



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εφαρμογή Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στο ολοκληρωμένο σύστημα
διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων περιοχής Χανίων

Μαράκης Κωνσταντίνος

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΤΡΟΠΗ

ΓΙΔΑΡΑΚΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΓΡΗΓΟΡΟΥΔΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΠΑΕΥΘΥΜΙΟΥ ΣΠΥΡΙΔΩΝ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

Χανιά, 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ευρωπαϊκή νομοθεσία τις τελευταίες δεκαετίες, έχει υπαγορεύσει στα κράτη μέλη την ολοκληρωμένη διαχείριση των Αστικών Αποβλήτων (ΑΣΑ) ως μονόδρομο για την ορθολογιστική τους διαχείριση. Καθιέρωσε, την Ιεράρχηση των επιλογών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων (Waste Hierarchy) που με βαθμό προτεραιότητας αποτυπώνεται στο {Πρόληψη-Ελαχιστοποίηση- Επαναχρησιμοποίηση - Ανακύκλωση - Ανάκτηση Ενέργειας-Τελική Διάθεση}. Τα κράτη μέλη αξιοποιώντας τις διαθέσιμες μεθόδους Τεχνολογίας Επεξεργασίας Απορριμμάτων (Ανακύκλωση, Βιολογική Επεξεργασία, Κομποστοποίηση, Αναερόβια Ζύμωση, Θερμική Επεξεργασία, Υγειονομική Ταφή) επιδιώκουν να εκπληρώσουν τους στόχους που έχουν τεθεί.

Με την τελευταία Ευρωπαϊκή Οδηγία, εισήχθη το life-cycle-thinking (LCT) στις θεματικές στρατηγικές και στην Οδηγία για τα Απόβλητα (Waste Directive). Η χρήση της μεθοδολογίας Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) είναι ο καλύτερος τρόπος προσέγγισης υπολογισμού των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων μιας τεχνολογίας επεξεργασίας αποβλήτων ή ενός ολοκληρωμένου συστήματος Διαχείρισης ΑΣΑ.

Λογισμικά μοντέλα ΑΚΖ εξειδικευμένα στη διαχείριση των αποβλήτων μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως υποστήριξη λήψης αποφάσεων για την ανάπτυξη των τεχνολογιών για μια ποικιλία θεμάτων στο πλαίσιο της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Στην παρούσα εργασία το μοντέλο που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη διαχείριση των απορριμμάτων στο νομό Χανίων είναι το EASETECH.

Αποτυπώνεται το υφιστάμενο ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων του Νομού Χανίων και με όρους Ανάλυσης Κύκλου Ζωής εκτελείται η μοντελοποίηση του με τη χρήση του παραπάνω λογισμικού, προκειμένου να υπολογισθούν για πρώτη φορά ποιοτικά και ποσοτικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην περιοχή καθώς και να συγκριθεί με εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης αποβλήτων.

ABSTRACT

During recent decades, European legislation has prompted the Member States the Integrated Management of Urban Waste as one way road, for their rational management. Waste Hierarchy has been established, in order of priority {Prevention-Minimize-Reuse - Recycle - Recover Energy-Final Allocation). Member States use the available methods of Waste Treatment Technology (Recycling, Biological Treatment, Composting, anaerobic digestion, heat treatment, land filling) in order to fulfill the legislated EU targets.

With the latest European Directive, (Waste Directive), EU introduced the life-cycle-thinking (LCT) in the thematic strategies. Appropriate use of Life Cycle Assessment (LCA) is the best approach for calculating the overall Environmental Impact of a Waste Treatment technology or an integrated MSW management system.

Software models, LCA specialized in waste management, might be used as a decision support for the development of technologies for a variety of issues in the management of solid waste. In this thesis, the model used to assess the environmental impact of waste management in Chania is EASETECH.

The existing integrated waste management system of Chania is modeled in terms of LCA methodology, using the above software, so for the first time the environmental impact in the region be quantitatively and qualitatively calculated. Also an alternative scenario is compared with the current scenario of Waste Treatment in Chania Region.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	5
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	5
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	9
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	9
1.1 ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	9
1.2 ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	10
1.2.1 <i>Ειδικά απόβλητα</i>	12
1.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	13
1.3.1 <i>Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων</i>	13
1.4 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	20
1.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	21
1.5 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ 2008/98 ΕΚ).....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	33
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ	33
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ.....	33
2.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑΔΙΑ-ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΚΖ.....	33
2.2.1 <i>Φάση Πρώτη: Προσδιορισμός Σκοπού και Αντικείμενο Μελέτης (Goal and Scope Definition)</i>	37
2.2.2 <i>Φάση Δεύτερη: Καταγραφή Δεδομένων-Life Cycle Inventory Analysis</i>	38
2.2.3 <i>Φάση Τρίτη: Ανάλυση Επιπτώσεων-Life Cycle Impact assessment</i>	39
2.2.3.1 <i>Σημαντικές κατηγορίες επιπτώσεων που εξετάζει η ΑΚΖ</i>	40
2.2.4 <i>Φάση Τέταρτη: Life Cycle Improvement Analysis/Interpretation-Βελτιστοποίηση Επιπτώσεων-Ερμηνεία των αποτελεσμάτων</i>	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	43
ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΕΑΣΕΤΕCH	43
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΕΑΣΕΤΕCH.....	43
3.2 ΑΡΧΙΚΗ ΟΘΟΝΗ	44
3.3 CATALOGUES-ΚΑΤΑΛΟΓΟΙ	45
3.3 ELEMENTARY EXCHANGES-ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΕΙΣ ΑΝΤΑΛΛΑΓΕΣ	46
3.3 MATERIAL FRACTIONS.....	46
3.4 MATERIAL PROPERTIES.....	47

3.5 LCIA-IMPACT CATEGORIES AAND METHODS	48
3.5.1 <i>Impact category</i>	48
3.5.2 <i>LCIA Methods</i>	49
3.6 PROJECTS AND SCENARIOS	49
3.7. ΚΛΑΣΜΑΤΑ ΥΛΙΚΩΝ ΩΣ ΡΟΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	50
3.7.1 <i>Μοντελοποίηση ροής</i>	51
3.7.2 <i>Η εργαλειοθήκη διαδικασιών των υλικών (material processes)</i>	52
<i>Εισαγωγή δεδομένων στο EASETECH</i>	54
3.8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	54
3.8. DOCUMENTATION	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ4.....	58
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΝΟΜΟΣ ΧΑΝΙΩΝ	58
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	58
4.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΧΑΝΙΩΝ.....	58
4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ (ΕΜΑΚ) ΧΑΝΙΩΝ	58
Είσοδος Υποδοχή-Αποδοχή Απορριμμάτων-Ζυγιστήριο	59
Μηχανική Διαλογή και Χειροδιαλογή.....	61
Βιολογική Μονάδα.....	62
Χώρος Υγειονομικής Ταφής	63
Ισοζύγιο Μαζών.....	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	67
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ	67
5.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	67
5.1.1 <i>Μονάδα Αναφοράς</i>	67
5.1.2 <i>Όρια του συστήματος</i>	67
5.2 LIFE CYCLE INVENTORY-ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	68
5.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ	72
5.3.1 <i>Σενάριο αναφοράς</i>	73
5.3.2 <i>Εναλλακτικό Σενάριο</i>	73
5.3.3 <i>Παραδοχές</i>	73
5.4 IMPACT ASSESSMENT-ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ	74
5.4.1 <i>Ανάλυση Επιπτώσεων Current Scenario</i>	74
5.4.2 <i>Ανάλυση Επιπτώσεων Scenario 2</i>	78
5.4.3 <i>Σύγκριση LCIA των δύο Σεναρίων-Συμπεράσματα</i>	78
5.5 ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	94
5.5 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΈΡΕΥΝΑ-FUTURE WORK.....	95
ΑΝΑΦΟΡΕΣ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	97

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Ταξινόμηση Στερεών Αποβλήτων στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (Ε.Ε.).....	9
Σχήμα 2: Σύστημα Διαχείρισης των ΑΣΑ	14
Σχήμα 3: Ιεράρχηση επιλογών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων (Ε.Ε).....	28
Σχήμα 4:Σχηματική παράσταση για τον κύκλο ζωής ενός αγαθού.	34
Σχήμα 5: Τα υποσυστήματα Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος.....	35
Σχήμα 6:Η Δομή μίας ΑΚΖ κατά ISO 14044	36
Σχήμα 7:Η Δομή μίας ΑΚΖ κατά ISO 14044	36
Σχήμα 8: Ροή Ενέργειας, Υλικών και ρυπαντών σε ένα σύστημα. (Thalmann, 1998).	39
Σχήμα 9: Αρχική οθόνη ΕΑΣΕΤΕCH	45
Σχήμα 10: Catalogues	45
Σχήμα 11: Elementary Exchanges	46
Σχήμα 12: Material Fractions	47
Σχήμα 13: Material Properties	47
Σχήμα 14: LCIA Method.....	48
Σχήμα 15: LCIA Methods	49
Σχήμα 16: Project Control-New Scenario.....	50
Σχήμα 17: Πίνακας Σύνθεσης Κλάσματος Υλικού στο ΕΑΣΕΤΕCH	51
Σχήμα 18: Οθόνη Templates στα material processes	53
Σχήμα 19: Αποτελέσματα.....	55
Σχήμα 20: Οθόνη Documentaion	56
Σχήμα 21: Πίνακας Βαθμολογίας Weidina and Wesnaes, 1996	57
Σχήμα 22:Διάγραμμα Ροής Ε.Μ.Α.Κ. (Chazirakis, et al., 2011).	60
Σχήμα 23:Ισοζύγιο μαζών στο ΕΜΑΚ. (Chazirakis, et al., 2011).....	65
Σχήμα 24: Συνολική Μοντελοποίηση Συστηματος Διαχείρισης Σεναριο Αναφοράς	81
Σχήμα 25: Ανάλυση Συστήματος Συλλογής και Μεταφοράς ΑΣΑ.....	82
Σχήμα 26: Συνολική Μοντελοποίηση Συστηματος Διαχείρισης Εναλλακτικού Σεναριου 1	83

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Απορριμματοφόρο τύπου «πρέσα».....	18
Εικόνα 2: Σταθερός ΣΜΑ [1].....	19
Εικόνα 3: Τυπική μονάδα αποτέφρωσης ΑΣΑ με ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποβλήτων.....	24
Εικόνα 4:Κτίριο μηχανικής διαλογής ΔΕΔΙΣΑ.....	61
Εικόνα 5: Δεξαμενή Κομποστοποίησης (ΔΕΔΙΣΑ).....	62
Εικόνα 6: Σειράδια Ωρίμανσης Κομπόστ ΔΕΔΙΣΑ Χανιά.....	63
Εικόνα 7: Αεροφωτογραφία ΕΜΑΚ Χανίων	64

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1:Κατά κεφαλή παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα.	16
Διάγραμμα 2: Η ανακύκλωση των ΑΣΑ στην Ελλάδα	22
Διάγραμμα 3:Υγειονομική Ταφή Βιοαποδομήσιμου κλάσματος ΑΣΑ στην Ελλάδα	26

Διάγραμμα 4: European waste management -2009 (Eurostat 2012).....	29
Διάγραμμα 5:Waste management Europe–GHG profile (Gentil, et al., 2009)	30
Διάγραμμα 6: Απόδοση 1 τόνου ΑΣΑ από 6 κράτη Μέλη (Gentil, et al., 2009)	31
Διάγραμμα 7: Ανάλυση LCIA CURENT SCENARIO	88
Διάγραμμα 8: Ανάλυση LCIA SCENARIO 2.....	89
Διάγραμμα 9:Σύγκριση αποτελεσμάτων των Σεναρίων PE	90
Διάγραμμα 10:Σύγκριση διαδικασιών σεναρίου αναφοράς για την κατηγορία επίπτωσης κλιματική αλλαγή	91
Διάγραμμα 11:Σύγκριση διαδικασιών σεναρίου αναφοράς για την κατηγορία επίπτωσης Abiotic Depletion Fossil.....	91
Διάγραμμα 12: Σύγκριση διαδικασιών σεναρίου αναφοράς για την κατηγορία επίπτωσης κλιματική αλλαγή. Χωρίς την τοποθέτηση Πυρσών καύσης.....	92

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1:Αναμενόμενη ποσότητα ΑΣΑ ανά κατηγορία υλικών (2011-2012-εκτ 2020)	11
Πίνακας 2:Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σύνθεσης ΑΣΑ (%) Περιφέρειας Κρήτης 2003-2004 και Νομού Χανίων 2005-2006.....	15
Πίνακας 3:Παραγωγή ΑΣΑ έως το 2020 για το σύνολο της χώρας.....	15
Πίνακας 4: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Θερμικής Επεξεργασίας.....	25
Πίνακας 5: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Εδαφικής Διάθεσης.....	26
Πίνακας 6:Διεργασίες Υλικών στο EASETECH	52
Πίνακας 7: Συγκεντρωτικά οι τεχνολογίες για διαχείριση απορριμμάτων που παρέχονται από τη βάση δεδομένων του λογισμικού.	54
Πίνακας 8: Σύνθεση Σύμμεικτου κλάσματος ΑΣΑ στην είσοδο ΕΜΑΚ	69
Πίνακας 9: Σύνθεση Προδιαλεγμένου κλάσματος ΑΣΑ στην είσοδο ΕΜΑΚ.....	70
Πίνακας 10: Μέσες αποστάσεις Δήμων έως το ΕΜΑΚ	70
Πίνακας 11: Παραγωγή ΑΣΑ ανά Δήμο	70
Πίνακας 12: Παραγωγή Ανακυκλώσιμων ανά Δήμο.....	71
Πίνακας 13:Σύγκριση αποτελεσμάτων ΧΑΝΙΑ-ΛΙΟΣΙΑ κατηγορία κλιματική Αλλαγή	75
Πίνακας 14: Αποτελέσματα LCIA CURRENT SCENARIO characterized data.....	84
Πίνακας 15: Αποτελέσματα LCIA CURRENT SCENARIO normalized data	85
Πίνακας 16: Αποτελέσματα LCIA SCENARIO 2 characterized data	86
Πίνακας 17: Αποτελέσματα LCIA SCENARIO 2 normalized data	87
Πίνακας 18:Σύγκριση αποτελεσμάτων Σεναρίων σε μονάδες PE.....	90
Πίνακας 19; Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Διεργασίας Κομποστοποίησης Τρία σενάρια	93
Πίνακας 20:Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από αντικατάσταση λιπασμάτων	93

Εισαγωγή

Ο σύγχρονος πολιτισμός στηρίζεται σε μέγιστο βαθμό στη βιομηχανική παραγωγή αγαθών που από τη φύση της βασίζεται στην κατεργασία και μεταποίηση διαφόρων υλικών σε προϊόντα – αγαθά. Για την παραγωγή αυτών των αγαθών απαραίτητη είναι η κατανάλωση ενέργειας και πρώτων υλών. Παράλληλα με την παραγωγή των αγαθών παράγονται και απόβλητα σε διάφορες μορφές. Με βάση τους νόμους της φυσικής είναι αδύνατη η πραγματοποίηση μιας διεργασίας ή δραστηριότητας, η οποία δεν θα καταναλώνει ενέργεια και δεν θα επιβαρύνει το περιβάλλον αποδεσμεύοντας διαφόρων ειδών απόβλητα.

