης και η αξιοποίηση νέων χρηματοπιστωτικών εργαλείων.

Άμεσα συναφές θέμα είναι η τιμολόγηση των υπηρεσιών αποκομιδής και διάθεσης που θα πρέπει να επανεξετασθεί ώστε να ενσωματώσει διαφοροποιήσεις βασισμένες στην ποσότητα και τοπικές ιδιομορφίες με βάση την γενικά αποδεκτή αρχή του «ο ρυπαίνων πληρώνει». Σήμερα π.χ. το κόστος ταφής δεν τιμολογείται ορθολογικά και σε μερικές περιπτώσεις δεν λαμβάνεται καθόλου υπόψη. Το θέμα εντούτοις χρειάζεται πολύ μεγαλύτερη ανάλυση εξ αιτίας της σημασίας των τελών στους προϋπολογισμούς των ΟΤΑ αλλά και την επιμέρους ανάλυση των σχετικών δαπανών.

Τρίτο συμπέρασμα είναι η διαπίστωση της **διεθνούς αποδοχής της καύσης με ενεργειακή αξιοποίηση** σαν ισότιμη μέθοδο διαχείρισης των στερεών αποβλήτων και μείωσης της ποσότητας προς ταφή. Σήμερα όλες οι χώρες της ΕΕ-15 πλην Ιρλανδίας και Ελλάδας λειτουργούν μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας από αστικά στερεά απόβλητα, πολλές εκ των οποίων πολύ κοντά ή και μέσα στο κέντρο αστικών περιοχών. Υπάρχουν πλέον και εφαρμόζονται μέθοδοι/τεχνικές που διασφαλίζουν πλήρως την περιβαλλοντική ασφάλεια και την τήρηση των ορίων των αερίων εκπομπών το κόστος των οποίων συμπεριλαμβάνεται στην οικονομική εκτίμηση του κόστους των εγκαταστάσεων καύσης. Χώρες με αυστηρή περιβαλλοντική νομοθεσία και με αποτελεσματικούς μηχανισμούς ελέγχου επιτρέπουν την λειτουργία εγκαταστάσεων θερμικής επεξεργασίας αποβλήτων ακόμη και στα κέντρα μητροπολιτικών περιοχών και δήμων ενώ οι τελευταίες κοινοτικές οδηγίες επιβάλλουν αυστηρότερα κριτήρια.

Τέταρτο συμπέρασμα είναι η ανάγκη εξασφάλισης **διάθεσης των προϊόντων της μηχανικής-βιολογικής επεξεργασίας** και δευτερογενών καυσίμων (εδαφοβελτιωτικά, ανακυκλώσιμα, SRF, RDF) πέραν της ταφής. Αυτό απαιτεί μεγαλύτερη επεξεργασία και διαδικασίες τυποποίησης των προϊόντων και κατάλληλο σχεδιασμό ανάπτυξης αγορών ώστε να επιτευχθεί η αποδοχή των τόσο από τεχνικής όσο και από οικονομικής πλευράς. Τα οικονομικά στοιχεία κόστους για την μεγαλύτερη επεξεργασία, για την διάθεση σε εγκαταστάσεις που έχουν την δυνατότητα θερμικής εκμετάλλευσης ή για ταφή αν δεν υπάρξει άλλη συμφερότερη διάθεση θα πρέπει να συνεκτιμηθούν στην λήψη αποφάσεων επιλογής της πλέον συμφέρουσας λύσης.

Συνάμα, θα πρέπει εδώ να σημειωθεί και η ανάγκη άμεσης εξειδίκευσης της νομοθεσίας και αποσαφήνισης των ορισμών ανάκτησης και απόθεσης αλλά και βιοαποδομήσιμου υλικού. Οι ορισμοί αυτοί σε συνδυασμό με τις ρυθμίσεις που απορρέουν από σχετικές οδηγίες για την καύση, χρήση ΒΑΤ κλπ. θα πρέπει να διαμορφωθούν έτσι ώστε αφ ενός μεν να μην δημιουργούν διαδικαστικά προβλήματα και αφ ετέρου να βοηθούν στην αξιοποίηση ειδικά των SRF & RDF αλλά και των προϊόντων κομποστοποίησης, πάντα στο πνεύμα της πλήρους διαφύλαξης της υγείας των πολιτών.

Πέμπτο συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι υπάρχει **κατώτερο όριο μεγέθους** που προέρχεται από τεχνικούς περιορισμούς ειδικά σε εγκαταστάσεις καύσης (της τάξης των 200 τόννων την ημέρα) με αποτέλεσμα να απαιτείται προσεκτικός ορισμός της περιοχής που θα εξυπηρετεί μία εγκατάσταση ειδικά σε μία χώρα όπως η Ελλάδα με τις μικρές και απομονωμένες καθώς και νησιωτικές περιοχές. Ταυτόχρονα υπάρχουν και ανώτερα όρια που προέρχονται από την έλλειψη εμπειρίας με πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις και τις δυσκολίες και αυξημένο κόστος αποκομιδής/μεταφοράς.

Έκτο συμπέρασμα είναι η σημασία της **διερεύνησης των δεδομένων και στοιχείων** όλων των φάσεων και των δυνατών τεχνικών που είναι ώριμες και διαθέσιμες με στόχο την σχεδίαση ενός ολοκληρωμένου σχεδίου διαχείρισης των αποβλήτων μιας περιοχής, της οποίας ο ορθολογικός ορισμός των ορίων της δεν μπορεί παρά να αποτελεί μέρος του σχεδίου. Τα στοιχεία αυτά είναι καθοριστικής σημασίας στην εκτίμηση των δεικτών και κριτηρίων επιλογής της συμφέρουσας διάταξης και στην μετέπειτα σχεδίαση των εγκαταστάσεων και των λειτουργικών δομών. Είναι επίσης απαραίτητα στην μελέτη και διαπραγμάτευση των συμφωνιών για την διοίκηση και οικονομική πολιτική δασμών και τελών.

Ένα συναφές συμπέρασμα είναι η **έλλειψη επαρκών και αξιόπιστων** στοιχείων σε βάθος χρόνου αλλά και λεπτομέρειας (κυρίως σύσταση, ημερήσια παραγωγή και αποκομιδή ανά διαμέρισμα, πραγματική διάθεση, ποσοστά ανακύκλωσης) ακόμη και από ΟΤΑ ικανού μεγέθους με συγκροτημένες υπηρεσίες. Σε αρκετές περιπτώσεις τα στοιχεία δεν ήταν διαθέσιμα σε αξιοποιήσιμη μορφή, είτε γιατί δεν είχαν αρχειοθετηθεί είτε γιατί δεν υπήρχαν αρκετές πληροφορίες για την εκτίμηση της ακρίβειας των. Είναι προφανές ότι, ανεξάρτητα από τις μελλοντικές οποιεσδήποτε επιλογές σχεδιασμού, απαιτείται η έναρξη ή ενίσχυση των προγραμμάτων μέτρησης και αρχειοθέτησης των στοιχείων όπως μετρήσεις θερμογόνου δύναμης, στοιχειομετρική ανάλυση και πρωτόκολλα δειγματοληψίας σε τοπικό και εθνικό επίπεδο και η δημιουργία μιας προσβάσιμης, επίκαιρης και βιώσιμης σε βάθος χρόνου βάσης δεδομένων.

Ένα επιπλέον, έβδομο συμπέρασμα προκύπτει από το σύνολο των νομοθετικών ρυθμίσεων τόσο αυτών που ήδη αποτελούν νόμο του κράτους και της ΕΕ όσο και αυτών που βρίσκονται σε διάφορα στάδια επεξεργασίας/κύρωσης ειδικά στην ΕΕ, και είναι η **εξάντληση πλέον όλων των περιθωρίων για την εφαρμογή των διατάξεων**, κυρίως αυτών που απαγορεύουν την συνέχιση της λειτουργίας ΧΑΔΑ αλλά και ΧΥΤΑ πλέον, γεγονός που θα επισύρει πρόστιμο αρκετά μεγάλο ώστε να κάνει άμεσα αναγκαία την αναζήτηση δράσεων και την λήψη αποφάσεων σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Αυτό θα ενταθεί στο μέλλον αφού είναι δεδομένη η προσπάθεια για ενίσχυση της προστασίας του περιβάλλοντος και των πολιτών. Μία κωδικοποίηση της νομοθεσίας και νομολογίας αλλά και τα μέσα διάχυσης της θα βοηθούσαν σημαντικά προς την κατεύθυνση αυτή.

Όγδοο συμπέρασμα είναι ότι η **ενεργειακή αξιοποίηση** των αποβλήτων προς παραγωγή ενέργειας η οποία έχει ήδη αρχίσει με την αξιοποίηση του βιοαερίου από τους ΧΥΤΑ σε λίγες εγκαταστάσεις (Ν. Λιόσια, Ταγαράδες και άλλες εγκαταστάσεις όπως η Ψυτάλλεια) θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη είτε από μονάδες που λειτουργούν με την απευθείας καύση στους χώρους υγειονομικής ταφής είτε από υπάρχουσες μονάδες καύσης όπως η ΔΕΗ και οι τσιμεντοβιομηχανίες. Με την έμφαση που δίνεται τελευταία στην μείωση των εκπομπών ΑΦΘ (δες την μονομερή δέσμευση της ΕΕ για μείωση μέχρι το 2020, κατά τουλάχιστον 20% σε σχέση τις εκπομπές του) και την ταυτόχρονη ανάληψη υποχρεωτικού στόχου παραγωγής 20% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ΑΠΕ, η συνεισφορά από την ενεργειακή αξιοποίηση των αποβλήτων ή παραγώγων του, θα είναι τριπλή, άμεση παραγωγή ηλεκτρισμού από καύση, βοήθεια στην επίτευξη του στόχου των ΑΠΕ αφού αυξάνεται η σημασία και αξιοποίηση βιομάζας, και μείωση εκπομπών μεθανίου που είναι 21 φορές περισσότερο επιβαρυντικό από το CO₂. Στο πλαίσιο αυτό μάλιστα ίσως θα πρέπει να επαναξεστασθεί η αποσαφήνιση του νομικού πλαισίου ως προς την ένταξη των απορριμάτων που οδηγούνται προς ενεργειακή αξιοποίηση στην κατηγορία των ΑΠΕ, ειδικότερα δε όσον αφορά τα RDF / SRF.

Ένα τελευταίο συμπέρασμα είναι η ανάγκη **συνεκτίμησης του περιβαλλοντικού κόστους/οφέλους** στην αξιολόγηση των επιλογών για την καλύτερη διαχείριση των αποβλήτων. Με την χρήση τεχνικών που είναι γενικά πλέον αποδεκτές είναι δυνατή η αναγωγή των επιπτώσεων σε οικονομικά μεγέθη ώστε να είναι άμεσα συγκρίσιμα με τα άλλα μεγέθη που αφορούν επενδύσεις, λειτουργία, συντήρηση κλπ. Κάποιες από τις επιπτώσεις μπορεί να είναι και θετικές (όφελος) ενώ άλλες δεν λαμβάνονται υπόψη στις μέχρι τώρα θεωρήσεις, τουλάχιστο ποσοτικά. Η σημασία του περιβαλλοντικού κόστους στην διαμόρφωση της σειράς

προτίμησης των πιθανών επιλογών μεταβάλλεται σύμφωνα με τις τοπικές παραμέτρους, είναι μη αμελητέα και κατά περίπτωση μπορεί να είναι καθοριστική.

Θα πρέπει εδώ να επισημανθεί ότι η ευρωπαϊκή στρατηγική για τα απόβλητα όπως πλέον αποτυπώνεται και στο σχέδιο οδηγίας που αναμένεται να υιοθετηθεί μέχρι το τέλος του 2007, απαιτεί η επιλογή των σχεδίων διαχείρισης σε εθνικό και τοπικό επίπεδο να γίνεται με βάση την ανάλυση κύκλου ζωής, εργαλείο του οποίου είναι ο προσδιορισμός του περιβαλλοντικού κόστους.

Έχοντας υπόψη τον βασικό στόχο της μελέτης, δηλαδή την ανάλυση με ποσοτικά κριτήρια του ειδικού βάρους του περιβαλλοντικού κόστους (ή και πιθανού οφέλους) στην ιεράρχηση επιλογών για την αντιμετώπιση του προβλήματος της διαχείρισης, επιλέχτηκε η ευρύτερη περιοχή του Λεκανοπεδίου, μια περιοχή που ταλανίζεται από την συνεχή επιδείνωση των προβλημάτων διάθεσης των στερεών αλλά και των προϊόντων υγρών αποβλήτων. Τα αποτελέσματα ήδη παρουσιάστηκαν σε λεπτομέρεια σε προηγούμενα κεφάλαια. Συνοπτικά, με δεδομένη την ήδη υπάρχουσα κατάσταση όπως διαμορφώθηκε με τις σχετικές υπουργικές αποφάσεις και νόμους αλλά και τις επιταγές της Κοινοτικής νομοθεσίας, οι πιθανές λύσεις της αξιοποίησης των 3 θέσεων προς δημιουργία νέων χώρων υγειονομικής ταφής/διάθεσης σε συνδυασμό με μηχανική ή και με βιολογική επεξεργασία, με ή χωρίς καύση των αποβλήτων ή των προϊόντων της επεξεργασίας SRF-RDF, δεν διαφέρουν σημαντικά ώστε να έχει μία εξ αυτών των επιλογών σαφές προβάδισμα. Οι διαφορές είναι σχετικά μικρές (της τάξεως του +/- 15% του κόστους ανά τόνο αποβλήτων προς επεξεργασία). Η αλλαγή κάποιων από τις παραδοχές της μελέτης αλλάζει μεν την σειρά κατάταξης αλλά δεν μεγαλώνει την διαφορά μεταξύ των επιλογών ώστε κάποια να αναδειχθεί καθαρά η συμφέρουσα.

Το σενάριο υλοποίησης του υφιστάμενου σχεδιασμού, δηλαδή της κατασκευής των 3 ΧΥΤΑ και την λειτουργία του ΕΜΑΚ Λιουσίων είναι η «οικονομικότερη» λύση, πλην όμως περιλαμβάνει την λειτουργία ΧΥΤΑ για μη επεξεργασμένα απόβλητα. Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι δεν ικανοποιείται η κοινοτική νομοθεσία για την ανάκτηση υλικών, γεγονός που σίγουρα θα επιφέρει την καταδίκη και επιβολή προστίμου που θα την καταστήσει την λιγότερο οικονομική. Η φαινομενική υπεροχή της οφείλεται κυρίως στην ήδη υπάρχουσα επένδυση που έχει καταβληθεί τα προηγούμενα χρόνια.

Στην αξιολόγηση των άλλων εναλλακτικών σεναρίων, μεγάλη σημασία παίζουν ο τρόπος και οι όροι διάθεσης των προϊόντων της επεξεργασίας των ΑΣΑ (RDF, SRF και προϊόντα ανακύκλωσης), το είδος της θερμικής επεξεργασίας και αξιοποίησης της ενέργειας, το κόστος επένδυσης και το συνολικό περιβαλλοντικό κόστος (ή και όφελος).

Τα αποτελέσματα της συνεκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην ποιότητα του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος και του κλίματος της Γης, στην ρύπανση των υδατικών πόρων και του εδάφους και στην ποιότητα ζωής και της υγείας των κατοίκων της περιοχής, αλλά και τα πιθανά οφέλη από την σωστή ενεργειακή εκμετάλλευση που έχει σαν αποτέλεσμα την αποφυγή άλλων ρύπων, καταλήγουν σε προσανξήσεις της τάξεως του 50-60% του κόστους ανά τόννο για τον ισχύοντα σχεδιασμό που δεν περιλαμβάνει καθόλου καύση και μειώνεται δραστικά στο 1-2% για τα υπόλοιπα σενάρια ενώ για ένα από αυτά γίνεται αρνητικό (δηλαδή όφελος). Βασικός επιβαρυντικός παράγων είναι η υποβάθμιση της ποιότητας ζωής που αποτυπώνεται σε μια σχετικά μεγάλη τιμή για όλα τα σενάρια, και η οποία τριπλασιάζεται για την περίπτωση του ισχύοντα σχεδιασμού. Το κόστος αυτό αντισταθμίζεται από περίπου ισόποσο όφελος λόγω μείωσης είτε της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είτε των εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου. Για τον λόγο αυτό δεν ανατρέπεται η ιεράρχηση ακόμη και στην περίπτωση της αποδοχής υψηλών συντελεστών σχέσεων συγκεντρώσεων-επιπτώσεων στην υγεία (πάντα μέσα στα διεθνώς αποδεκτά όρια).

Το κύριο συμπέρασμα της ανάλυσης των εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης των στερεών αποβλήτων της Αττικής είναι η **ανάγκη αξιοποίησης συνδυασμού σύγχρονων μεθόδων επεξεργασίας**. Ο συγκεκριμένος συνδυασμός θα επιλεγεί αφού προσδιοριστούν και συμπεριληφθούν και οι όροι των σχημάτων χρηματοδότησης των αναγκαίων επενδύσεων. Η ανάλυση επίσης αναδεικνύει τη **σημασία της θερμικής επεξεργασίας με παραγωγή ενέργειας**, καθώς και την σημασία της **χρήσης εξελιγμένων μεθόδων λήψης αποφάσεων** που να έχουν την δυνατότητα συνεκτίμησης όλων των κρίσιμων παραμέτρων, μεταξύ των οποίων η χρηματοδότηση, το περιβαλλοντικό κόστος και η δυνατότητα διάθεσης των προϊόντων ανακύκλωσης και δευτερογενούς επεξεργασίας. Τέλος, αναδεικνύει την ανάγκη προεργασίας για την διατύπωση και αποδοχή των βασικών προδιαγραφών, για την επίτευξη προγραμματικών συμφωνιών και την συμμετοχή όλων των σχετικών φορέων.

Εν κατακλείδι

Συνεκτιμώντας όλα τα ανωτέρω αλλά και τα επιμέρους συμπεράσματα και στοιχεία της μελέτης, θα μπορούσε κανείς να διατυπώσει μία γενική πρόταση για την προσέγγιση του μεγάλου προβλήματος της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην χώρα μας. Η προτεινόμενη προσέγγιση θα πρέπει να περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τα εξής καίρια σημεία πέραν των τυπικών που αφορούν στις διαδικασίες δημοπράτησης, επίβλεψης και λειτουργίας των εγκαταστάσεων:

- Ορισμός περιοχής εφαρμογής του σχεδίου, που πιθανόν να απαιτεί επαναλαμβανόμενες

επανεκτιμήσεις σε συνδυασμό με αρχικά αποτελέσματα των επομένων φάσεων.

- Συμφωνία για την σύσταση ενός φορέα διαχείρισης με την συμμετοχή όλων των ΟΤΑ της περιοχής ο οποίος θα έχει την πολιτική κάλυψη, την θεσμική αρμοδιότητα με σωστά θεμελιωμένες εξουσιοδοτήσεις, την απαιτούμενη ευελιξία, την στελέχωση, την τεχνική υποδομή και τις οικονομικές υπηρεσίες.
- Συλλογή και αξιολόγηση στοιχείων παραγωγής από όλες τις πηγές
- Εξέταση, τόσο από τεχνικής όσο και από οικονομικής πλευράς, όλων των σύγχρονων τεχνολογιών χωρίς εκ των προτέρων αποκλεισμούς
- Ανάπτυξη σχεδίου μείωσης παραγωγής και διαλογής στην πηγή
- Επεξεργασία αποτελεσματικού σχεδίου αποκομιδής, που περιλαμβάνει πραγματικές εκτιμήσεις κόστους αλλά και περιβαλλοντικής επιβάρυνσης
- Διατύπωση εναλλακτικών λύσεων προς εξέταση
- Εκτίμηση του γενικευμένου κόστους των εναλλακτικών λύσεων που περιλαμβάνει και το περιβαλλοντικό (και μέχρι σήμερα εξωτερικό) κόστος
- Επιλογή μεθόδου αξιολόγησης που να συνεκτιμά στοιχεία οικονομικά, τεχνικά, κοινωνικά κ.α. και να περιλαμβάνει σε κατά το δυνατόν σαφείς ποσοτικούς δείκτες
- Διερεύνηση πηγών χρηματοδότησης των αναγκαίων επενδύσεων και εκτίμηση του κόστους του χρήματος
- Διαμόρφωση πολιτικής τιμολόγησης
- Επεξεργασία δράσεων πληροφόρησης του κοινού, διαβούλευσης και επίτευξης ευρείας, κατά το δυνατόν, αποδοχής της/των προτεινομένων λύσεων.

Πολλά από τα παραπάνω σημεία, όπως π.χ. η αποκομιδή, η επιλογή τιμολογιακής πολιτικής και τελών, τα κριτήρια και ο αλγόριθμος επιλογής, και οι πηγές χρηματοδότησης, χρειάζονται περαιτέρω ανάλυση και επεξεργασία που δεν ήταν δυνατή στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, όπως άλλωστε σημειώνεται στην αρχή, κυρίως επειδή εξαρτώνται από τοπικούς παράγοντες, χρονικές συγκυρίες και συνθήκες. Εντούτοις, παρουσίαση των περισσότερων θεμάτων περιλαμβάνεται σε επιμέρους κεφάλαια και για τα περισσότερα από αυτά, δίνεται η αναγκαία πληροφορία και πλαίσιο σε ικανοποιητικό βάθος και λεπτομέρεια ώστε να είναι σε θέση οι υπεύθυνοι φορείς να διαβουλεύονται τόσο με τον τεχνικό/επιστημονικό κόσμο όσο και με τους πολίτες, ατομικά ή συλλογικά μέσω τοπικών ΜΚΟ ή άλλων οργανώσεων. Αυτή άλλωστε

εκτιμάται ότι θα είναι και η σημαντικότερη συνεισφορά της μελέτης στην επίλυση προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι φορείς της τοπικής αυτοδιοίκησης.