Έτσι, το ζητούμενο σήμερα είναι η ελαχιστοποίηση τόσο της χρήσης της ενέργειας και των πρώτων υλών όσο και της αποδέσμευσης αποβλήτων.

Το να καταλήξεις σε ασφαλές συμπέρασμα για το πιο αγαθό ή διεργασία είναι καλύτερο από κάποιο άλλο από περιβαλλοντικής άποψης ή κάποια διαδικασία είναι φιλικότερη στο περιβάλλον από μια άλλη δεν είναι εύκολη υπόθεση. Απαιτείται σε βάθος η ανάλυση των δεδομένων του προβλήματος και πρέπει να ανατρέξει η μελέτη σε όλη τη ζωή του αγαθού από τη στιγμή που θα ανακτηθούν οι πρώτες ύλες για την παραγωγή του μέχρι και τη στιγμή που έχει τελειώσει ο ωφέλιμος χρόνος ζωής του και διατίθεται ως απόρριμμα. Η μεθοδολογία που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και παρέχει απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα είναι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (AKZ) Life Cycle Assessment (LCA).

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (AKZ) έχει γίνει ένα σημαντικό εργαλείο για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των συστημάτων διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Η ιεράρχηση των αποβλήτων έχει κυβερνήσει τη διαχείριση των αποβλήτων σε πολλά μέρη του κόσμου, αλλά και η αυξανόμενη πολυπλοκότητα της διαχείρισης των αποβλήτων και η αυξανόμενη ζήτηση για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχει δημιουργήσει την ανάγκη για πιο λεπτομερή και ακριβή μοντέλα για την αξιολόγηση της διατήρησης των πόρων και τις περιβαλλοντικές εκπομπές από τη διαχείριση των αποβλήτων. Η ΕΕ συστήνει πλέον το Life Cycle Thinking για την υποστήριξη λήψης αποφάσεων, ενισχύοντας τη σημασία της μοντελοποίησης με εργαλεία AKZ για πιο βιώσιμες στρατηγικές διαχείρισης των αποβλήτων.

Σκοπός της εργασίας

Στην παρούσα εργασία μελετάται ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων στην περιοχή των Χανίων και εφαρμόζεται η μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) προκειμένου να εκτιμηθούν και να υπολογιστούν οι συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην περιοχή. Με τη χρήση εξειδικευμένου λογισμικού LCA, επικεντρώνεται στη διαδικασία της κομποστοποίησης, παραγωγή Κομπόστ (Compost) από αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) και συγκρίνονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον του υφιστάμενου ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης, με εναλλακτικό σενάριο διαχείρισης αυτό του ενός ρεύματος αποβλήτων που διατίθενται για υγειονομική ταφή ανάμεικτα σε αντίστοιχο ΧΥΤΑ. Το υφιστάμενο σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ στην περιοχή των Χανίων, έχει ως κεντρικό σημείο αναφοράς το Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ) Χανίων, με φορέα Διαχείρισης τη Δ.Ε.Δ.Ι.Σ.Α Α.Ε (ΟΤΑ) και σκοπό λειτουργίας την παραλαβή, ζύγιση, διαχωρισμό ανακυκλώσιμων υλικών, κομποστοποίηση και γενικά τη συλλογή και ασφαλή διάθεση κάθε είδους στερεών αποβλήτων.

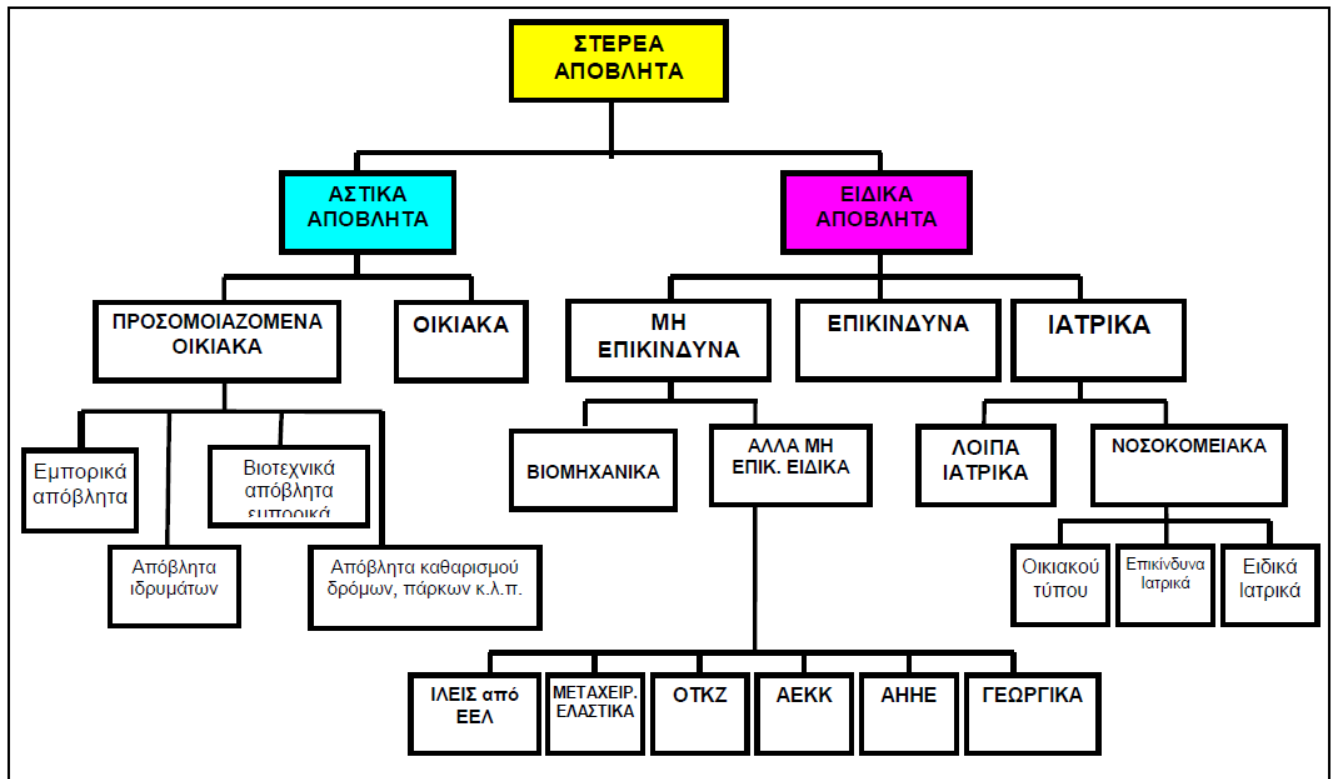
Στην ανάλυση κύκλου ζωής τα όρια του υπό μελέτη συστήματος καθορίζονται από τη συλλογή και διαλογή στην πηγή των αποβλήτων την μεταφορά και επεξεργασία τους στο ΕΜΑΚ, την παραγωγή Κομπόστ και τη διάθεσή του στην τοπική αγορά ως εδαφοβελτιωτικό. Επίσης, μελετώνται σε ένα βαθμό και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ύπαρξη και λειτουργία σε βάθος 100 χρόνων του υφιστάμενου ΧΥΤΑ. Στην ανάλυση περιβαλλοντικών επιπτώσεων συνεκτιμάται η περιβαλλοντική ελάφρυνση στο σύστημα, από τη διάθεση του Κομπόστ για αγροτικές διαδικασίες και την αντικατάσταση ισοδυνάμων ποσοτήτων λιπασμάτων. Στο τέλος συγκρίνονται, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις με το εναλλακτικό σενάριο ενός ρεύματος συμμείκτων αποβλήτων στο ΧΥΤΑ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

1.1 Στερεά απόβλητα

Στερεά Απόβλητα (ΣΑ) είναι (α) τα στερεά υλικά ή υλικά με ελάχιστο υγρό περιεχόμενο τα οποία δεν έχουν κάποια χρησιμότητα και ορισμένες φορές είναι και επικίνδυνα και (β) τα στερεά ή ημιστερεά υλικά που ανακύπτουν ως υπολείμματα από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών, των βιομηχανικών και εμπορικών εγκαταστάσεων, των γεωργικών και εξορυκτικών δραστηριοτήτων. Επίσης περιλαμβάνουν τα στερεά απόβλητα από τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων, την επεξεργασία του πόσιμου νερού και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αέριων εκπομπών. Είναι αντικείμενα ή υλικά από τα οποία ο κάτοχός τους απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει (Παναγιωτακόπουλος, 2007)



Σχήμα 1: Ταξινόμηση Στερεών Αποβλήτων στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (E.E.)

Η διαχείριση στερεών αποβλήτων αποτελεί ένα σημαντικό και διαρκώς επιδεινούμενο περιβαλλοντικό και οικονομικό πρόβλημα των ανεπτυγμένων κοινωνιών. Σαν οικονομική δραστηριότητα η διαχείριση αποβλήτων ορίζεται ως το σύνολο των δραστηριοτήτων συλλογής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης, ανάκτησης χρήσιμων υλικών, τελικής διάθεσης των υπολειμμάτων σε ειδικούς χώρους καθώς και αποκατάστασης των χώρων αυτών μετά τον κορεσμό τους. Η όλη διαδικασία είναι εξαιρετικά πολύπλοκη διότι προϋποθέτει πολιτικές επιλογές, κοινωνική συναίνεση και περιβαλλοντική παιδεία του πληθυσμού, ενώ απαιτεί την χρήση τεχνολογιών που πρέπει να είναι αποδεκτές όχι μόνο από οικονομικής όσο κυρίως από περιβαλλοντικής και κοινωνικής άποψης. (Δαγκαλίδης, 2011).

1.2 Αστικά Στερεά Απόβλητα

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών, των εμπορικών δραστηριοτήτων (εμπορικά ΣΑ), των καθαρισμών οδών και άλλων κοινόχρηστων χώρων, καθώς και άλλα στερεά απόβλητα (ιδρύματα, επιχειρήσεις κλπ.) τα οποία μπορούν από τη φύση τους ή τη σύνθεσή τους να εξομοιωθούν με τα οικιακά στερεά απόβλητα (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

Εξάιρεση αποτελούν τα απόβλητα εκσκαφών και οικοδομικών κατεδαφίσεων, όπως επίσης και τα κατεστραμμένα αυτοκίνητα. Τα ΑΣΑ αποτελούν ένα ιδιαιτέρως ανομοιογενές μίγμα υλικών. Τα ΑΣΑ περιλαμβάνουν την ετερογενή μάζα των στερεών αποβλήτων από τις αστικές περιοχές, καθώς επίσης και την ομοιογενή μάζα γεωργικών και βιομηχανικών αποβλήτων, αλλά και μπαζών. Η πιο δόκιμη κατηγοριοποίηση των ΑΣΑ, όπως προκύπτει από σειρά δειγματοληψιών και αναλύσεων, περιλαμβάνει τις εξής κατηγορίες (κλάσματα) υλικών :

- **Ζυμώσιμα:** Περιλαμβάνονται τα τροφικά υπολείμματα και τα απόβλητα κήπου.
- **Χαρτί:** Περιλαμβάνονται τα πάσης φύσεως χαρτιά και χαρτόνια που προέρχονται κυρίως από έντυπο υλικό και συσκευασίες προϊόντων.
- **Μέταλλα:** Περιλαμβάνεται το σύνολο των μεταλλικών υλικών που απαντώνται στα απόβλητα. Συνηθίζεται ένας διαχωρισμός σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα (κυρίως λόγω της μαγνητικής ιδιότητας των πρώτων), με τα τελευταία να έχουν ως κυριότερο αντιπρόσωπο το αλουμίνιο. Σε ορισμένες αναλύσεις έχουν εξετασθεί ως

ξεχωριστή υποκατηγορία και οι μπαταρίες λόγω της σχετικά υψηλότερης επικινδυνότητάς τους.

- **Γυαλί:** Η διαχείριση αποβλήτου γυαλιού στη χώρα μας πάσχει κυρίως από την έλλειψη υαλουργιών, κυρίως σε περιοχές μακριά από την Αττική. Απαντάται ο διαχωρισμός σε λευκό, καφέ κα πράσινο γυαλί, όσον αφορά την ανακύκλωση, καθώς η παραγωγή καφέ και λευκού γυαλιού απαιτεί υαλότριμμα μόνο του ίδιου χρώματος.
- **Πλαστικά:** Περιλαμβάνεται το σύνολο των πολυμερών απορριμμάτων. Η κατηγορία αυτή γίνεται διαρκώς μεγαλύτερη κατά τα τελευταία χρόνια και στη χώρα μας ως συνέπεια της αλλαγής των καταναλωτικών συνηθειών (στροφή σε συσκευασμένα προϊόντα, κ.λπ.). Χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι η έντονη ανομοιογένειά της, λόγω των πολλών χρησιμοποιούμενων πολυμερών (π.χ. PVC, PE, PP, PS, PET, ABS, κ.λπ.).
- **Δέρμα – Ξύλα – Ύφασμα – Λάστιχα (ΔΞΥΛ):** Χαρακτηρίζονται ως λοιπά καύσιμα.
- **Αδρανή:** Εδώ περιλαμβάνονται χημικώς ανενεργά υλικά που καταλήγουν στα οικιακά απόβλητα (π.χ. χώματα, πέτρες, κ.λπ.) και τα ακίνδυνα απόβλητα που δεν υφίστανται σχεδόν καμία φυσική, χημική ή βιολογική μετατροπή. Τα αδρανή απόβλητα δε διαλύονται, δε συμμετέχουν σε άλλες φυσικές ή χημικές αντιδράσεις, δε βιοδιασπώνται και τέλος, δεν επιδρούν δυσμενώς στη ρύπανση του περιβάλλοντος αλλά και στην υγεία του ανθρώπου
- **Λοιπά:** Στο κλάσμα αυτό καταλήγουν τα υλικά εκείνα που δε μπορούν να ταξινομηθούν σε καμία από τις άλλες κατηγορίες. (Γιδαράκος, 2012).

Πίνακας 1: Αναμενόμενη ποσότητα ΑΣΑ ανά κατηγορία υλικών (2011-2012-εκτ 2020)

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	Έτος Προβολής παραγωγής (Συνολική παραγωγή ΑΣΑ σε t/έτος) Ελλάδα			
	Ποσοστό% κ.β	2011	2012	2020
		5574757	5375700	5780000
Οργανικό κλάσμα (Ζυμώσιμα)	44.30%	2469617	2381435	2560500
Χαρτί -Χαρτόνι	22.20%	1237596	1193405	1283200
Πλαστικά	13.90%	774891	747222	803400
Μέταλλα	3.90%	217416	209652	225400
Γυαλί	4.30%	239715	231155	248500
Ξύλο	4.60%	256439	247282	265800
Λοιπά	6.80%	379083	365548	393200

Πηγή: ΥΠΕΚΑ :Αναθεώρηση Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αποβλήτων Φεβ 2014 . [6]

1.2.1 Ειδικά απόβλητα

1. Επικίνδυνα απόβλητα: Ένας από τους πλέον διαδεδομένους ορισμούς των επικινδύνων αποβλήτων είναι εκείνος της RCRA (US Resource Conservation and Recovery Act), σύμφωνα με τον οποίο ως επικίνδυνα απόβλητα θεωρούνται <<...τα απόβλητα ή οι συνδυασμοί αποβλήτων, τα οποία λόγω της ποσότητας τους, της συγκέντρωσής τους ή των φυσικών, χημικών και μολυσματικών χαρακτηριστικών τους μπορούν (1) να προκαλέσουν ή να ευνοήσουν σημαντικά την αύξηση της θνησιμότητας ή μιας σοβαρής μη αναστρέψιμης ασθένειας ή μιας εξουδετέρωσιμης αναστρέψιμης ασθένειας ή (2) να θέσουν την ανθρώπινη υγεία ή το περιβάλλον σε σημαντικό υφιστάμενο ή ενδεχόμενο κίνδυνο, όταν δεν επεξεργάζονται, αποθηκεύονται, μεταφέρονται, διατίθενται και γενικότερα διαχειρίζονται κατάλληλα. Προέρχονται από βιομηχανίες όπως βυρσοδεψία, μονάδες επιφανειακής επεξεργασίας μετάλλων, κλωστοϋφαντουργία, φινιριστήρια και μονάδες παραγωγής γεωργικών φαρμάκων. (Γιδαράκος, 2006).

Τα ειδικά επικίνδυνα απόβλητα που περιέχονται στα απορριπτόμενα οικιακά περιλαμβάνουν κυρίως φάρμακα, υλικά καθαρισμού, χρώματα – βερνίκια – διαλυτικά, μπαταρίες και φυτοφάρμακα. Τα απόβλητα αυτά είναι είτε οικιακής προέλευσης είτε προέρχονται από διάφορες επαγγελματικές δραστηριότητες (π.χ. γραφεία, εμπορικά καταστήματα κ.λ.π.).

2. Μη επικίνδυνα απόβλητα: στην ομάδα αυτή ανήκουν όλα τα ειδικά απόβλητα που δεν είναι επικίνδυνα για το περιβάλλον ή τον άνθρωπο .

3. Ιατρικά απόβλητα: περιλαμβάνονται τα απόβλητα όλων των φαρμακευτικών βιομηχανιών καθώς και εκείνα που προέρχονται από την περίθαλψη των ασθενών εντός της οικίας τους.

4. Ειδικά - βιομηχανικά στερεά απόβλητα: στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται:

- Αδρανή απόβλητα κατασκευαστικών δραστηριοτήτων
- Στερεά απόβλητα οχημάτων
- Αυτοκίνητα
- Καταλύτες
- Ιλείς
- Στερεά βιομηχανικά απόβλητα

1.3 Συστήματα διαχείρισης και μέθοδοι επεξεργασίας των Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Η διαχείριση των ΑΣΑ, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα της πολιτικής προστασίας του περιβάλλοντος που καλείται να λύσει κάθε σύγχρονη κοινωνία και για το σκοπό αυτό, έχουν αναπτυχθεί διάφορα Συστήματα Διαχείρισης ΑΣΑ (ΣΔΑΣΑ).

1.3.1 Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Ένα ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΣΔΑΣΑ), αποτελείται από τη συλλογή, μεταφορά, αξιοποίηση και διάθεση των στερεών αποβλήτων, την εποπτεία και επίβλεψη των εργασιών και των χώρων απόρριψης. Περιλαμβάνει την εφαρμογή προγραμμάτων για τον περιορισμό της παραγωγής αποβλήτων, τη βελτίωση του συστήματος συλλογής, τη διαλογή στην πηγή και την ανακύκλωση, τη μεταφόρτωση, την εφαρμογή μεθόδων επεξεργασίας για την ενεργειακή αξιοποίηση ή την επαναχρησιμοποίηση των υλικών και τη διάθεση του τελικού υπολείμματος σε σύγχρονους χώρους υγειονομικής ταφής (Τερζής, 2009).

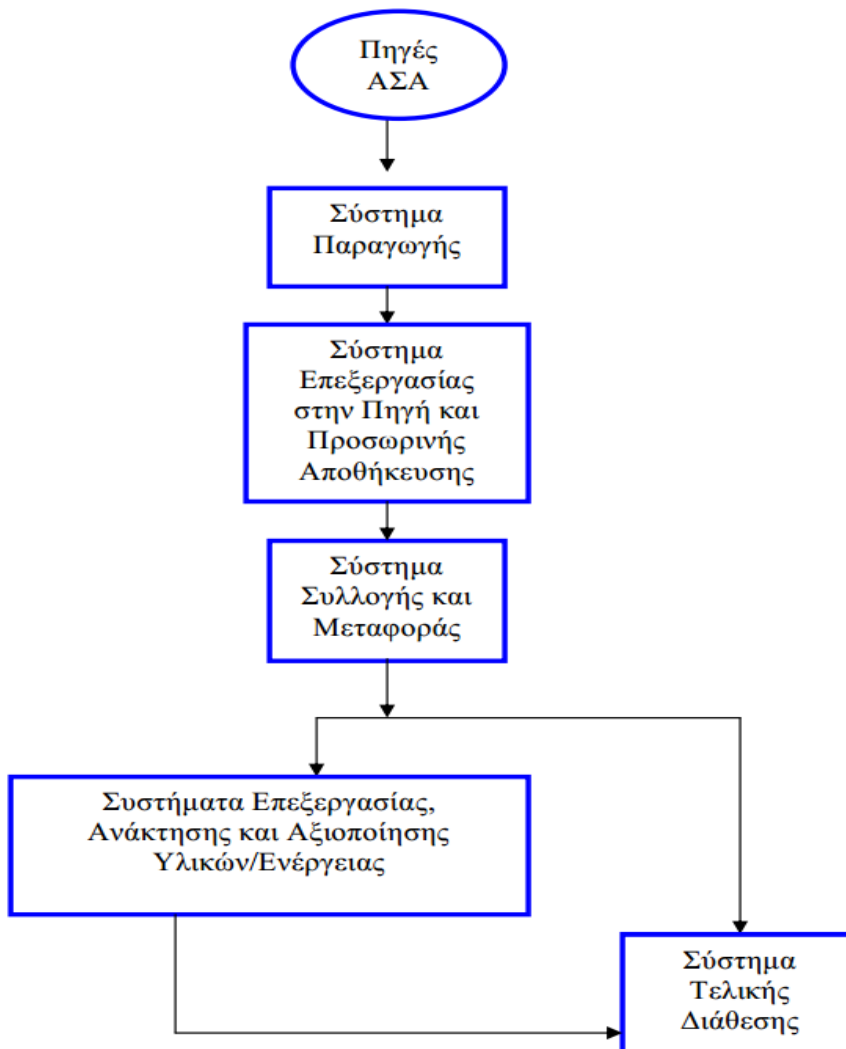
Για τη διαχείριση των ΑΣΑ, δεν υπάρχει μόνο μία ορθή πρακτική, αλλά ένας συνδυασμός επιλογών. Δεδομένου ότι κάθε ΣΔΑΣΑ είναι ένας συνδυασμός διεργασιών, κάθε εναλλακτική επεξεργασία χαρακτηρίζεται από τη συμβολή της στην επίδοση του ΣΔΑΣΑ, βάσει της οποίας θα επιλεγεί ή όχι να συμπεριληφθεί σε αυτό (Παναγιωτακόπουλος, 2007). Επιπλέον, κάθε περιοχή χαρακτηρίζεται από διαφορετικά προβλήματα και η απόφαση για το ποιος είναι ο ιδανικός συνδυασμός των διεργασιών απαιτεί την εξέταση πολλών παραγόντων, όπως την ποσότητα και τον τύπο των ΑΣΑ, τις ιδιαίτερες γεωγραφικές και μορφολογικές συνθήκες της περιοχής κλπ. (Τερζής, 2009). Στο Σχήμα 4, παρουσιάζεται μια συνοπτική εικόνα του ΣΔΑΣΑ, αποτυπώνοντας τα βασικά του στάδια, τα οποία αναλύονται στη συνέχεια.

Ένα αποτελεσματικό και ήπιο σύστημα διαχείρισης στοχεύει στην ενσωμάτωση επιλογών οι οποίες μεγιστοποιούν τα οφέλη για την κοινωνία και παράλληλα ελαχιστοποιούν το κοινωνικό κόστος διάθεσης. Ως ήπια διάθεση απορριμμάτων εννοείται η περίπτωση κατά την οποία η ποσότητα απορριμμάτων που απορρέει από έναν συνδυασμό επιλογών διάθεσης, δεν υπερβαίνει την ικανότητα αφομοίωσης τους από το περιβάλλον. Η ήπια διαχείριση ελαχιστοποιεί τον περιβαλλοντικό κίνδυνο και το κοινωνικό κόστος της διάθεσης απορριμμάτων. Έτσι, συνεισφέρει

στην επίτευξη βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης. Η βιώσιμη ανάπτυξη μπορεί να ορισθεί ως η χρήση υλικών και ενέργειας κατά τρόπο που θα επιτρέπει στις μελλοντικές γενιές να απολαμβάνουν το ίδιο βιοτικό επίπεδο με τις σημερινές γενιές (Lomax, 1995).

1.3.1.1 Τροφοδότηση

Το τμήμα τροφοδότησης αφορά την εισροή υλικών αγαθών στο χώρο παραγωγής στερεών αποβλήτων. Στην περίπτωση των αστικών απορριμμάτων η τροφοδότηση αναφέρεται στα τρόφιμα και άλλα υλικά (όπως συσκευασίες) που εισρέουν στις κατοικίες και τα οποία, στο σύνολο ή μέρος τους, απορρίπτονται μετά τη χρήση τους σαν άχρηστα. Η διεργασία αυτή περιλαμβάνεται εδώ διότι εμπλέκεται στην όλη διαχείριση.



Σχήμα 2: Σύστημα Διαχείρισης των ΑΣΑ

.1.3.1.2 Παραγωγή

Το τμήμα παραγωγής αφορά τις διαδικασίες εκείνες που λαμβάνουν χώρα σε ένα δεδομένο χώρο (π.χ. κατοικίες, χώρους εργασίας) και κατά τις οποίες παράγεται κάποιο απορριπτόμενο υλικό. Στον πίνακα 1 παρατίθενται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των απορριμμάτων της περιφέρειας της Κρήτης για τα έτη 2003-2004 και του νομού Χανίων (2005-2006) (Gidarakos, et al., 2006)

Πίνακας 2:Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σύνθεσης ΑΣΑ (%) Περιφέρειας Κρήτης 2003-2004 και Νομού Χανίων 2005-2006

	Περιφέρεια Κρήτης (%)	Νομός Χανίων (%)
Αδρανή	2,67	1,06
Μέταλλα	3,51	5,88
Αλουμίνιο	1,44	2,51
Γυαλί	5,33	6,61
ΔΞΥΛ	5,24	12,62
Χαρτί	19,94	21,02
Τροφικά Υπολείμματα	39,15	34,2
Πλαστικά	16,85	15,19
Υπόλοιπα	5,87	0,88

Πηγή: (Gidarakos, et al., 2006)

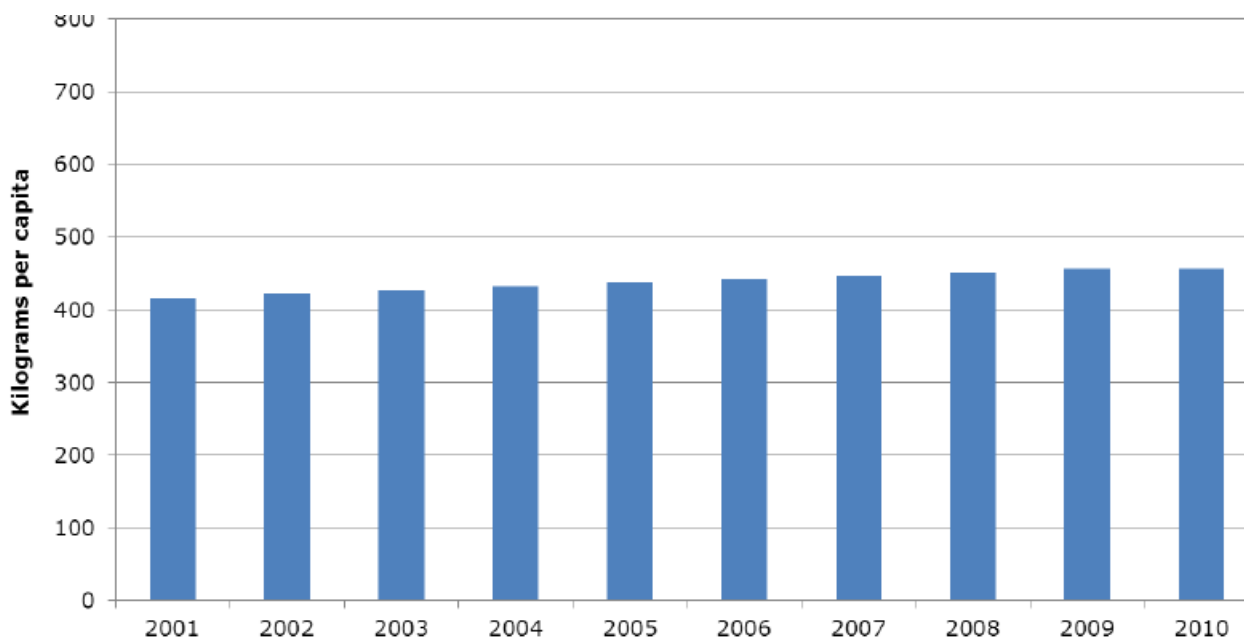
Πίνακας 3:Παραγωγή ΑΣΑ έως το 2020 για το σύνολο της χώρας

Έτος Προβολής	Ισοδ. Πληθυσμός Χώρας (Ελλάδα)	Συνολική Παραγωγή ΑΣΑ (t)	kg/ισοδ Κατ./έτος	kg/ισοδ Κατ./ημέρα
2011	10962751	5574757	508.5	1.39
2012	10985000	5375700	489.4	1.34
2016 (εκτίμηση)	11063000	5454185	493	1.35
2020 (εκτίμηση)	11108000	5780000	520	1.43

Πηγή: ΥΠΕΚΑ :Αναθεώρηση Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αποβλήτων Φεβ 2014 .[6]

Στον πίνακα 3 παρατίθενται στοιχεία για τη συνολική παραγωγή ΑΣΑ στη Χώρα για τα έτη 2011-2012 καθώς και εκτιμήσεις του ΥΠΕΚΑ για τα έτη 2016, 2020.