Από τα προηγούμενα αναδεικνύεται η ανάγκη ολοκληρωμένης θεώρησης του προβλήματος διαχείρισης απορριμμάτων θέτοντας εθνικούς στόχους και λαμβάνοντας υπόψη τους υφιστάμενους σχεδιασμούς (που μπορεί να ξεπερνούν τα όρια νομών ακόμη και περιφερειών) και τα έργα που έχουν ήδη δρομολογηθεί. Ταυτόχρονα όμως θα πρέπει να συνεκτιμώνται όλες οι οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές συνιστώσες των προτεινόμενων λύσεων έτσι ώστε τελικά να επιλέγονται οι λύσεις που μεγιστοποιούν το κοινωνικό όφελος.

Άλλα επιμέρους τεχνικά σημεία που προέκυψε από την παρούσα μελέτη ότι χρήζουν περαιτέρω ανάλυσης περιλαμβάνουν:

- Παραμέτρους που επηρεάζουν το κόστος επενδύσεων, προϊόντων και υπηρεσιών στον ελληνικό χώρο ώστε να καθορίζουν την συμφερότερη λύση
- Προβλήματα εφαρμογής συγχρόνων μεθόδων σε απομονωμένες και νησιωτικές περιοχές
- Τα πιθανά σχήματα και τους όρους χρηματοδότησης
- Ανάλυση αγορών και ελαστικότητας ζήτησης προϊόντων ανακύκλωσης και αποδοχής SRF, RFD
- Πρόγραμμα συλλογής στοιχείων και ανάλυσης
- Δημιουργία λειτουργικής και δυναμικής βάσης δεδομένων
- Κωδικοποίηση νομοθεσίας/νομολογίας για τους ορισμούς και χρήση προϊόντων επεξεργασίας ΑΣΑ
- Προδιαγραφές για βελτιστοποίηση της ενεργειακής εκμετάλλευσης προϊόντων εγχωρίων ΑΣΑ
- Εξειδίκευση συναρτήσεων περιβαλλοντικών επιπτώσεων στον ελληνικό χώρο
- Ανάπτυξη μεθόδων ποσοτικοποίησης κοινωνικών παραμέτρων για χρήση σε αλγορίθμους λήψεων αποφάσεων

Η υλοποίηση ενός αποτελεσματικού προγράμματος διαχείρισης ΑΣΑ που είναι επιτακτική ανάγκη για την Αττική αλλά και για άλλες περιοχές της χώρας χρειάζεται την συνδρομή όλων των κοινωνικών εταίρων. Απώτερος στόχος της μελέτης είναι η συνεισφορά στην έγκυρη και τεκμηριωμένη πληροφόρηση των αιρετών και στελεχών των ΟΤΑ όλων των βαθμίδων, της κεντρικής πολιτικής ηγεσίας, των μέσων μαζικής ενημέρωσης, των μη-κυβερνητικών

οργανισμών που ενδιαφέρονται για την ποιότητα της ζωής και του φυσικού περιβάλλοντος και τέλος των πολιτών η συνεισφορά των οποίων είναι αυτή που τελικά θα δώσει την λύση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ARCHER E., BADDELEY A., KLEIN A., SCHWAGER J., WHITING K. (2005b). Mechanical-Biological Treatment: a guide for decision makers – processes policies and markets. Technical report by Juniper Consultancy Services Ltd. funded by SITA Environmental Trust and ASSURRE
- BILITEWSKI B., HARDTLE G., (1996). «Waste Management», Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG.
- BJÖRKLUND A., DALEMO M. and U. SONESSON (1999). Evaluating a municipal waste management plan using ORWARE, *Journal of Cleaner Production*, **7**, pp. 271-280.
- CHEREMINISOFF N.P. (2003). «Handbook of Solid Waste Management and Waste Minimization Technologies», Elsevier Science & Technology.
- EA (2002a). Processes and plant for waste composting and other aerobic treatment. R&D Technical Report P1-311/TR, David Border Composting Consultancy, Environment Agency, Bristol.
- ECOBILAN, www.ecobalance.com, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 10.3.2008.
- EMERYA, A., DAVIES, A., GRIFFITHS, A., WILLIAMS, K. (2007), Environmental and economic modelling: A case study of municipal solid waste management scenarios in Wales, *Resources, Conservation and Recycling* **49**,
- EPA (1995) Decision-Maker's Guide to Solid Waste Management, II, 8-39, EPA 530-R-95-023.
- EPA (2001). Innovative uses of compost. Bioremediation and pollution prevention
- ERIKSSON O., FROSTELL B., BJÖRKLUND A., ASSEFA G., SUNDQVIST J.-O., GRANATH J., CARLSSON M., BAKY A. and L. THYSELIOUS (2002). ORWARE-asimulation tool for waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, **36**, pp. 287-307.
- EUROPEAN COMMISSION (2005). Best Available Techniques for Waste Incineration. Reference Document, Institute for Prospective Technological Studies, Joint Research Centre, Seville.
- EUROPEAN COMMISSION DECISION 2000/532/EC replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes (European Waste Catalogue), Consolidated TEXT produced by the

CONSLEG system of the Office for Official Publications of the European Communities, CONSLEG: 2000D0532 -01/01/2002. available at: europa.eu.int/eurlex/en/consleg/main/2000/en_2000D0532_index.html.

- EUROPEAN COMMISSION, “Towards Sustainability,” Official Journal of European Communities, 1993, C 138, pp. 5-98.4.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) (2002): *Biodegradable municipal waste management in Europe, Part 1: Strategies and instruments*, Topic report 15/2001.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) (2003a): *EEA multilingual environmental glossary*. available at: http://glossary.eea.eu.int/EEAGlossary/H/household_waste
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA): *Glossary*. available at: glossary.eea.eu.int/EEAGlossary/searchGlossary.
- EUROPEAN PARLIAMENT (2000): *Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste*, Official Journal L332, 28/12/2000, p. 0091-0111. available at: http://europa.eu.int/eurlex/en/lif/reg/en_register_15103030.html
- EUROPEAN PARLIAMENT (2002): *Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)*, Official Journal L037, 13/02/2003, p. 0024-0039. available at: europa.eu.int/eurlex/en/lif/reg/en_register_15103030.html
- EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL (1994): *Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging waste*, Official Journal L365, 31/12/1994, p. 0010-0023. available at: http://europa.eu.int/eurlex/en/lif/reg/en_register_15103030.html
- EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL (2004): *Directive 2004/12/EC of 11 February 2004 amending Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste*, Official Journal L 47, 18/02/2004, p. 0026-0031. available at: europa.eu.int/eurlex/en/lif/reg/en_register_15103030.html
- EUROPEAN PARLIAMENT, “Resolution on the Communication from the Commission on the Review of the Community Strategy for Waste Management and the Draft Council Resolution on Waste Policy (COM(96)0399-C4-0453/96),” Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 1996, C 362, pp. 241.

- EUROPEAN TOPIC CENTRE ON WASTE AND MATERIAL FLOWS (ETC-WMF) (2003): *Preparing a waste management plan*, A methodological guidance note. available at: waste.eionet.eu.int/publications
- EUROPEAN UNION (EU) (2004): *Economic Forecasts*, Spring 2004.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the UN) (2004): Available at: faostat.fao.org/
- FISCHER, C., CROWE, M. (2000): *Household and municipal waste: Comparability of data in EEA member countries*, European Environment Agency, topic report No 3/2000, Copenhagen.
- FLAMME, S. (2002): *Energetische Verwertung von Sekundärbrennstoffen in industriellen Anlagen - Ableitung von Maßnahmen zur umweltverträglichen Verwertung*, Dissertation vom Fachbereich Bauingenieurwesen der Bergischen Universität - Gesamthochschule Wuppertal, Wuppertal. Available at: <http://elpub.bib.uniwuppertal.de/edocs/dokumente/fp11/diss2002/flammes;internal&action=buildframes.action>
- FORBES R. MCDUGALL AND PETER R. WHITE (1998). «The use of lifecycle inventory to optimise integrated solid waste management systems: a review of case studies», Global Technical Policy Department, Procter & Gamble. Paper presented at "Systems engineering models for waste management" International workshop in Göteborg, Sweden, 25 -26 February 1998. Available at <http://www.entek.chalmers.se/~josu/art-fmc.htm>
- GÜERECA L.P., GASSÓ S., BALDASANO J.M. and P. JIMÉNEZ-GUERRERO (2006). Life cycle assessment of two biowaste management systems for Barcelona, Spain. *Resources, Conservation and Recycling*, **49**, pp. 32-48.
- Handbook of Solid Waste Management (2002), McGraw-Hill Education - Europe.
- HEYER, K.-U., STEGMANN, R. (2001): *Leachate management: leachate generation, collection, treatment and costs*. available at: home.t-online.de/home/Karsten.Hupe/pdf/leachate.pdf
- HISCHIER R., WÄGER P. and J. GAUGLHOFFER (2005). Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective? The environmental impacts of the Swiss take-back and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE). *Environmental Impact Assessment Review*, **25**, pp. 525-539.

- HUIJBREGTS, M. (1999): *Life cycle impact assessment of acidifying and eu-trophying air pollutants*, Draft version, Interfaculty Department of Environmental Science. available at: www.leidenuniv.nl/interfac/cml/ssp/projects/lca2/report_mh_ias a2.pdf
- ISO/EN 14041 (1998): Environmental management – life cycle assessment- goal and scope definition and inventory analysis
- JENKINS, R.R., MARTINEZ, S.A., PALMER, K., PODOLSKY, M.J. (1999): The Determinants of Household Recycling: A Material Specific Analysis of unit Pricing and Recycling Program Attributes, Resources for the Future. available at: www.rtf.org
- JOHNKE, B. (2003): Emissions from Waste Incineration, in: *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*, Institute for Global Environmental Strategies. available at: www.ipccchgip.iges.or.jp/public/gp/bgp/5_3_Waste_Incineration.pdf.
- MCDUGALL F.R. (2001). Life Cycle Inventory Tools: Supporting the Development of Sustainable Solid Waste Management Systems. *Corporate Environmental Strategy*, **8**, pp. 142-147.
- MCDUGALL F.R., WHITE P., FRANKE M. and P. HINDLE (2001). Integrated Waste Management: A Life Cycle Inventory (2nd ed.), Blackwell Science, Oxford UK.
- Municipal Waste Management in Europe (2004), Kluwer Academic Publishers Group.
- ÖZELER D., YETIS Ü. and G.N. DEMIRER (2006). Life cycle assessment of municipal solid waste management methods: Ankara case study. *Environment International*, **32**, pp. 405-411.
- PICHEL J. (2005). «Waste Management Practices», Taylor & Francis Ltd.
- RDC-ENV. & PIRA INT. (2003): *Evaluation of costs and benefits for the achievement of reuse and recycling targets for the different packaging materials in the frame of the packaging waste directive 94/62/EC*. available at: europa.eu.int/comm/environment/waste/studies/
- REBITZER G., EKVALL T., FRISCHKNECHT, R., HUNKELER D., NORRIS G., RYDBERG T., SCHMIDT W.T, SUH S., WEIDEMA B.P. and A.W. PENNINGTON (2004). *Environment International*, **30**, 701.
- SKORDILIS A. (2004). Modelling of integrated solid waste management system in an island *Resources, Conservation and Recycling*, **41**, pp. 243-254.

- SOCIETY OF ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY AND CHEMISTRY (SETAC) (1991) A Technical Framework for Life Cycle Assessment
- TAN R., CULABA B.A. (2004) Environmental Life-Cycle Assessment: A tool for Public and Corporate Policy Development, De La Salle University, Manila
- TCHOBANOGLOUS G., THEISEN H., VIGIL S. (1993). "Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues", McGRAW-HILL International Editions.
- UDO DE HAES ET AL. (2002) *The conceptual structure of life-cycle impact assessment*, Pensacola, FL, USA: SETAC Press
- UNEP (1996). International Source Book on Environmentally Sound Technologies (ESTs) for Municipal Solid Waste Management. available at: www.unep.or.jp/ietc/ESTdir/Pub/MSW/SP/SP3/SP3_2.asp.
- WHITE P.R. (1995). «Integrated Solid Waste Management: a Lifecycle Inventory», BLACKIE ACADEMIC AND PROFESSIONAL Publ., Gr. Britain.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- HABERLE G., HABERLE H., DIETRICH T. (2003). «Έλεγχος ρύπανσης και διαχείριση αποβλήτων II», Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις.
- ΑΓΓΕΛΑΚΗΣ Α.Ν., ΤΣΟΜΠΑΝΟΓΛΟΥ Γ. (1995). «ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ – Φυσικά Συστήματα Επεξεργασίας και ανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση και διάθεση εκροών», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- ΑΜΠΕΛΙΩΤΗΣ Κ., Μ. ΓΕΩΡΓΙΟΠΟΥΛΟΥ και Γ. ΛΥΜΠΕΡΑΤΟΣ (2007). Η εφαρμογή της περιβαλλοντικής αξιολόγησης κύκλου ζωής στη διαχείριση των αποβλήτων. Πρακτικά: 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χημικής Μηχανικής, Μάιος, Αθήνα.
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Επεξεργασία αποβλήτων, Θεματολογικά δελτία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, Νομική βάση και στόχοι, http://www.europarl.eu.int/factsheets/4_9_4_el.htm.
- ΘΕΟΔΩΡΑΤΟΣ Π., ΚΑΡΑΚΑΣΙΔΗΣ Ν.Γ. (1997). «Υγιεινή, Ασφάλεια Εργασίας & Προστασία Περιβάλλοντος», Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ.

- ΚΟΛΛΙΑΣ Π. (1993). Απορρίμματα Αστικά & Βιομηχανικά: Συλλογή - Μεταφορά - Ανακύκλωση - Υγειονομική Ταφή - Λιπασματοποίηση - Καύση
- ΚΟΣΚΙΝΑΣ Κ., ΠΑΠΑΣΤΑΜΟΥ Σ., ΜΑΝΤΟΓΛΟΥ Σ., ΠΡΟΔΡΟΜΙΤΗΣ Γ., ΑΛΕΞΙΑΣ Γ. (2000). «Περιβάλλον και Αναβάθμιση της Ποιότητας Ζωής, Οι Κοινωνικές Αναπαραστάσεις του Περιβάλλοντος», Ελληνικά Γράμματα.
- ΚΥΡΚΙΤΣΟΣ Φ., ΠΕΛΕΚΑΣΗ Κ., ΧΡΥΣΟΓΕΛΟΣ Ν. (1995). «Μείωση Απορριμμάτων: Μια Στρατηγική για το Παρόν και το Μέλλον», Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης, WWF.
- ΛΑΛΑΣ Δ., ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΥ Ε., ΓΙΔΑΡΑΚΟΣ Ε., ΓΚΕΚΑΣ Ρ., ΛΑΖΑΡΙΔΗ Α., ΜΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ Α., ΜΟΙΡΑΣΓΕΝΤΗΣ Σ., ΣΕΛΛΑΣ Ν. (2007). «Εκτίμηση των Γενικευμένων Επιπτώσεων και Κόστους Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων», Ινστιτούτο Τοπικής Αυτοδιοίκησης, Αθήνα.
- ΛΩΛΟΣ Θ., ΤΣΟΜΠΑΝΙΔΗΣ Χ. ΚΑΙ ΛΩΛΟΣ Γ. (1995), Συγκριτική παρουσίαση μεθοδολογιών και αποτελεσμάτων ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης αστικών απορριμμάτων σε σχέση με τα υλικά συσκευασίας: Η Ελληνική εμπειρία, Συνέδριο Ανάκτησης Πρώτων Υλών και Ενέργειας από Υλικά Συσκευασίας, Αθήνα, 7-9 Ιουνίου, 1995, Οργάνωση ΥΠΕΧΩΔΕ/ΓΓΕΤ.
- ΜΑΛΛΙΑΡΟΣ Χρ., «Περιβάλλον – Ρύπανση – Τεχνικές Αντιρρύπανσης»,
- ΜΑΤΗΣ Κ, ΚΟΥΪΜΤΖΗΣ Θ. (1987). «Αρχές Τεχνολογίας Αντιρρύπανσης», Εκδόσεις ΖΗΤΗ.
- ΜΠΟΥΝΤΙΝΑΣ Κ., ΛΕΖΚΙΔΟΥ Μ. (2001). «Ανακύκλωση Πλαστικών Υλικών», Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ.
- ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Δ. (2002). «Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων», Εκδόσεις ΖΥΓΟΣ.
- ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ "ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ" - Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης
- ΠΕΡΠΑ (1980), Στερεά Απόβλητα, Τόμος Ω, Αθήνα.
- ΣΚΟΡΔΙΛΗΣ Α. (1997), Η θερμική επεξεργασία απορριμμάτων και RDF, Εκδ. ΚΟΣΜΟΣ
- ΣΚΟΡΔΙΛΗΣ Α. (1994). «Ανακύκλωση Υλικών Ι - Πλαστικό», Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ.
- ΣΚΟΡΔΙΛΗΣ Α., «Ανακύκλωση Υλικών ΙΙ - Γυαλί», Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ.
- ΣΚΟΡΔΙΛΗΣ Α. (2001). «Ελεγχόμενη Εναπόθεση Στερεών μη-επικίνδυνων Αποβλήτων», Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ.

- ΣΚΟΡΔΙΛΗΣ Α. (2002). «Εναλλακτική Διαχείριση Συσκευασιών», Εκδότης ΕΛΛΗΝ.
- ΣΚΟΡΔΙΛΗΣ Α. (1993). «Τεχνολογίες Διάθεσης Απορριμμάτων – Η Υγειονομική Ταφή», Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ.
- ΤΣΙΛΕΜΟΥ Κ., ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Δ., (2005), «Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση Συστημάτων Διαχείρισης Αστικών Αποβλήτων, Εγχειρίδιο για την πρόγνωση των αστικών αποβλήτων και την αξιολόγηση της βιωσιμότητας των συστημάτων διαχείρισής των», Εργαστήριο Οργάνωσης και Προγραμματισμού Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ξάνθη.
- ΧΛΕΠΑΣ Ν.Κ. – ΓΙΑΝΝΑΚΟΥΡΟΥ Γ. – ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Θ. (2004). «Διαχείριση Απορριμμάτων», εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα, Αθήνα – Κομοτηνή.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://www.lca-iwm.net/>