Διάγραμμα 1: Κατά κεφαλή παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα.



Πηγή: (Bakas, et al., 2013), Eurostat (2012)

1.3.1.3 Προσωρινή Αποθήκευση

Η προσωρινή αποθήκευση των ΑΣΑ διαρκεί από τη στιγμή που οι χρήστες τα μεταφέρουν εκτός του χώρου παραγωγής μέχρι την ώρα συλλογής τους από τα απορριμματοφόρα (Α/Φ). Αποτελεί βασικό στάδιο του ΣΔΑΣΑ, όπου απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή προκειμένου να αποφεύγεται η δημιουργία προβλημάτων (δυσσομία, προσέλκυση τρωκτικών, κλπ) και να διευκολύνεται η συλλογή των ΑΣΑ (Ανδρεαδάκης, και συν., 2003).

Βασικά μέσα προσωρινής αποθήκευσης είναι οι κάδοι και οι σάκοι. Οι σάκοι παρέχουν ευκολία χρήσης και ταχύτητα συλλογής, ωστόσο βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι οι σάκοι κακής ποιότητας καταστρέφονται εύκολα, δημιουργώντας εστίες μόλυνσης (Οικονόμου, 1997).

Οι κάδοι διακρίνονται σε συρόμενους και στάσιμους. Οι συρόμενοι, , σύρονται στο χώρο απόθεσης, εκκενώνονται και οδηγούνται στην αρχική τους θέση και συχνά η χρήση τους συνδυάζεται με σταθερή πρέσα για τη συμπίεση των ΣΑ. Βασικό τους πλεονέκτημα είναι ότι σχετίζονται με τη μείωση του χρόνου διαχείρισης και του προσωπικού, ενώ μειονεκτήματα αποτελούν ο μικρός βαθμός πλήρωσής τους και το χειρονακτικό τους γέμισμα. Οι στάσιμοι, παραμένουν στη θέση τους εκτός από τη μετακίνηση μέχρι το Α/Φ και διακρίνονται σε

κυλιόμενους οι οποίοι είναι συνηθέστεροι και σε σταθερούς. Οι κυλιόμενοι, χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με μηχανική συλλογή, τοποθετούνται σε επιλεγμένες θέσεις και αδειάζονται με ειδικό μηχανισμό. Εξασφαλίζουν καλές συνθήκες υγιεινής και απαιτούν μικρό χρόνο συλλογής, ωστόσο έχουν υψηλό κόστος και απαιτείται πρόσθετος εξοπλισμός. Οι σταθεροί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιοχές όπου δεν είναι εύκολη η πρόσβαση Α/Φ, ωστόσο βασικά τους μειονεκτήματα αποτελούν η αδυναμία μηχανικής πλύσης και το χειρονακτικό άδειασμα.

Πέρα όμως από τους παραπάνω κάδους, υπάρχουν και πιο σύνθετες κατασκευές που ταυτόχρονα επεξεργάζονται και αποθηκεύουν τα απόβλητα και χρησιμοποιούνται συνήθως σε νοσοκομεία και ξενοδοχεία. (Ανδρεαδάκης, και συν., 2003). Τέλος, για την προσωρινή αποθήκευση των ογκωδών ΣΑ (έπιπλα, ηλεκτρικές συσκευές κλπ), χρησιμοποιούνται μεγάλοι υποδοχείς, οι οποίοι τοποθετούνται σε συγκεκριμένες θέσεις και όταν πληρωθούν, μεταφέρονται με ειδικά οχήματα στους χώρους διάθεσης (Οικονόμου, 1997).

1.3.1.4 Συλλογή και Μεταφορά

Μετά την προσωρινή αποθήκευση, ακολουθεί το στάδιο της συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων. Αποτελεί σημαντικότατο στάδιο, διότι αφενός επηρεάζει την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών στους πολίτες και αφετέρου αντιστοιχεί στο μεγαλύτερο ποσοστό του συνολικού κόστους διαχείρισης, αγγίζοντας το 85% (Ανδρεαδάκης, και συν., 2003).

Σε αυτό το στάδιο, πρέπει να εξετάζονται οι εναλλακτικές επιλογές του φορέα διαχείρισης, ώστε να διεξάγεται με τον πλέον βέλτιστο τρόπο. Οι επιλογές αυτές αφορούν: τη συχνότητα και τα σημεία συλλογής, το απαιτούμενο προσωπικό και μηχανολογικό εξοπλισμό, το χρονοπρογραμματισμό των δρομολογίων και την προσαρμογή του εξοπλισμού στην υφιστάμενη τεχνολογία. (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

Για τη συλλογή των ΑΣΑ, υπάρχουν διάφοροι τύποι Απορριμματοφόρα (Α/Φ) (Εικόνα 1). Τα σύγχρονα Α/Φ, είναι κλειστού τύπου και διαθέτουν συστήματα συμπίεσης των ΣΑ και ανύψωσης των κάδων. Τα ανοικτού τύπου, χρησιμοποιούνται πλέον μόνο για τη συλλογή ογκωδών απορριμμάτων. Τα κλειστού τύπου, με βάση το σύστημα εισαγωγής και συμπίεσης των ΣΑ μπορεί να είναι: α) τύπου μύλου, με τα οποία επιτυγχάνεται σημαντική ομογενοποίηση των

απορριμμάτων, ενδείκνυται για τη συμπίεση απορριμμάτων με υψηλή υγρασία και έχουν χαμηλό κόστος αγοράς και συντήρησης και β) τύπου πρέσα τα οποία είναι ενδεδειγμένα για αντικείμενα μεγάλου όγκου και για τη συλλογή απορριμμάτων τις νυχτερινές ώρες, καθώς είναι λιγότερο θορυβώδη (Οικονόμου, 1997). Η αποτελεσματικότητα του εν λόγω σταδίου, πέρα από συγκεκριμένους παράγοντες (διαδρομές, ώρες συλλογής, αριθμός κάδων κτλ) οι οποίοι επηρεάζουν την οικονομική επίδοσή του, εξαρτάται σημαντικά και από την συνεργασία των κατοίκων, καθώς μέσω συγκεκριμένων ενεργειών όπως για παράδειγμα τη σωστή τοποθέτηση των ΣΑ για συλλογή, συντελούν στην αποδοτική ή όχι εφαρμογή του συστήματος

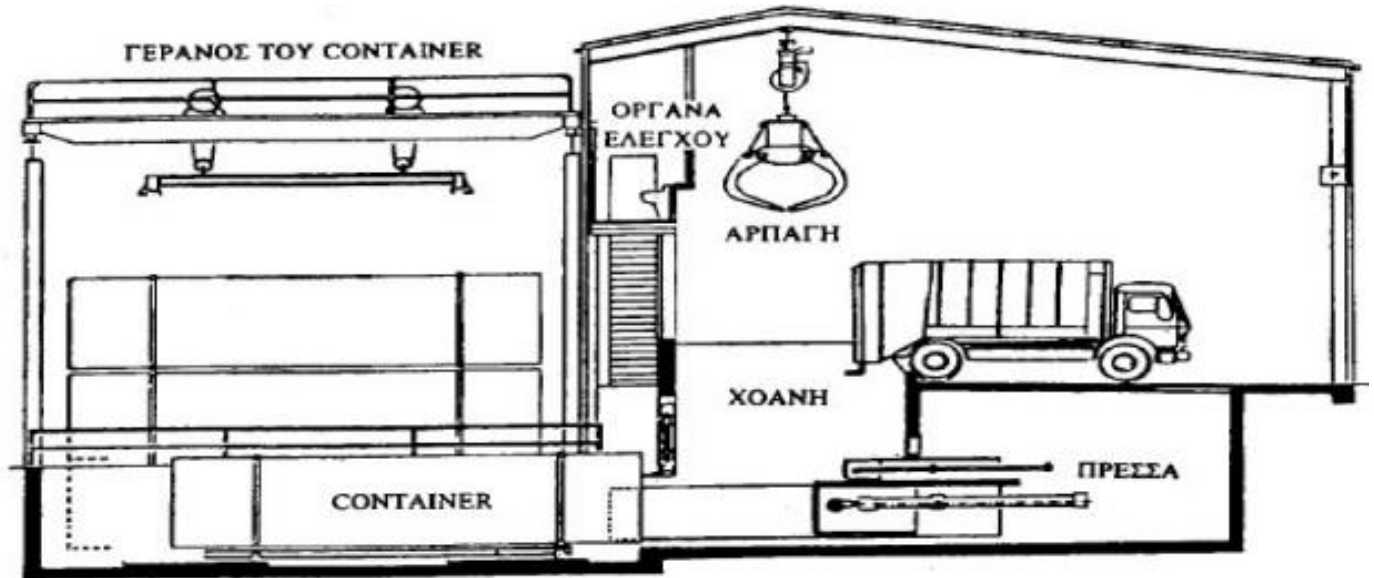


Εικόνα 1: Απορριμματοφόρο τύπου «πρέσα»

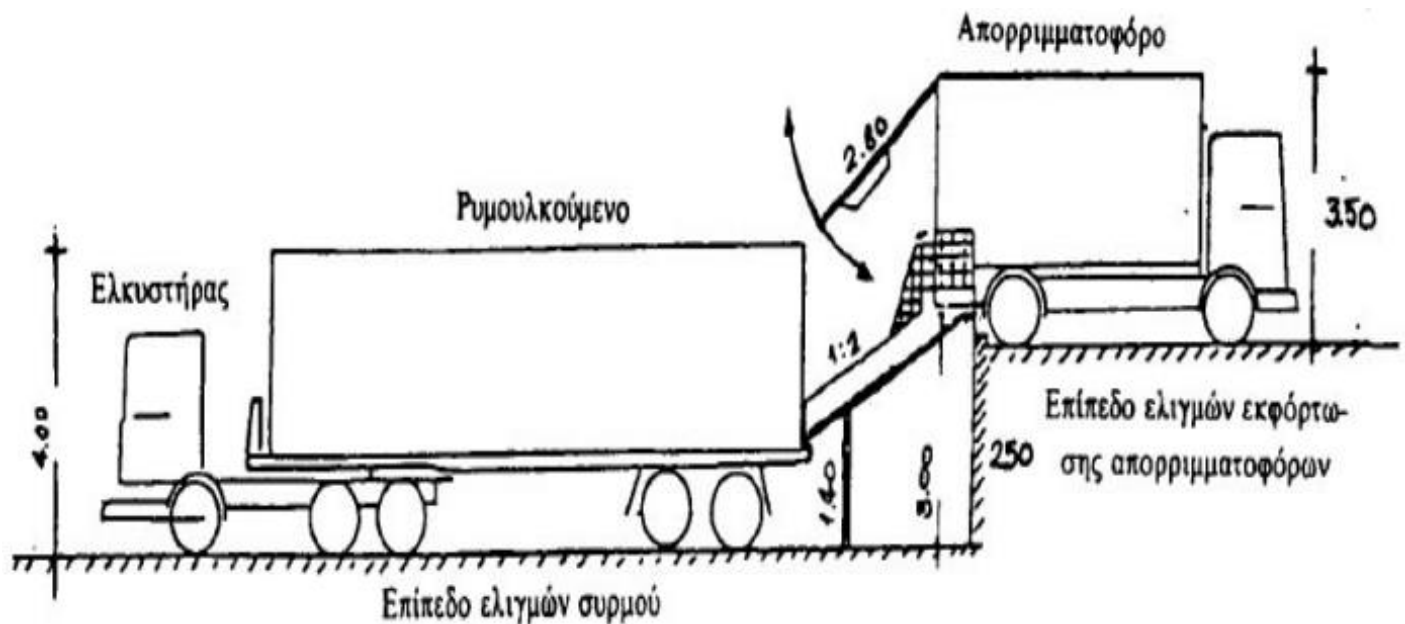
1.3.1.5 Μεταφόρτωση

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της συλλογής, τα απόβλητα είτε μεταφέρονται απευθείας στους χώρους επεξεργασίας, είτε στους λεγόμενους Σταθμούς Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ). Πρόκειται για χώρους όπου το φορτίο των Α/Φ μεταφορτώνεται σε ειδικούς υποδοχείς/οχήματα, οι οποίοι στη συνέχεια μεταφέρονται στους χώρους τελικής διάθεσης (Οικονόμου, 1997). Ο ΣΜΑ, μπορεί να είναι είτε σταθερός (Εικόνα 2), όπου όλες οι διαδικασίες εκτελούνται σε συγκεκριμένο χώρο με την κατάλληλη πάγια εγκατάσταση και τεχνική υποδομή, είτε κινητός (Εικόνα 3), δηλ. οποιοσδήποτε τύπος οχήματος ή συνδυασμός οχημάτων, που διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την υποδοχή ΣΑ χωρίς τη μεσολάβηση πάγιων εγκαταστάσεων. Κατά τη διαδικασία αυτή, τα απόβλητα συνήθως υφίστανται συμπίεση, με στόχο την επίτευξη του μέγιστου επιτρεπόμενου ωφέλιμου φορτίου για την περαιτέρω μεταφορά τους. Η συμπίεση συνήθως γίνεται στα ειδικά οχήματα ή εναλλακτικά, μπορεί και να πραγματοποιείται δεματοποίηση των απορριμμάτων, με χρήση εγκαταστάσεων υψηλού βαθμού συμπίεσης (Τερζής, 2009). Οι ΣΜΑ απαιτείται να

χωροθετούνται σε κεντροβαρικά σημεία ως προς τις πηγές δημιουργίας των ΣΑ, ώστε τα Α/Φ να διανύουν την ελάχιστη δυνατή απόσταση μέχρι τον ΣΜΑ, επιτυγχάνοντας τη μέγιστη δυνατή οικονομική αποδοτικότητα. Αποδοτική θεωρείται η εγκατάσταση του ΣΜΑ, όταν η απόσταση του χώρου διάθεσης είναι μεγαλύτερη των 30km και η ημερήσια ποσότητα των ΣΑ ξεπερνά τους 20 τόνους [1].