<http://www.defra.gov.uk/environment/waste>

<http://www.assurre.eu/>

<http://www.uest.gr/comwaste/>

<http://www.minenv.gr/5/57/g5704.html>

<http://www.minenv.gr/anakyklosi/>

<http://www.herrco.gr>

<http://www.eltepe.gr>

<http://www.ecoelastika.gr>

<http://www.edoe.gr>

<http://www.afis.gr>

<http://www.electrocycle.gr>

<http://www.minenv.gr/frame.html?12&0&6&http://www.minenv.gr/6/63/g6300.html>

<http://www.ecorec.gr>

<http://www.esdkna.org>

<http://www.epa.gov/epaoswer/osw/index.htm>

<http://www.epa.gov/recyclecity> και <http://www.epa.gov/epaoswer/osw/kids.htm>

<http://eelink.net>

<http://www.edf.org/issues/Recycling.html>

<http://www.grn.com>

<http://www.recycle.net>

<http://www.obviously.com/recycle>

<http://www.gvrd.bc.ca/waste/bro/swcomp1.html>

<http://www.compost.org>

<http://www.oldgrowth.org/compost>

<http://www.canadacomposting.com>

<http://www.kompogas.ch>

<http://www.geocities.com/RainForest/5002/index.html#ideas>

<http://www.solidwaste.org>

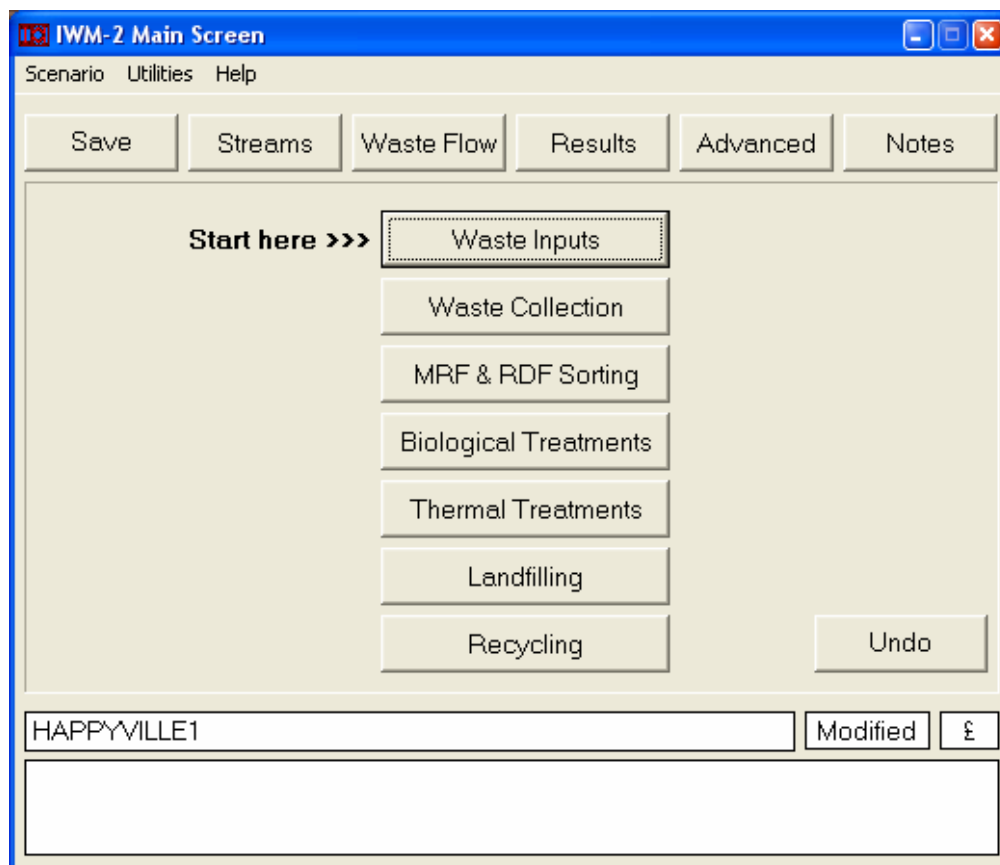
<http://www.plasticsresource.com>

<http://users.hsonline.net/kidatart>

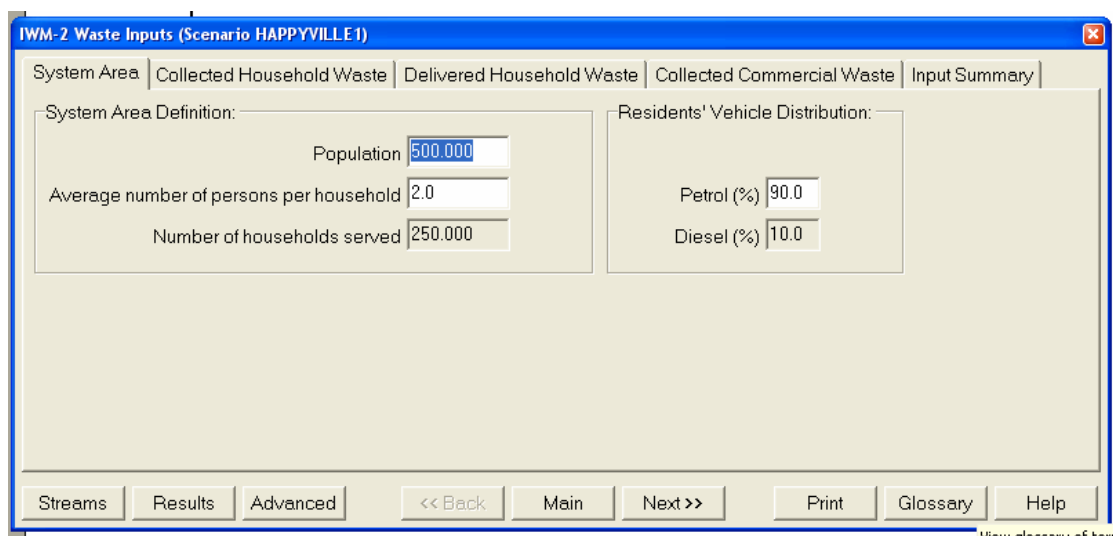
<http://www.iswa.org>

<http://www.residua.com>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ IWM-2



Το αρχικό παράθυρο ολόκληρου του προγράμματος. Διακρίνονται τα 7 κάθετα κουμπιά, κάθε ένα από τα οποία οδηγεί στο αντίστοιχο παράθυρο εισόδου των δεδομένων. Η είσοδος των δεδομένων ξεκινά από το πλήκτρο «Waste Inputs». Τα οριζόντια κουμπιά χρησιμοποιούνται για την πλοήγηση του χρήστη στο πρόγραμμα.



Το αρχικό παράθυρο “Waste Inputs”. Ο χρήστης δηλώνει τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό, τον αριθμό των ατόμων ανά νοικοκυριό και τον αριθμό των νοικοκυριών που εξυπηρετούνται. Επίσης δηλώνεται το είδος του καυσίμου των αυτοκινήτων των εξυπηρετούμενων κατοίκων με απώτερο σκοπό τον υπολογισμό των εκπομπών που παράγονται.

IWM-2 Waste Inputs (Scenario HAPPYVILLE1)

System Area: **Collected Household Waste** | Delivered Household Waste | Collected Commercial Waste | Input Summary

Household Waste Generation And Composition:

Amount generated (kg/person/year)

	Paper	Glass	Metal	Plastic	Textiles	Organics	Other	Total
Composition (% by weight)	37.0	9.0	7.0	10.0	2.0	19.0	16.0	100.0

Data Source:

Click the "Advanced" button to select an Energy Grid for this scenario

Detailed Metal Composition: (% by weight) Ferrous Non ferrous

Detailed Plastic Composition: (% by weight) Film Rigid

Streams Results Advanced << Back Main Next >> Print Glossary Help

Το δεύτερο παράθυρο “Waste Inputs”. Εδώ δηλώνεται η ημερήσια κατά κεφαλή παραγωγή στερεών αποβλήτων και η συστασή τους. Ο χρήστης δηλώνει επίσης την κατά βάρος κατανομή των μεταλλικών αποβλήτων (σε αυτά με βάση το σίδηρο) αλλά και των αντίστοιχων πλαστικών (είτε σε συμπαγή πλαστικά ή σε μορφή φιλμ).

IWM-2 MRF 8& RDF Sorting (Scenario HAPPYVILLE1)

MRF Sorting | cRDF Sorting | dRDF Sorting

MRF Sorting Stream:

	Paper	Glass	Ferrous metal	Non-fe metal	Film plastic	Rigid plastic	Textiles	Organics	Other
Plant input (tonnes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Residue (tonnes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Output (tonnes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Destination For Outputs:

	Paper	Glass	Metal	Plastic	Textiles
Recycling (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
PPDF burning (%)	0.0			0.0	

MRF Energy And Fuel Consumption:

Electrical (kWh/tonne input)	25.0
Diesel (litres/tonne input)	0.0
Natural gas (m3/tonne input)	0.0

Residue Treatment:

	Treatment (%)	Transport distance (km each way)	Transport cost (£/tonne)
Incineration	0.0	0	0
Landfill	100.0	0	0

Processing Costs: (£/tonne input)

Revenue From Sale Of Materials To Reprocessor:

	Paper	Glass	Ferrous metal	Non-fe metal	Film plastic	Rigid plastic	Textiles
(£/tonne)	0	0	0	0	0	0	0

Streams Results Advanced << Back Main Next >> Print Glossary Help

Το παράθυρο διαλόγου για τη μονάδα ανάκτησης υλικών (MRF). Βασικές παράμετροι εισόδου είναι α) το ποσοστό ανακύκλωσης για το κάθε υλικό και β) οι εισροές ενέργειας στη μονάδα ανάκτησης. Επίσης δηλώνεται το εάν τα υλικά μεταφέρονται προς άλλο σημείο καθώς επίσης και το εάν αποτεφρώνονται τα υπολείμματα.

IWM-2 Biological Treatments (Scenario HAPPYVILLE1)

Process Inputs | **Composting** | Biogasification

Composting Input And Presort:

	Paper	Glass	Ferrous metal	Non-fe metal	Film plastic	Rigid plastic	Textiles	Organics	Other
Plant input (tonnes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Presort recovery (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Presort residue (%)	2.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	2.5	100.0
Process input (tonnes)	0							0	

Composting Process:

Mass loss (%)* 50.0

Compost produced (tonnes) 0

Compost marketable (%) 0.0

Energy consumption (kWh/tonne of plant input) 30

* due to moisture loss and degradation. Range: 30% to 60%

Residue:

	Incineration	Landfill
Sorting residue treatment (%)	0.0	100.0
Compost residue treatment (%)	0.0	100.0
Transport distance (km each way)	0	0
Transport cost (£/tonne)	0.0	0.0

Revenue From Recovered Materials:

	Glass	Ferrous metal	Non-fe metal	Film plastic	Rigid plastic	Textiles
(£/tonne)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Costs:

Processing (£/tonne plant input) 0.0

Market price for compost (£/tonne) 0.0

Streams | Results | **Advanced** | << Back | Main | Next >> | Print | Glossary | Help

Αντιπροσωπευτικό παράθυρο για την εισαγωγή στοιχείων στην υπορουτίνα της κομποστοποίησης. Ο χρήστης ορίζει την απώλεια μάζας κατά τη διεργασία, το ποσοστό του compost που πωλείται καθώς επίσης και την κατανάλωση ενέργειας. Ο χρήστης επίσης καθορίζει τα ποσοστά ανάκτησης γυαλιού, μετάλλων και πλαστικού στη διεργασία που προηγείται της κομποστοποίησης.

IWM-2 Thermal Treatments (Scenario HAPPYVILLE1)

Process Inputs: Incineration Process #1 | Incineration Process #2 | RDF Burning | PPDF Burning

Incineration Input And Presort:

	Paper	Glass	Ferrous metal	Non-ferrous metal	Film plastic	Rigid plastic	Textiles	Organics	Other	Compost
Plant input (tonnes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Presort residue (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Process input (tonnes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Incineration Process:

Total process input (tonnes) 0

Calorific value of process input (GJ/tonne) 0.00

Gross efficiency of energy recovery (%)* 0.0

* if energy recovered as electricity only: range is 0-30%.
if recovered as electricity and steam: range is 0-90%.

Residues:

Ferrous metal recovery from bottom ash (%) 90.0

Bottom ash re-used (%) 0.0

Distance to non-hazardous waste landfill (km each way) 0

Distance to hazardous waste landfill (km each way) 0

Costs:

Incineration cost (£/tonne process input) 0

Market price for electricity (£/kWh) 0.000

Market price for bottom ash (£/tonne) 0.000

Transport cost to non-hazardous waste landfill (£/tonne) 0

Transport cost to hazardous waste landfill (£/tonne) 0

Streams Results Advanced << Back Main Next >> Print Glossary Help

Αντιπροσωπευτικό παράθυρο για την εισαγωγή στοιχείων στην υπορουτίνα της θερμικής επεξεργασίας και πιο συγκεκριμένα της αποτέφρωσης. Ο χρήστης ορίζει, μεταξύ άλλων την απόδοση ανάκτησης ενέργειας ως ηλεκτρισμό, το ποσοστό σιδηρομεταλλευμάτων στην τέφρα καθώς επίσης και τις αποστάσεις που διανύονται για τη μεταφορά των προϊόντων. Επίσης, τα ποσοστά ανάκτησης γυαλιού, μετάλλων και πλαστικού στη διεργασία διαχωρισμού που προηγείται της αποτέφρωσης.

IWM-2 Landfilling (Scenario HAPPYVILLE1)

Process Input | Transfer Station | Non-Hazardous Landfill Management & Costs | Hazardous Landfill Management & Costs

Energy Consumption:

Electrical energy consumption of landfill site (kWh/tonne input) 0.0

Diesel fuel consumption of landfill site (litres/tonne input) 0.6

Landfill Gas:

Landfill gas generated (Nm³) 25,900

Landfill gas collected (%) 0.0

Landfill gas released (%) 100.0

Energy recovered from gas (%) 0.0

Efficiency of electricity generation (%) 0.0

Market price for electricity (£/kWh) 0.000

Leachate:

Leachate generated (m³) 28

Leachate collected (%) 0.0

Leachate released (%) 100.0

Leachate treatment efficiency (%) 0.0

Efficiency of collection and treatment process (%) 0.0

Costs:

Transfer and transport cost of restwaste (£/tonne) 1.0

Landfill cost (£/tonne) 24.0

Streams Results Advanced << Back Main Next >> Print Glossary Help

Αντιπροσωπευτικό παράθυρο για την εισαγωγή οικονομικών στοιχείων στην υπορουτίνα της εδαφικής διάθεσης. Ο χρήστης δηλώνει τις ενεργειακές απαιτήσεις του ΧΥΤΑ, πληροφορίες

σχετικές με το βιοαέριο που παράγεται αλλά και ανακτάται αλλά και τις αντίστοιχες πληροφορίες για τα παραγόμενα διασταλάγματα.

IWM-2 Recycling (Scenario HAPPYVILLE1)

Recycling Processes:

	Paper	Glass	Ferrous metal	Non-fe metal	Film plastic	Rigid plastic	Textiles	Bottom Ash
Material available for recycling (tonnes)	0	0	0	0	0	0	0	0
FSW* avoided^ by recycling (%)	-19.8	2.9	5.7	98.6	9.2	18.4	0.0	0.0
FSW* savings due to recycling~ (tonnes)	0	0	0	0	0	0	0	0

* FSW = Final Solid Waste ^ A negative value indicates that FSW is created
~ Includes savings from avoided virgin material production

Compost Recycling Credits:

	By Composting	By Biogasification	Total
Marketable compost produced (tonnes)	0	0	0

Transport From Sorting Facility/Collection Bank To Reprocessing Plant:

	Paper	Glass	Ferrous metal	Non-fe metal	Film plastic	Rigid plastic	Textiles	Bottom Ash
Distance (km each way)	0	0	0	0	0	0	0	0

Recycling Costs:

	Paper	Glass	Ferrous metal	Non-fe metal	Film plastic	Rigid plastic	Textiles	Bottom Ash
Transport costs (£/tonne input)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Process costs (£/tonne recycled)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recycled price (£/tonne recycled)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

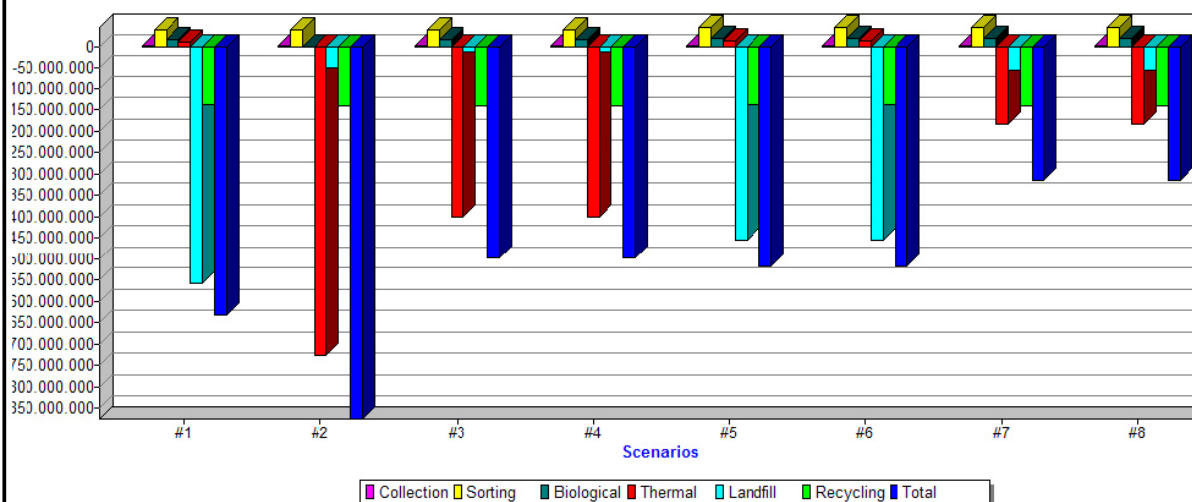
Streams Results Advanced << Back Main Next >> Print Glossary Help

Αντιπροσωπευτικό παράθυρο για την εισαγωγή στοιχείων στην υπορουτίνα της ανακύκλωσης. Ο χρήστης δηλώνει το ποσοστό στερεών αποβλήτων που αποφεύχθηκε λόγω της ανακύκλωσης για κάθε κατηγορία υλικού. Επίσης δηλώνεται η απόσταση που διανύεται από τη μονάδα μηχανικής διαλογής μέχρι τη μονάδα επεξεργασίας των ανακτημένων υλικών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ IWM-2

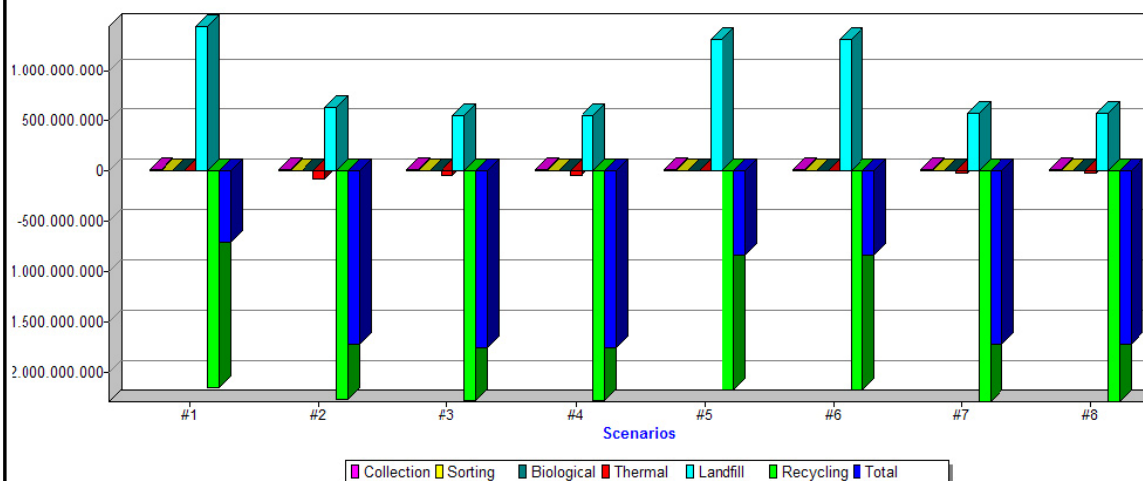
Comparison of Variable "ResultsAir_Particates (g)"

Produced by Integrated Waste Management Model IWM-2 Version 2.50 on Τρίτη, 27 Μάιος 2008



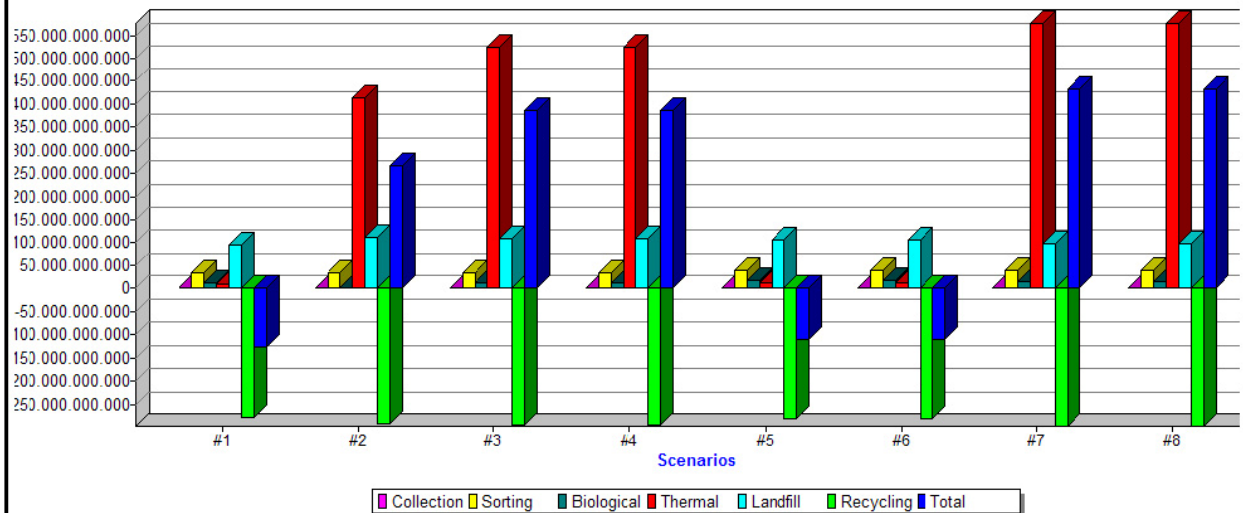
Comparison of Variable "ResultsAir_CO (g)"

Produced by Integrated Waste Management Model IWM-2 Version 2.50 on Τρίτη, 27 Μάιος 2008



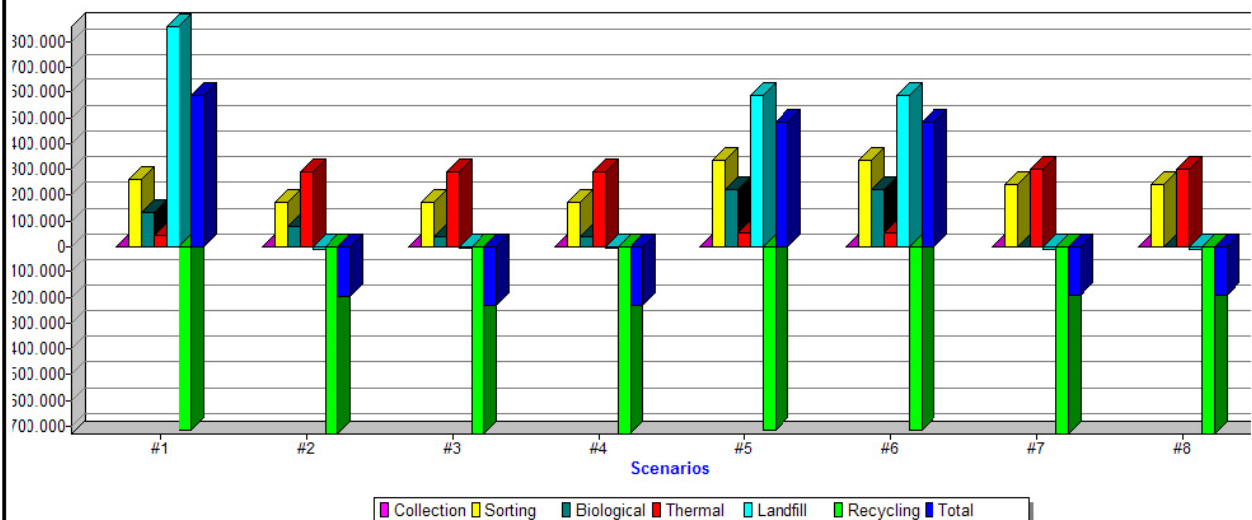
Comparison of Variable "ResultsAir_CO2 (g)"