Εικόνα 2: Σταθερός ΣΜΑ [1]



Εικόνα 3: Κινητός ΣΜΑ [1]

1.3.1.6 Τελική Διάθεση

Το τμήμα τελικής διάθεσης αποτελείται από καθορισμένους χώρους διάθεσης (ΧΥΤΑ-ΧΥΤΥ) που σε μεγάλο βαθμό πληρούν τις απαιτούμενες προδιαγραφές περιβαλλοντικής προστασίας χωρίς όμως να φτάνουν τα στάνταρτ που έχει ορίσει η ΕΕ από περιβαλλοντικής άποψης.

1.4 Αξιοποίηση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Τα απόβλητα θεωρούνται άχρηστα υλικά, για αυτόν που τα παράγει, και ο καθένας θέλει το συντομότερο να τα απορρίψει και να τα μεταφέρει έξω από το χώρο του. Είναι γεγονός όμως ότι η αξιοποίησή τους αποδεικνύει ότι κάθε άλλο παρά άχρηστα είναι. Η ανάκτηση πρώτων υλών από τα στερεά απόβλητα, η ανακύκλωση υλικών για επαναχρησιμοποίηση, η καύση για την παραγωγή ενέργειας, η κομποστοποίηση για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικού, ακόμα και η εκμετάλλευση του βιοαερίου (ενεργειακή αξιοποίηση) που παράγεται κατά την χώνευση των σκουπιδιών στους ΧΥΤΑ είναι κάποιοι μόνο από τους τρόπους μετατροπής των στερεών αποβλήτων σε οικονομικό, ενεργειακό και το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πόρο.

Το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) προσδιορίζει τις γενικές κατευθύνσεις για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων στο σύνολο της χώρας και υποδεικνύει τα κατάλληλα μέτρα που προωθούν συνδυασμένα την αξιοποίηση των αποβλήτων με ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση ή ανάκτηση ή οποιαδήποτε άλλη διαδικασία που έχει ως στόχο την παραγωγή δευτερογενών πρώτων υλών ή προϊόντων (Μιχαλοπούλου, 2004).

Η αξιοποίηση των ΑΣΑ αποτελεί αναπόσπαστο μέλος ενός σύγχρονου ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης. Τα οφέλη που αποφέρει η εφαρμογή της είναι διεθνώς αναγνωρισμένα και αυτός είναι ο κυριότερος λόγος για τον οποίο ολοένα και περισσότερα προγράμματα αξιοποίησης των ΑΣΑ οργανώνονται σε πολλές περιοχές του κόσμου. Γενικά τα οφέλη αυτά περιλαμβάνουν:

- εξοικονόμηση πρώτων υλών (μετάλλων, πετρελαίου, ύδατος κλπ)
- εξοικονόμηση ενέργειας (ηλεκτρικής ενέργειας, καυσίμων κλπ)
- μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων που πρέπει να διαχειριστεί το σύστημα στη συνέχεια (π.χ. για υγειονομική ταφή)

- μικρότερη ρύπανση (π.χ. από την ανάγκη για μικρότερη παραγωγή πρωτογενών υλικών)

Η πιο γνωστή από τις μεθόδους αξιοποίησης των αστικών αποβλήτων, είναι η ανακύκλωση. Αυτό οφείλεται στην απαίτηση για συμμετοχή και του κοινού πέρα από την εμπλοκή των φορέων. Παρ' όλα τα προτερήματα της, η ανακύκλωση δεν μπορεί αποκλειστικά να αποτελέσει τη λύση του προβλήματος της διαχείρισης απορριμμάτων διότι διεθνής εμπειρία διδάσκει ότι οι μέγιστες ποσότητες απορριμμάτων που είναι δυνατόν να εκτραπούν από την πορεία τους προς τελική διάθεση με δυσκολία προσεγγίζουν το 20% του συνόλου.

Είναι λοιπόν προφανής η ανάγκη επαναπροσδιορισμού της όλης στρατηγικής στην κατεύθυνση της λεγόμενης «ολοκληρωμένης διαχείρισης απορριμμάτων» με μέγιστη αξιοποίηση του δυναμικού ανακύκλωσης, αλλά και χρήση άλλων δόκιμων μεθόδων, π.χ. την παραγωγή κομπόστ (εδαφοβελτιωτικού) ή την ενεργειακή αξιοποίηση. Σ' αυτήν την κατεύθυνση θα οδηγήσουν ούτως ή άλλως οι ρυθμίσεις που προωθούνται σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης με την τελευταία Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα απόβλητα που θα παρουσιαστεί παρακάτω.

1.5 Μέθοδοι Επεξεργασίας των Αστικών Στερεών Αποβλήτων

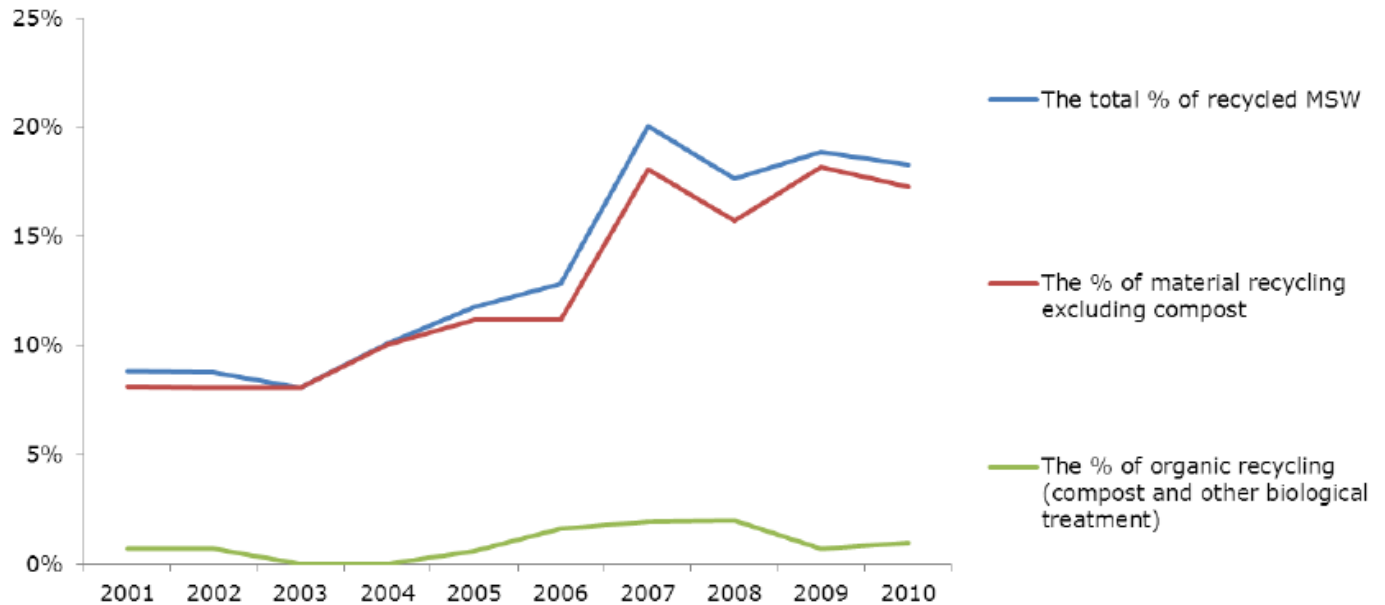
Για την επεξεργασία των ΑΣΑ εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι, χωρίς ωστόσο να υπάρχει βέλτιστη μέθοδος για το σύνολο των ΑΣΑ. Κάθε μέθοδος, παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα οποία απαιτείται να λαμβάνονται υπόψη από τους φορείς διαχείρισης. Επίσης, η επιλογή των μεθόδων απαιτείται να τεκμηριώνεται μέσω της εκπόνησης ειδικών μελετών.

1.5.1 Ανακύκλωση (Ανάκτηση και Επαναχρησιμοποίηση)

Τα τελευταία χρόνια, η ανακύκλωση κατέχει εξέχουσα θέση στα ΣΔΑΣΑ και πρωτοστατεί στην υφιστάμενη Ευρωπαϊκή και Εθνική πολιτική. Η ανακύκλωση συνεπάγεται διαχωρισμό των ΑΣΑ σε ομοιογενείς κατηγορίες των συστατικών τους, ανάκτηση των υλικών και επαναχρησιμοποίησή τους (ενδεχομένως μετά από επεξεργασία).

Για ένα σύστημα ανακύκλωσης, καθοριστικοί παράγοντες είναι το σύστημα διαλογής των ΑΣΑ, η ποιότητα των ανακτώμενων υλικών, η διάθεση στην αγορά ανακυκλούμενων προϊόντων και η οργανωτική, οικονομική και θεσμική στήριξη (Ανδρεαδάκης, και συν., 2003).

Διάγραμμα 2: Η ανακύκλωση των ΑΣΑ στην Ελλάδα



Πηγή: (Bakas, et al., 2013), Eurostat (2012)

Σημείωση: τα ποσοστά υπολογίζονται ως επί του συνόλου των παραχθέντων ΑΣΑ

1.5.2 Βιολογική Επεξεργασία

Η βιολογική επεξεργασία, εφαρμόζεται μόνο σε ΣΑ που την επιδέχονται, δηλαδή σε βιοαποδομήσιμα ή οργανικά απόβλητα. Στις μεθόδους βιολογικής επεξεργασίας περιλαμβάνεται η αερόβια (Κομποστοποίηση ή λιπασματοποίηση) και η αναερόβια (χώνευση ή ζύμωση).

1.5.3 Κομποστοποίηση / Λιπασματοποίηση

Κομποστοποίηση ή λιπασματοποίηση είναι «η ελεγχόμενη βιολογική οξείδωση ετερογενών οργανικών υλικών με τη βοήθεια ετερότροφων μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες), οι οποίοι αποδομούν τα οργανικά συστατικά παρουσία οξυγόνου» (Τερζής, 2009). Τελικό προϊόν είναι το κομπόστ, ενώ παράλληλα παράγεται νερό και διοξείδιο του άνθρακα. Το κομπόστ, είναι ένα πλούσιο σε οργανική ουσία υλικό, με υψηλό χουμικό περιεχόμενο, το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως ως εδαφοβελτιωτικό ή ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια φυτών (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

1.5.4 Αναερόβια ζύμωση

Αναερόβια ζύμωση είναι η διεργασία μέσω της οποίας πραγματοποιείται αποδόμηση των οργανικών ουσιών με τη βοήθεια μικροοργανισμών απουσία οξυγόνου με αποτέλεσμα την παραγωγή σταθεροποιημένου οργανικού υλικού και αερίου υψηλής περιεκτικότητας σε μεθάνιο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας π.χ. σε συστήματα θερμικής επεξεργασίας ΣΑ. Η επεξεργασία αυτή, πραγματοποιείται σε κλειστούς αντιδραστήρες σε ελεγχόμενες συνθήκες, με στόχο την ανάκτηση ενέργειας, τη μείωση του όγκου των ΑΣΑ και τη βιολογική σταθεροποίησή τους (Τερζής, 2009).