Produced by Integrated Waste Management Model IWM-2 Version 2.50 on Τρίτη, 27 Μάιος 2008



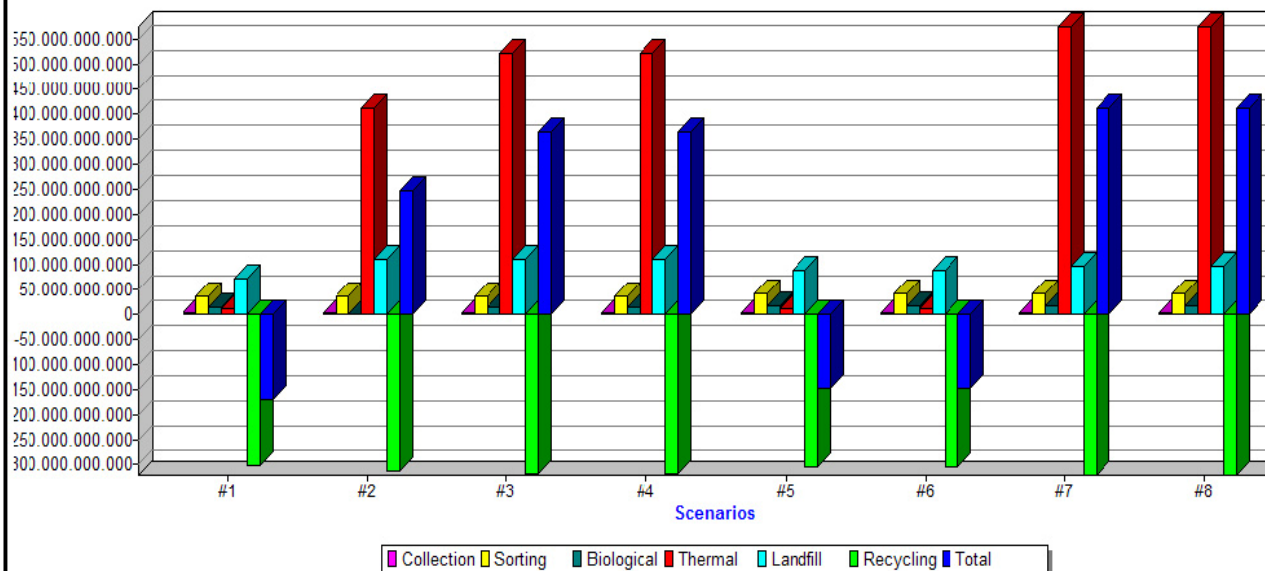
Comparison of Variable "ResultsFSW_Total (tonnes)"

Produced by Integrated Waste Management Model IWM-2 Version 2.50 on Τρίτη, 27 Μάιος 2008



Comparison of Variable "ResultsAir_GWP (g)"

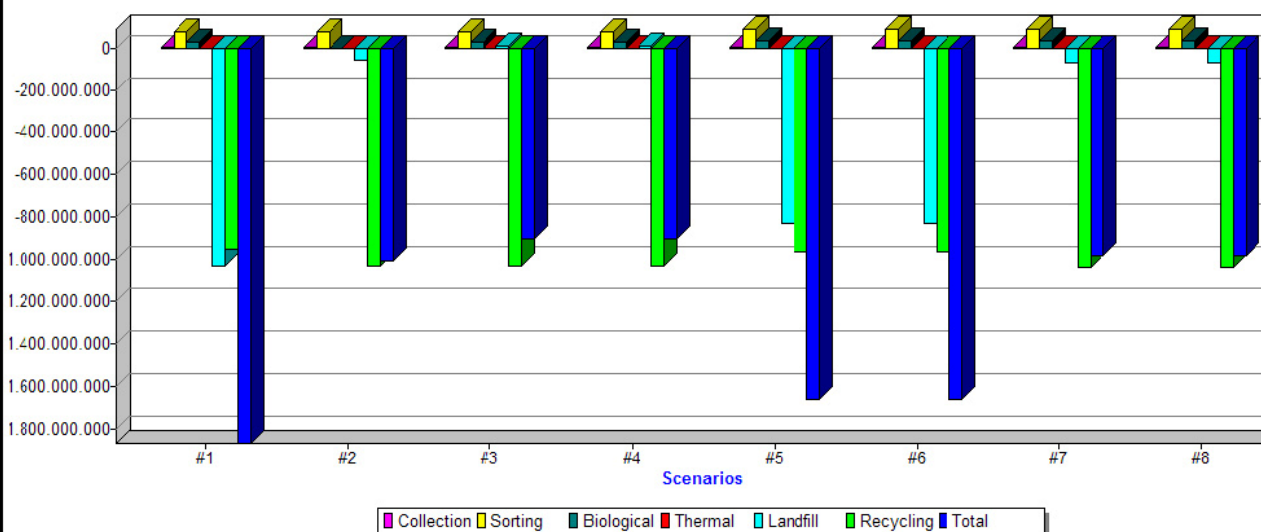
Produced by Integrated Waste Management Model IWM-2 Version 2.50 on Τρίτη, 27 Μάιος 2008



Scenarios compared: #1 = S0-BASELINE SCENARIO, #2 = SCENARIO-S1, #3 = SCENARIO-S2, #4 = SCENARIO-S2SRF, #5 = SCENARIO-S3, #6 = SCENARIO-S3SRF, #7 = SCENARIO-S4RDF, #8 = SCENARIO-S4SRF

Comparison of Variable "ResultsAir_CH4 (g)"

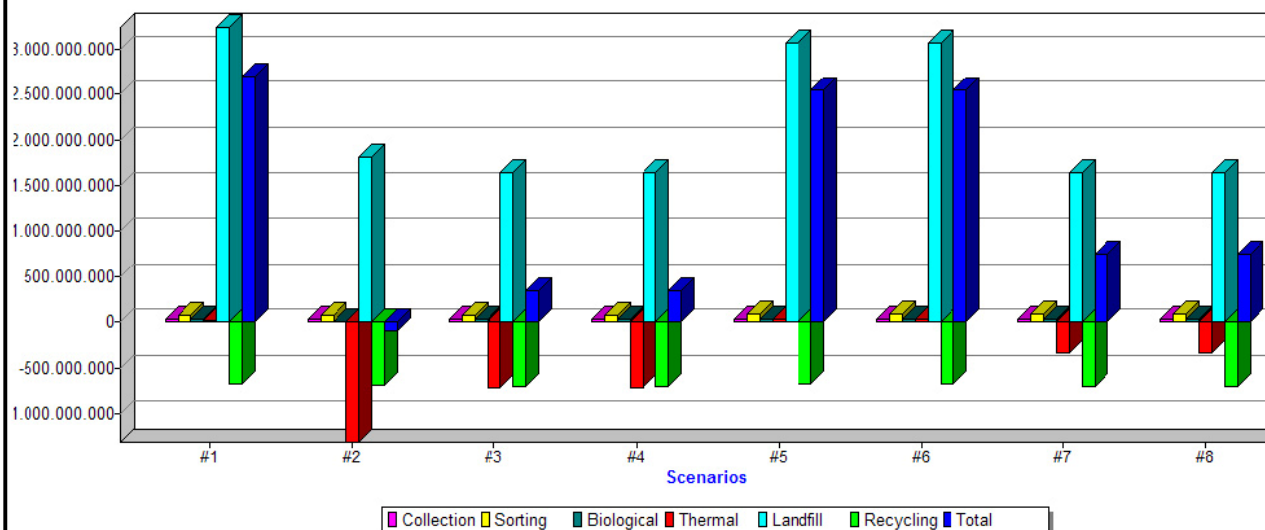
Produced by Integrated Waste Management Model IWM-2 Version 2.50 on Τρίτη, 27 Μάιος 2008



Scenarios compared: #1 = S0-BASELINE SCENARIO, #2 = SCENARIO-S1, #3 = SCENARIO-S2, #4 = SCENARIO-S2SRF, #5 = SCENARIO-S3, #6 = SCENARIO-S3SRF, #7 = SCENARIO-S4RDF, #8 = SCENARIO-S4SRF

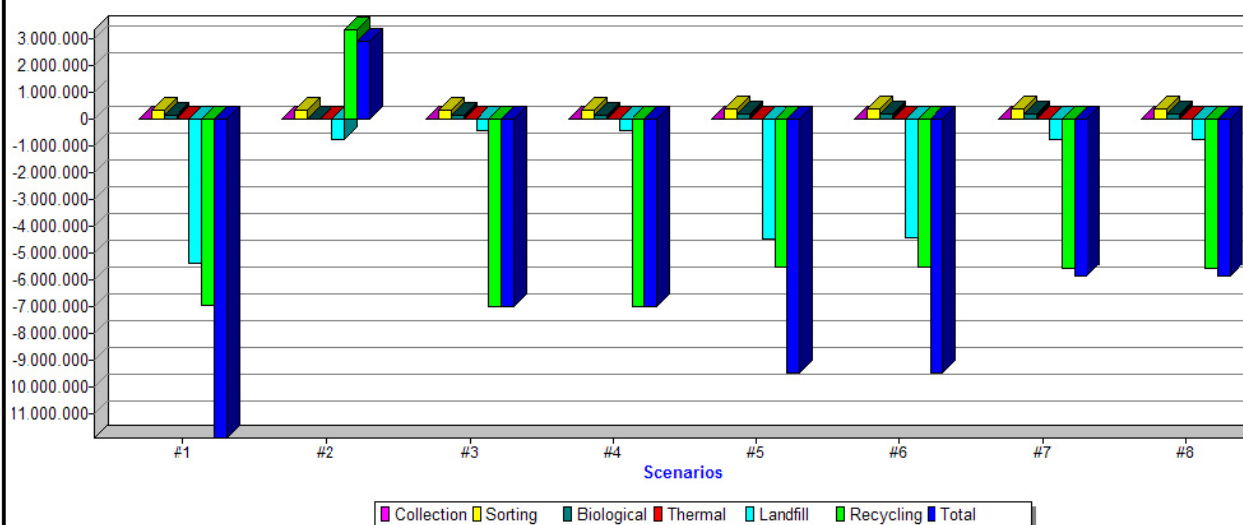
Comparison of Variable "ResultsAir_NOx (g)"

Produced by Integrated Waste Management Model IWM-2 Version 2.50 on Τρίτη, 27 Μάιος 2008



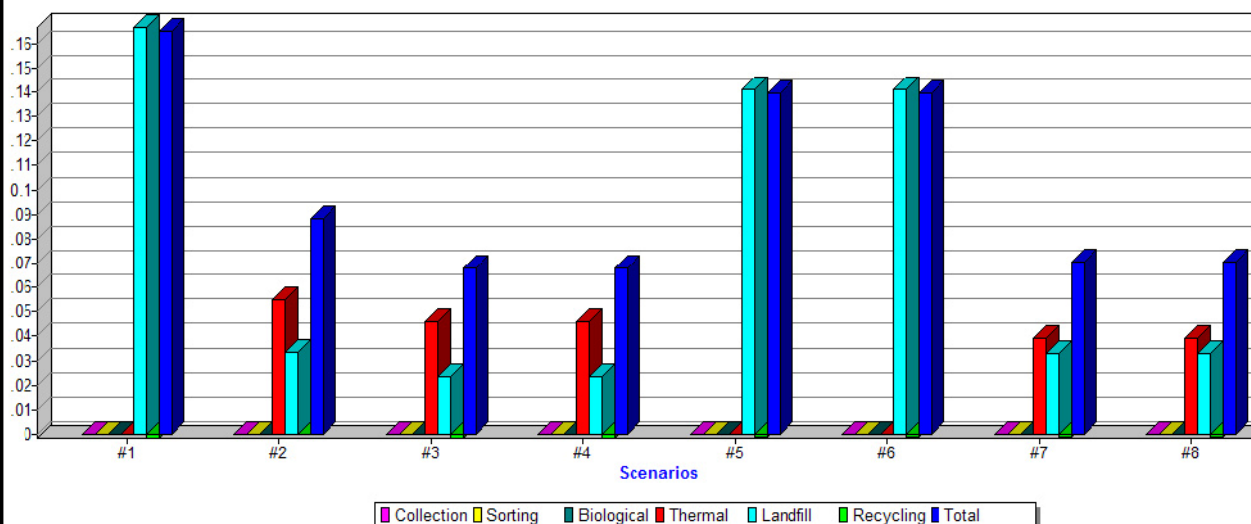
Comparison of Variable "ResultsAir_N2O (g)"

Produced by Integrated Waste Management Model IWM-2 Version 2.50 on Τρίτη, 27 Μάιος 2008



Comparison of Variable " ResultsAir_Dioxins/Furans (g)"

Produced by Integrated Waste Management Model IWM-2 Version 2.50 on Τρίτη, 27 Μαΐος 2008



Scenario: S0-BASELINE SCENARIO

Results: Air Emissions

Produced by Integrated Waste Management Model IWM-2 Version 2.50 on Τρίτη, 27 Μαΐος 2008

	Units	Collection	Sorting	Biological	Thermal	Landfill	Recycling	Total
Particulates	g	559.440	39.334.162	15.187.043	11.266.454	-558.898.807	-138.065.135	-630.616.842
CO	g	7.446.600	4.525.356	1.890.082	1.296.194	1.436.052.887	-2.152.041.365	-700.830.245
CO2	g	1.357.020.000	33.318.421.983	12.891.100.955	9.543.370.381	94.733.211.724	-279.652.407.242	-127.809.282.198
CH4	g	1.651.860	78.722.407	30.405.264	n/a	-1.027.423.442	-952.251.141	-1.868.895.051
NOx	g	24.418.800	71.204.913	27.945.288	20.395.169	3.235.622.866	-678.153.577	2.701.433.459
GWP	g	1.391.719.220	35.070.301.849	13.567.696.509	9.543.370.381	71.500.354.847	-301.810.963.550	-170.737.520.744
N2O	g	33	318.417	122.855	n/a	-5.345.047	-6.971.879	-11.875.621
SOx	g	2.044.980	175.682.570	67.822.810	50.320.626	-2.575.952.341	-1.665.570.511	-3.945.651.866
HCl	g	2.775	5.932.738	2.289.070	1.699.310	-96.714.383	486.958	-86.303.533
HF	g	0	580.461	223.958	n/a	-9.757.587	383.609	-8.569.558
H2S	g	Zero	Zero	Zero	n/a	68.756	-69.299	-543
TotalHC	g	Zero	Zero	Zero	n/a	12.501.090	Zero	12.501.090
ChlorinatedHC	g	Zero	0	0	n/a	2.083.511	Zero	2.083.512
Dioxins/Furans	g	Zero	Zero	Zero	Zero	0	-0	0
Ammonia	g	0	89.704	34.610	n/a	-1.511.379	22.460.303	21.073.238
Arsenic	g	Zero	Zero	Zero	Zero	Zero	-720.514	-720.514
Cadmium	g	Zero	694	268	199	-11.657	-13.124	-23.620
Chromium	g	Zero	Zero	Zero	Zero	0	5.129	5.129
Copper	g	Zero	Zero	Zero	Zero	Zero	27.696	27.696
Lead	g	0	7.130	2.751	2.042	-119.914	1.043.984	935.993
Manganese	g	0	3.076	1.187	n/a	-51.747	Zero	-47.484
Mercury	g	Zero	938	362	269	-15.748	318	-13.862
Nickel	g	1	44.472	17.159	12.738	-747.592	-213.800	-887.022
Zinc	g	0	9.994	3.856	2.863	-167.873	-16.867	-168.027

Πίνακας. Παραγωγή βιοαερίου σε ΧΥΤΑ (IWM-2)

Waste Fraction	Landfill Gas Production Nm ³ /tonne (wet material)	Data Type	Source
MSW	372	Theoretical calculation	Gendebien et al., 1991
MSW	229	Theoretical calculation	Ehrig, 1991
MSW	270	Calculated from Italian data	Ruggeri et al., 1991
MSW	120 - 160	Laboratory scale experiments	Ehrig, 1991
MSW	190-240	Measured at landfills	Ham et al., 1979
MSW	60-180	Measured at landfills	Tabasaran, 1976
MSW	222	Mean UK landfill yield	Richards and Aitchison, 1991
MSW	135	Estimated average	IFEU, 1992
MSW	200	Estimated average	de Baere et al, 1987
MSW	100-200	Estimated average	Carra and Cossu, 1990
Food waste	191-344	Laboratory scale experiment	Ehrig, 1991
Grass	176	Laboratory scale experiment	Ehrig, 1991
Newspaper	120	Laboratory scale experiment	Ehrig, 1991
Magazines	100-225	Laboratory scale experiment	Ehrig, 1991
Cardboard	317	Laboratory scale experiment	Ehrig, 1991
Composted MSW	133	Laboratory scale experiment	Ehrig, 1991
Composted organic fraction	176	Laboratory scale experiment	Ehrig, 1991

**Πίνακας. Σύσταση στραγγισμάτων, υπολειμμάτων κομποστοποίησης- συμπυκνωμάτων
βιοαερίου (IWM-2)**

Component	MSW Restwaste	Compost/biogas residues	MSW bottom ash
Aluminium	2.4	2.4	.024
Ammonium	210	10	.06
Antimony	.066	.051	.051
Arsenic	.014	.007	.001
Beryllium	.0048	.0048	.0005
Cadmium	.014	.001	.0002
Chlorine	590	95	75
Chromium	.06	.05	.011
Copper	.054	.044	.06
Fluorine	.39	.14	.44
Iron	95	1.0	.1
Lead	.063	.012	.001
Mercury	.0006	.00002	.001
Nickel	.17	.12	.0075
Zinc	.68	.3	.03
AOX	2.0	.86	.011
BOD	1900	1900	24
1,1,1 trichloroethane	.086	.0086	.00086
1,2-dichloroethane	.01	.001	.0001
2,4-dichloroethane	.13	.065	.0013
Benzo (a) pyrene	.00025	.00013	.0000025
Benzene	.037	.0037	.00037
Chlorobenzene	.007	.0035	.00007
Chloroform	.029	.0029	.00029
Chlorophenol	.00051	.00025	.0000051
Dichloromethane	.44	.044	.0044
Dioxins/Furans (TEQ)	.32ng	.16ng	.0032ng
Endrin	.00025	.00013	.0000025
Ethylbenzene	.058	.029	.00058
Hexachlorobenzene	.0018	.00088	.000018
Isophorone	.076	.038	.00076
PCB	.00073	.00036	.0000073
Pentachlorophenol	.045	.023	.00045
Phenol	.38	.1	.005
Tetrachloromethane	.2	.02	.002
Toluene	.41	.041	.0041
Toxaphene	.001	.0005	.00001
Trichloroethene	.043	.0043	.00043
Vinyl chloride	.04	.004	.0004

Πίνακας. Εκπομπή αερίων κατά την καύση αστικών στερεών αποβλήτων, RDF και πλαστικού/χαρτιού (IWM-2)

Separated paper and plastic.

	Municipal Solid Waste (g/tonne burned)	Municipal Solid Waste (g/tonne burned)	Refuse Derived Fuel (RDF) (g/tonne burned)	Paper / Board (g/tonne burned)	Plastic (no PVC) (g/tonne burned)
Source	IFEU (1992) ¹	EC Directive 89/369/EEC (1989) ²	Hickey and Rampling, (1989) ³	Habersatter (1991) ⁴	Habersatter (1991) ⁴
Particulates		150	1710	20	50
CO		500	347	400	1250
CO ₂			1,421,000		
CH ₄					
NO _x	500		2019	1600	5000
N ₂ O					
SO _x	125	1500	5197	300	360
HCl	25	250	5570	100	0
HF	2.5	100			
H ₂ S					
Total HC	0.0384	100	46		
Chlorinated HC	0.0836				
Dioxins/Furans	0.0000005		0.0000678		
Ammonia					
Arsenic	0.008	2.5*			
Cadmium	0.0135	0.5*	2.8		
Chromium	0.013	6.25*			
Copper	0.55	6.25*			
Lead	0.245	6.25*	63.2		
Mercury	0.0085	0.5*			
Nickel	0.002	2.5*			
Zinc	0.85				

Πίνακας. Εκπομπές υγρών αποβλήτων κατά την βιολογική επεξεργασία (IWM-2)

	Composting				Biogasification			
Process	Worm composting	Box composting	Drum composting	Tunnel reactor	Dry 1-stage	Dry 1-stage	Dry 1-stage	Wet 2-stage
Amount (litres/t)	0	300	n.a.	n.a.	290	490	540	500
Composition (mg/l)								
BOD5		270-485	50-600	3300-7050	<65	n.a.	740	60
COD		458-808	150-7000	6200-15100	<250	n.a.	1400	200
NH4		48-117	n.a.	n.a.	<100	n.a.	250	100
N total		0-1	6-36	0-3	<100	n.a.	6	n.a.
pH		7.9	7.1-7.8	7.1-8.1	n.a.	n.a.	8.0	n.a.
Source ^a	1	2	2	2	2	2	2	2