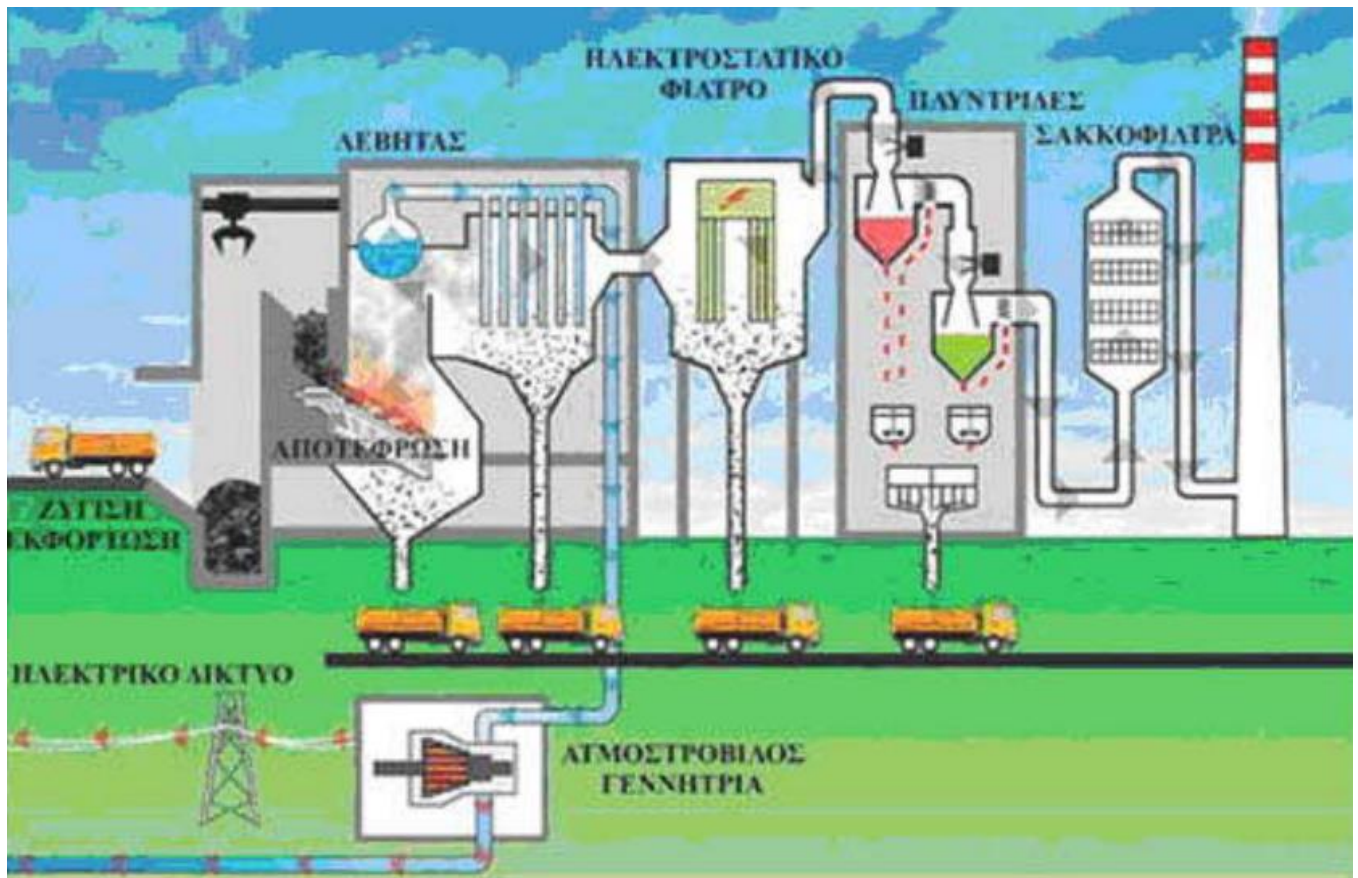
1.5.5 Θερμική Επεξεργασία (Καύση/Αποτέφρωση)

Η θερμική επεξεργασία των ΑΣΑ «περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες μετατροπής του περιεχομένου τους σε αέρια, υγρά και στερεά προϊόντα, με ταυτόχρονη ή συνεπακόλουθη αποδέσμευση θερμικής ενέργειας». Η καύση ή αποτέφρωση των ΣΑ, η οποία αποτελεί μια αρκετά παλιά διεργασία, είναι η οξείδωση, δηλ. η ένωση των χημικών στοιχείων των ΣΑ με οξυγόνο (Τερζής, 2009). Αυτό πραγματοποιείται είτε με τη χρήση συγκεκριμένης ποσότητας οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη καύση (στοιχειομετρική καύση), είτε με περισσότερο από το αναγκαίο για τη στοιχειομετρική καύση οξυγόνο (περίσσεια καύση) (Ανδρεαδάκης, και συν., 2003). Οι μονάδες αποτέφρωσης, ως καύσιμη ύλη χρησιμοποιούν α)σύμμεικτα ΑΣΑ ή β)εναλλακτικά καύσιμα που προκύπτουν από το διαχωρισμό των ΑΣΑ, όπως το RDF, τα συστατικά του οποίου ελέγχονται, καθιστώντας έτσι τις μονάδες της δεύτερης κατηγορίας αποτελεσματικότερες στη λειτουργία και τον έλεγχο των εκπομπών (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

Εκτός από την αποτέφρωση η οποία είναι η πιο συνηθισμένη, μεθόδους θερμικής επεξεργασίας αποτελούν επίσης: η πυρόληση, η οποία γίνεται απουσία οξυγόνου και η αεροποίηση, η οποία αποτελεί μια ενδιάμεση κατάσταση.

Τα προϊόντα της καύσης είναι: α) αέρια εκπομπές, που περιέχουν μονοξείδιο του άνθρακα, ατμούς, διοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου κλπ. και υφίστανται επεξεργασία ώστε να ικανοποιούν τα ανώτατα όρια εκπομπών και β)στερεά υπολείμματα, όπως τέφρα από τους λέβητες, σκόνη των καπναερίων και υπολείμματα καθαρισμού των αερίων, που αντιστοιχούν στο 20-40% του αρχικού βάρους των ΑΣΑ (Παναγιωτακόπουλος, 2007). Σημαντικό επίσης προϊόν της

καύσης, αποτελεί η θερμότητα. Για την αξιοποίηση της παραγόμενης θερμότητας και την ανάκτηση ενέργειας στους σύγχρονους αποτεφρωτές, υπάρχουν ειδικοί λέβητες, όπου η παραγόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού και στη συνέχεια για παραγωγή θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας (Λάλας, και συν., 2007). Στην Εικόνα 4, αποτυπώνεται μια τυπική μονάδα αποτέφρωσης ΑΣΑ με ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 3: Τυπική μονάδα αποτέφρωσης ΑΣΑ με ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποβλήτων

Οι θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας, χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Θερμικής Επεξεργασίας

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Αποδεδειγμένη εφαρμογή, πολυάριθμες μονάδες σε όλη την Ευρώπη	Περιορισμένη κοινωνική αποδοχή
Δυνατότητα επεξεργασίας μεγάλου εύρους υλικών	Εξάρτηση από τη σύνθεση / χαρακτηριστικά των ΑΣΑ
Οι τεχνολογικές εξελίξεις επέτρεψαν την εγκατάσταση μονάδων καύσης σε μικρότερη κλίμακα	Αυξημένη οπτική όχληση
Χωροθέτηση μικρότερης έκτασης συγκριτικά με ΧΥΤΑ για τη λειτουργία της μονάδας	Μέρος της τέφρας είναι επικίνδυνο και απαιτεί ξεχωριστή επεξεργασία και χώρο διάθεσης επικίνδυνων αποβλήτων
Ανάκτηση ενέργειας	Υψηλό κόστος επένδυσης και λειτουργίας

1.5.6 Εδαφική Διάθεση (Υγειονομική Ταφή)

Η εδαφική διάθεση ή υγειονομική ταφή, αποτελεί αναπόφευκτο τμήμα κάθε συστήματος διαχείρισης των ΑΣΑ, καθώς από όλες τις μεθόδους επεξεργασίας παράγονται υπολείμματα που καταλήγουν σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (ΧΥΤΑ) (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

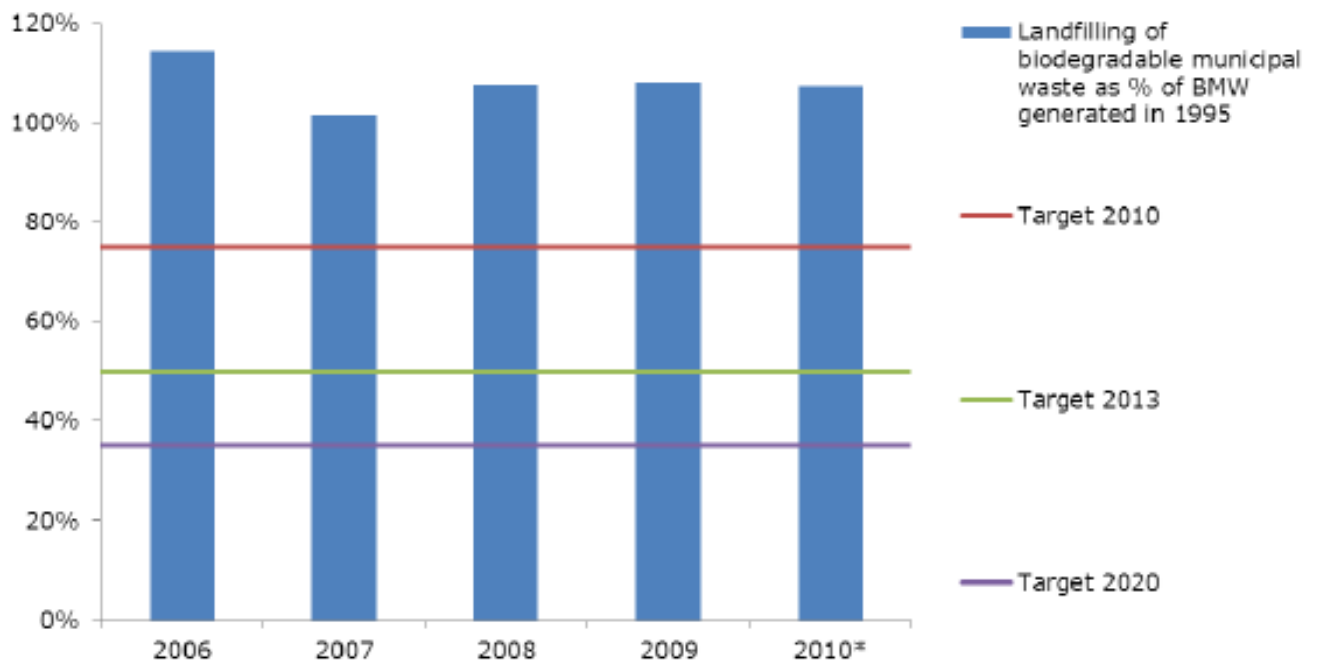
Ο ΧΥΤΑ, είναι ένας υπεδάφιος ή υπερδάφιος κατάλληλα διαμορφωμένος χώρος, ώστε να αποτίθενται σε αυτόν ΣΑ και να ελέγχονται τα προϊόντα της αποσύνθεσής τους έως ότου καταστούν μη επικίνδυνα για το περιβάλλον και την υγεία.. Όσον αφορά τη λειτουργία του ΧΥΤΑ, ο πυθμένας και οι πλευρές της υπεδάφιας διαμόρφωσης στεγανοποιούνται με αργλικές ή συνθετικές μεμβράνες. Στη συνέχεια, τα απόβλητα εναποτίθενται είτε κατ' επέκταση, είτε σε κυψέλες ή κύτταρα και στο τέλος κάθε ημέρας εργασίας η επιφάνεια των απορριμμάτων καλύπτεται με εδαφικό ή άλλο υλικό, για την απομόνωση των απορριμμάτων από το περιβάλλον. Μετά την κάλυψη του διαθέσιμου χώρου, ο χώρος καλύπτεται με στεγανό κάλυμμα, πάνω στο οποίο μπορεί να αναπτυχθεί βλάστηση και απαιτείται μέριμνα ώστε μελλοντικά στο χώρο να αναπτυχθούν χρήσεις, οι οποίες θα είναι συμβατές με τις χρήσεις γης της ευρύτερης περιοχής (Ανδρεαδάκης, και συν., 2003). Στο εσωτερικό του ΧΥΤΑ, τα απόβλητα αποσυντίθενται, αρχικά υπό αερόβιες και στη συνέχεια υπό αναερόβιες συνθήκες, με αποτέλεσμα την παραγωγή βιοαερίου και στραγγισμάτων αντίστοιχα, τα οποία θα πρέπει να απομακρύνονται με ελεγχόμενο

τρόπο. Η λειτουργία των ΧΥΤΑ, χαρακτηρίζεται από ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα σημαντικότερα εκ των οποίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Εδαφικής Διάθεσης

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Μικρό κόστος λειτουργίας	Μεγάλη απαιτούμενη έκταση
Σχετικά εύκολη τεχνολογία	Παραγωγή μεθανίου (εφόσον δεν καίγεται το βιοαέριο)
Επαναχρησιμοποίηση χώρου μετά την πλήρωση	Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα (εφόσον καίγεται το βιοαέριο)
Παραγωγή βιοαερίου και πιθανή αξιοποίησή του	Κοινωνική αντίδραση για τη χωροθέτηση
	Μεγάλη περίοδος μεταφροντίδας

Διάγραμμα 3:Υγειονομική Ταφή Βιοαποδομήσιμου κλάσματος ΑΣΑ στην Ελλάδα



Πηγή: (Bakas, et al., 2013), ΕΕ

1.5 Ευρωπαϊκή Στρατηγική Διαχείρισης Απορριμμάτων (Ευρωπαϊκή Οδηγία 2008/98 ΕΚ)

Η διαχείριση των αποβλήτων για την ΕΕ δεν είναι ένα καθαρά περιβαλλοντικό θέμα , αλλά ένα θέμα κοινωνικό-οικονομικό αλλά και ηθικό για τις επόμενες κυρίως γενιές. Η Ευρωπαϊκή Στρατηγική για τη Διαχείριση των Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) αποτυπώνεται μέσα από την τελευταία οδηγία της ΕΕ την 2008/98 ΕΚ, και έχει στόχο οι Ευρωπαίοι Πολίτες να έχουν τη δυνατότητα να ζήσουν μια βελτιωμένη βιώσιμη ανάπτυξη, προστατεύοντας τους πολίτες και το περιβάλλον και με αποτελεσματικότερη προστασία των φυσικών πόρων [2].

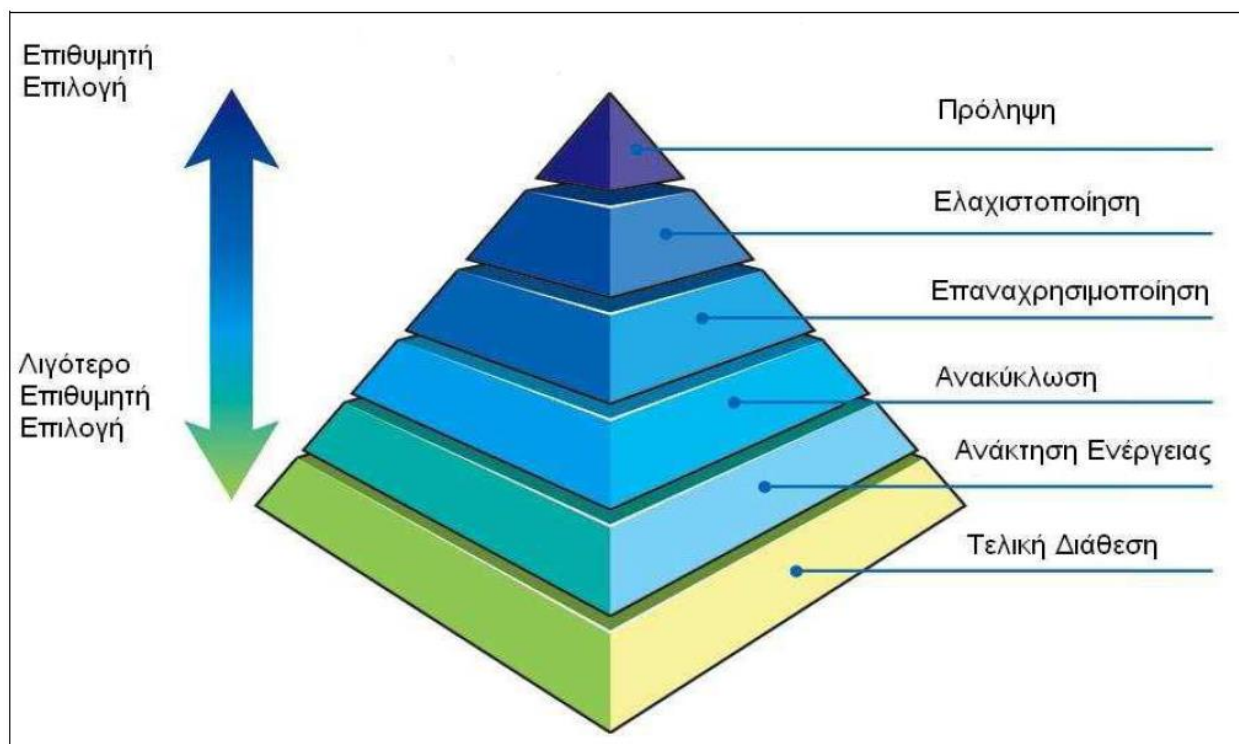
Η Οδηγία 2008/98 βάζει μια τάξη στη διαχείριση των, επικίνδυνων και μη, αποβλήτων καθώς καθορίζει το σχετικό ειδικό νομικό πλαίσιο. Αποσαφηνίζει, βασικές έννοιες όπως "απόβλητο", "ανάκτηση", "ανακύκλωση", "διάθεση" και διαφυλάσσει τους φυσικούς πόρους με ενίσχυση της ανακύκλωσης και της ανάκτησης.

Η νέα Οδηγία καλείται να απαντήσει στα ερωτήματα των καιρών αναφορικά με τις επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος. Οραματίζεται μια Ευρώπη ως κοινωνία της ανακύκλωσης, ενίσχυσης της πρόληψης των αποβλήτων, ενίσχυση της αξιοποίησης των υλικών και θέτοντας στόχο η τελική διάθεση στο μέλλον να αποτελεί την εξαίρεση και όχι τον κανόνα. Καθιερώνεται λοιπόν η Ιεράρχηση των επιλογών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων γνωστή και ως (Waste Hierarchy) (σχήμα 4) με την οποία προτείνεται η ακόλουθη ιεράρχηση στις προτεραιότητες της πολιτικής διαχείρισης των αποβλήτων που τα κράτη-μέλη θα ακολουθήσουν (Άρθρο 4):

- Πρόληψη-Prevention
- Επαναχρησιμοποίηση-Preparing for re-use
- Ανακύκλωση-Recycling
- Ενεργειακή Ανάκτηση-Other Recovery (e.g energy recovery)
- Τελική Διάθεση-Disposal

Επιπρόσθετα, τίθενται στόχοι για τα κράτη μέλη από την ΕΕ με συγκεκριμένα χρονικά περιθώρια και ποσοτικά όρια. Καθορίζοντα δηλαδή ποιοτικές και ποσοτικές κλίμακες ώστε να υπάρχει παρακολούθηση και αξιολόγηση. Οι βασικοί στόχοι που θέτει η Οδηγία είναι:

- Μείωση των αποβλήτων, 20% μέχρι το 2010, 50% μέχρι το 2050
- Στόχοι Ανακύκλωσης ανά υλικό (πλαστικό, γυαλί, χαρτί, μέταλλα 50% έως το 2020) (άρθρο 11)
- Εδραίωση ξεχωριστής συλλογής χαρτιού, γυαλιού, πλαστικού και μετάλλου τουλάχιστον μέχρι το 2015
- Για το οργανικό κλάσμα αποβλήτων προβλέπεται ξεχωριστή συλλογή, παραγωγή περιβαλλοντικά ασφαλών προϊόντων από αυτά και επεξεργασία με υψηλά περιβαλλοντικά φιλικό δείκτη (άρθρο 22).



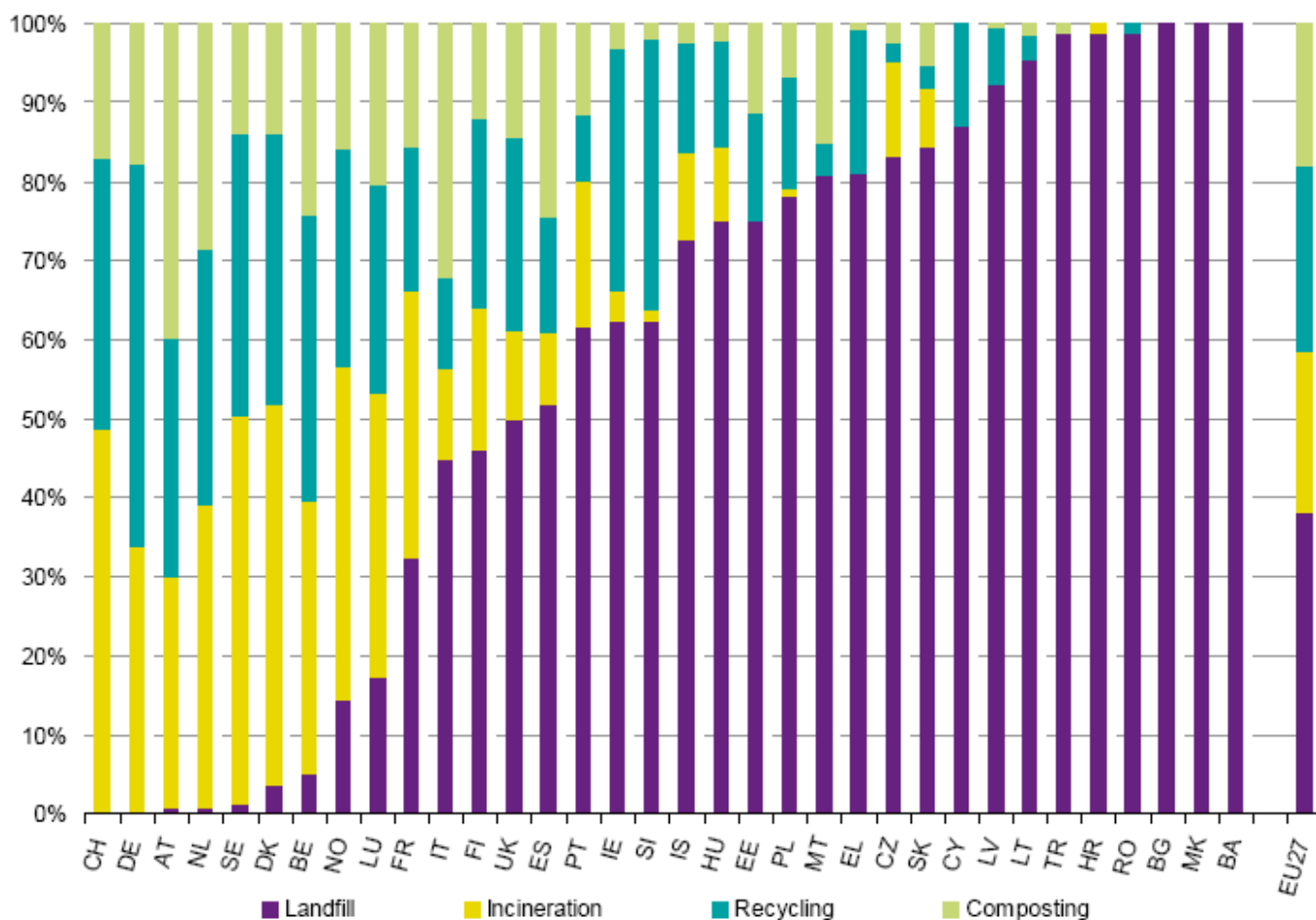
Σχήμα 3: Ιεράρχηση επιλογών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων (Ε.Ε)

Τα σύγχρονα συστήματα Διαχείρισης Απορριμμάτων είναι ιδιαίτερα σύνθετα συστήματα που καλούνται να διαχειριστούν ένα μίγμα ετερογενών υλικών και κλασμάτων και πολλές φορές η Waste Hierarchy δεν δύναται με σαφήνεια να δώσει απαντήσεις σε ερωτήματα ουσίας που έχουν να κάνουν με το ποια τεχνολογία διαχείρισης αποβλήτων είναι περιβαλλοντικά φιλικότερη σε κάθε ξεχωριστή περίπτωση ή ποιος ο ιδανικός συνδυασμός τεχνολογιών διαχείρισης για μια κοινωνία ή μια περιοχή ευρύτερα. Αυτός είναι ίσως ο λόγος για τον οποίο η συγκεκριμένη Οδηγία εισάγει για πρώτη φορά την έννοια του Life Cycle Thinking αναφορικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων. Στο Άρθρο 4 αναφέρει: <<.. When applying the waste hierarchy referred to in

paragraph 1, Member States shall take measures to encourage the options that deliver the best overall environmental outcome. This may require specific waste streams departing from the hierarchy where this is justified by **life-cycle thinking** on the overall impacts of the generation and management of such waste>>.

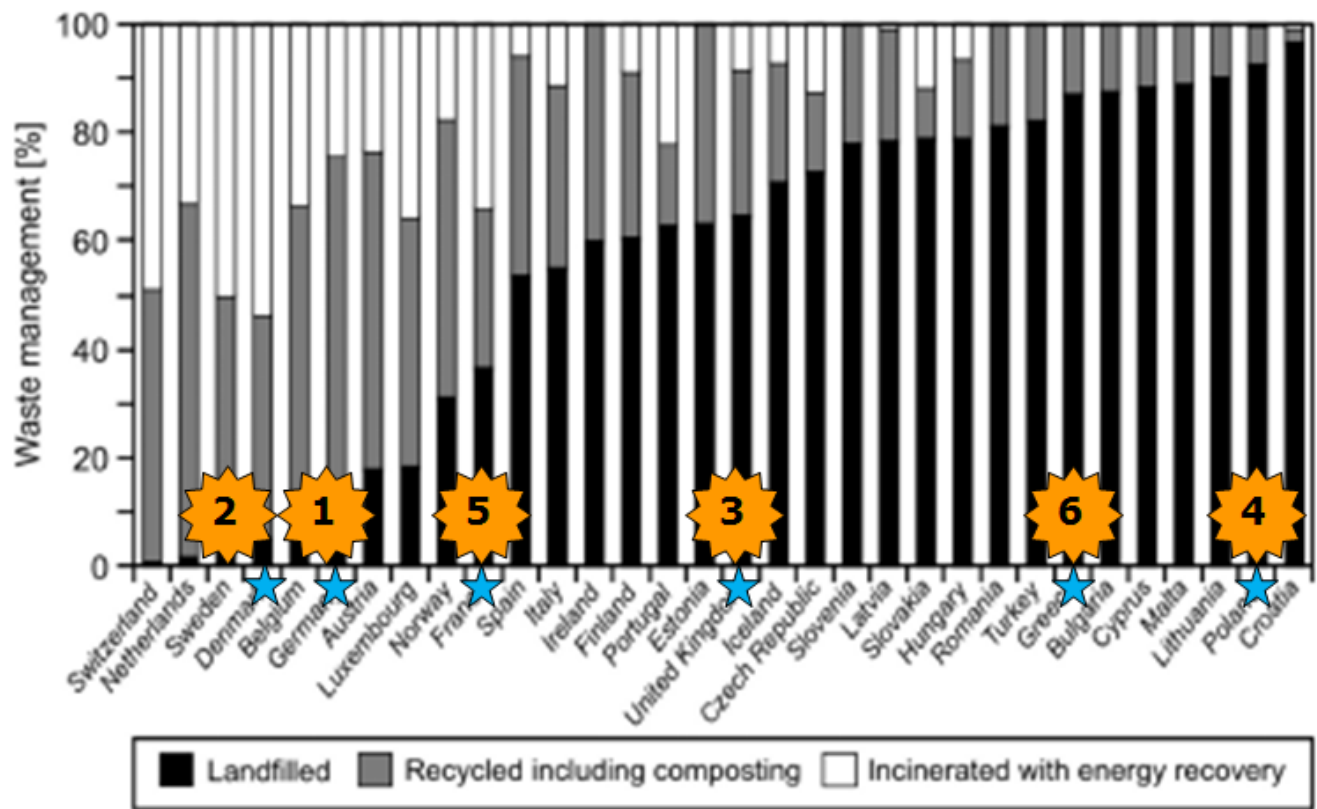
Αναφέρεται στο Life Cycle Thinking (LCT) δηλαδή στο τρόπο προσέγγισης σχεδιασμού και διαχείρισης των συστημάτων διαχείρισης των απορριμμάτων με όρους Ανάλυσης Κύκλου Ζωής. Παρέχει στα κράτη μέλη τη δυνατότητα να παρεκκλίνουν των αρχών της Waste Hierarchy μόνο στις περιπτώσεις που αυτό αποδεικνύεται από την Ανάλυση του Κύκλου Ζωής των διαδικασιών.

Έτσι για παράδειγμα μελετώντας το διάγραμμα 1, στο οποίο απεικονίζεται ο τρόπος διαχείρισης των απορριμμάτων από τα 27 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μπορούμε να κατατάξουμε τα κράτη με όρους του Waste Hierarchy όπως είναι στη σειρά τοποθετημένα. Δηλαδή το κράτος με το μικρότερο ποσοστό επί του συνόλου στην υγειονομική ταφή πρώτο και αυτό με το μεγαλύτερο τελευταίο. Η Ελλάδα κατατάσσεται στην 23^η θέση με το κριτήριο της υγειονομικής ταφής .



Διάγραμμα 4: European waste management -2009 (Eurostat 2012)

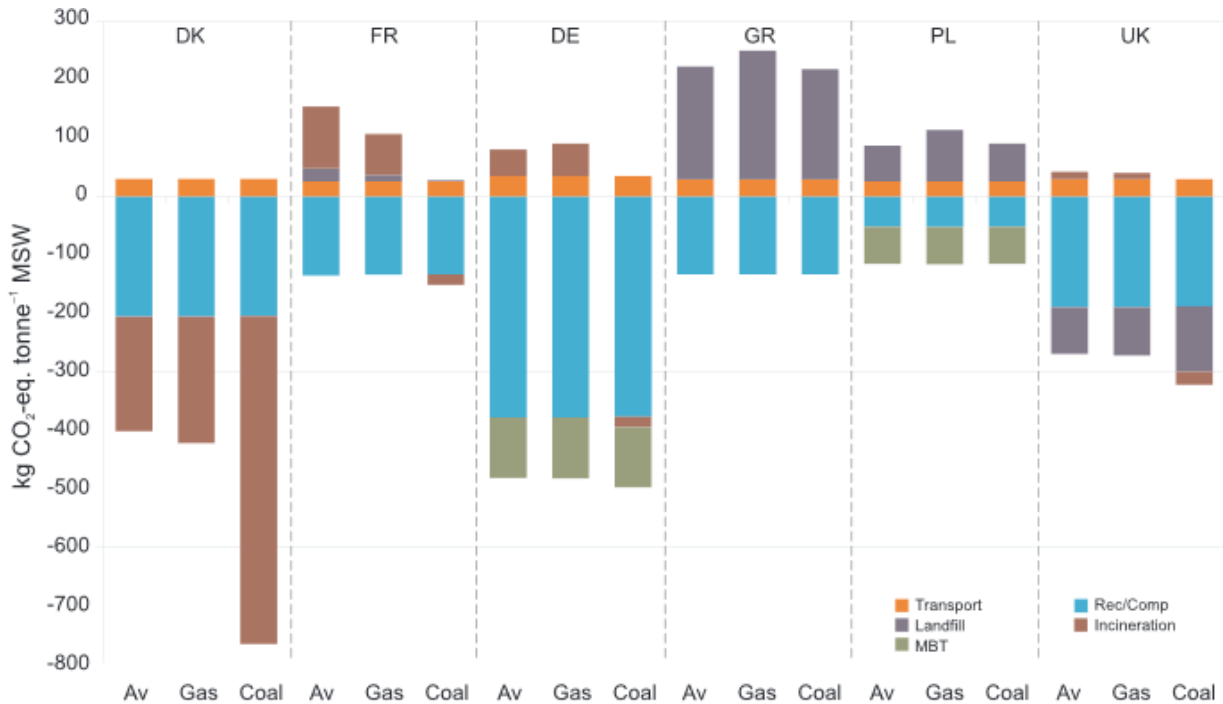
Εάν μελετήσουμε όμως τους ΧΥΤΑ της Ελλάδος στους οποίους στη συντριπτική τους πλειονότητα (42 από τους 45) δεν εκμεταλλεύονται το παραχθέν βιοαέριο [3], σε μια κατηγορία επίπτωσης όπως η κλιματική αλλαγή, θα αποδειχθεί ότι ο τρόπος που η Ελλάδα διαχειρίζεται τα απόβλητα της στο θέμα της υγειονομικής ταφής είναι με περιβαλλοντικούς όρους “χειρότερος” από άλλων κρατών που στο παραπάνω διάγραμμα με όρους Waste Hierarchy είχαν τοποθετηθεί χαμηλότερα. Η μελέτη των (Gentil, et al., 2009), εξετάζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από ένα τόνο ΑΣΑ σε 6 κράτη μέλη, στην κατηγορία κλιματική, Διάγραμμα 2, και αποδεικνύει ότι ένας τόνος ΑΣΑ από την Ελλάδα επιβαρύνει περισσότερο το περιβάλλον από ένα τόνο ΑΣΑ της Πολωνίας η οποία όμως στέλνει μεγαλύτερο ποσοστό υλικών επί του συνόλου για υγειονομική ταφή. Αυτή η μελέτη εφαρμόζει την Ανάλυση Κύκλου Ζωής. Τα αποτελέσματα της μελέτης απεικονίζονται στο διάγραμμα 3.



Διάγραμμα 5: Waste management Europe–GHG profile (Gentil, et al., 2009)

Στο Διάγραμμα 3 απεικονίζεται η απόδοση στην κατηγορία κλιματική αλλαγή από τη διαχείριση 1 τόνου ΑΣΑ από 6 διαφορετικά κράτη μέλη για το έτος 2007. Για κάθε κράτος μέλος

παρουσιάζονται τρεις υποθέσεις για το ενεργειακό υποκατάστατο.(AV: εθνικός μέσος όρος ενεργειακού μίγματος για το 2007, GAS:100% ενέργεια από αέριο., COAL:100% ενέργεια από άνθρακα. Η απόδοση για κάθε τεχνολογία παρουσιάζεται σε καθαρό Global Warning Factor (GWF) φορτίο ή εξοικονόμηση φορτίου (kg CO₂ eq- tonne⁻¹) ΑΣΑ.



Διάγραμμα 6: Απόδοση 1 τόνου ΑΣΑ από 6 κράτη Μέλη (Gentil, et al., 2009)

Τα κράτη μέλη που εξετάζονται είναι: η Δανία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ελλάδα, η Πολωνία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Στη μελέτη αυτή αποδεικνύεται σε κάποιες χώρες επιτυγχάνεται υψηλό Global Warning Factor (GWF) λόγω του υψηλού επιπέδου της ανάκτησης ενέργειας και υλικού υποκαθιστώντας ενέργεια από ορυκτά καύσιμα και την παραγωγή πρώτων υλών, ιδίως στη Δανία και τη Γερμανία. Η μελέτη έδειξε ότι, παρά την ισχυρή ρύθμιση της διαχείρισης των αποβλήτων σε ευρωπαϊκό επίπεδο, (WASTE HIERARCHY) υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην απόδοση GWF μεταξύ των κρατών μελών, λόγω των σχετικών διαφορών της σύνθεσης των αποβλήτων, το είδος των τεχνολογιών διαχείρισης των αποβλήτων που διατίθενται σε εθνικό επίπεδο, και τη μέση απόδοση αυτών των τεχνολογιών.

Έτσι εξετάζοντας την υπόθεση της Δανίας, φαίνεται από το διάγραμμα 3, ότι οι επιπτώσεις για αυτή τη χώρα τοποθετούνται κάτω από τον άξονα των Χ, πλην του τμήματος Transportation. Αυτό σημαίνει ότι από τη διαχείριση 1 τόνου στη Δανία αποβλήτων, παράγονται περιβαλλοντικά οφέλη, στην κατηγορία επίπτωσης κλιματική αλλαγή. Αυτό εξηγείται εύκολα καθώς η Δανία χρησιμοποιεί θερμική κατεργασία για τα απόβλητά της σε μεγάλο βαθμό, από την οποία παράγεται ενέργεια (ηλεκτρισμός και θερμότητα), που με τη σειρά της εξοικονομεί περιβαλλοντικούς πόρους από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμου για παράδειγμα για την παραγωγή αντίστοιχης ποσότητας ηλεκτρισμού ή θερμότητας. Επιπλέον δεν υπάρχουν εκπομπές βιοαερίου από τους χώρους τελικής διάθεσης των αποβλήτων. Συγκρίνοντας την αντίστοιχη απόδοση της θερμικής κατεργασίας στη Γαλλία, φαίνεται ότι οι επιπτώσεις σε αυτή τη χώρα από τη θερμική κατεργασία 1 τόνου ΑΣΑ, βρίσκονται πάνω από τον άξονα των Χ, όποτε επιφέρουν περιβαλλοντική επιβάρυνση στην κατηγορία κλιματική αλλαγή.

Ομοίως μπορούμε εξετάζοντας τις υπόλοιπες χώρες να καταλήξουμε σε ανάλογα συμπεράσματα. Αυτό που μπορεί εύλογα να διαπιστωθεί από τη μελέτη αυτή είναι, ότι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής ως μεθοδολογία μπορεί να δώσει ποσοτικά και ποιοτικά συμπεράσματα, όσον αφορά στη διαχείριση των αποβλήτων, ιδιαίτερα χρήσιμα για την αξιολόγηση της, τον επανασχεδιασμό και βελτιστοποίηση της με περιβαλλοντικά πάντα κριτήρια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ανάλυση Κύκλου Ζωής

2.1 Ορισμός της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

«Η ανάλυση κύκλου ζωής είναι η διαδικασία καταγραφής και ανάλυσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός προϊόντος (χρήσης ενέργειας και πρώτων υλών, ρύπανση ατμόσφαιρας, νερού, εδάφους κ.ο.κ.) καθ' όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής του, από τη σύλληψη μέχρι την απόρριψή του». Στον παραπάνω ορισμό, ο όρος «προϊόν» έχει ευρύτερη έννοια καθώς με την ΑΚΖ μπορούν επίσης να μελετηθούν και να αναλυθούν μια σειρά από διεργασίες και δραστηριότητες της σύγχρονης κοινωνίας (Kloepffer, 1992).

Η εφαρμογή της ΑΚΖ υπολογίζει αθροιστικά το σύνολο των επιπτώσεων στο περιβάλλον κατά την παραγωγή των αγαθών-υπηρεσιών με στόχο όταν καταγραφούν όλες εκείνες οι επιπτώσεις του Κύκλου ζωής, να μπορεί να υπολογίσει με ακρίβεια τη συνολική επίδραση στο περιβάλλον αλλά και να προτείνει συγκεκριμένες λύσεις βελτίωσης αυτών.

2.2 Μεθοδολογία και Στάδια-Φάσεις της ΑΚΖ

Η εφαρμογή της ΑΚΖ για ένα προϊόν ή μια διαδικασία-διεργασία, συνίσταται στην μελέτη σύνθετων διεργασιών που εξετάζουν το σύνολο των διαδικασιών παραγωγής του προϊόντος ή της διαδικασίας.

Η μελέτη του προβλήματος ξεκινά:

- Με την ανάκτηση των πρώτων υλών που απαιτούνται για την παραγωγή του προϊόντος που μπορεί να γίνει με εξόρυξη από το υπέδαφος τον αέρα ή την θάλασσα των πρώτων υλών ή ακόμα και της ενέργειας που απαιτείται.
- Κατόπιν εξετάζεται ολόκληρη η διαδικασία κατασκευής και η ενέργεια που απαιτείται για την ολοκλήρωσή της για το ίδιο το αγαθό ή για άλλα ενδιαμέσα προϊόντα ή διαδικασίες που είναι απαραίτητες για την ολοκλήρωση της παραγωγής του.
- Η μεταφορά των υλικών που απαιτείται στο σύνολο της ζωής του αγαθού, που ξεκινά από τη μεταφορά των πρώτων υλών, τη διανομή των αγαθών-προϊόντων στα δίκτυα διανομής και τέλος τη μεταφορά του- και τη διάθεσή του ως αστικό ή άλλου είδους απόρριμμα),

καθώς και τη χρήση του προϊόντος ή άλλες δραστηριότητες που σχετίζονται με αυτή κατά τον ωφέλιμο χρόνο ζωής του.

- Το στάδιο χρήσης και συντήρησης του αγαθού που περιλαμβάνει την χρησιμοποίηση του προϊόντος μετά την πώλησή του.
- Τέλος, τα δύο τελευταία στάδια ανακύκλωσης και διαχείρισης των απορριμμάτων του, αναφέρονται στις τελευταίες φάσεις της ζωής του προϊόντος κατά τις οποίες έχει πλέον μεταβληθεί από χρήσιμο προϊόν σε απόρριμμα, και το οποίο ενδεχομένως ανακυκλώνεται (Curran, 1993).



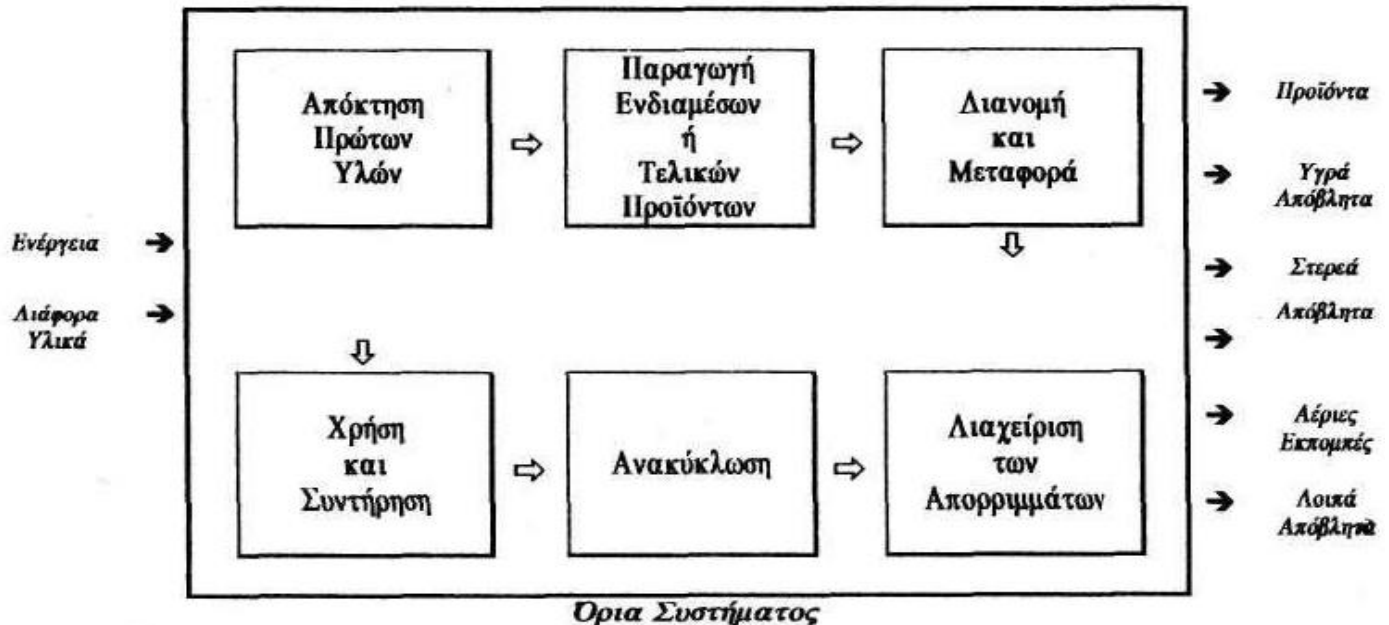
Σχήμα 4: Σχηματική παράσταση για τον κύκλο ζωής ενός αγαθού.

Στα σχήματα 5 και 6 αναπαρίστανται σχηματικά τα παραπάνω έξι (6) στάδια της μελέτης ζωής ενός προϊόντος καθώς και οι εισροές-εκροές του σε ένα τέτοιο σύστημα. Επιγραμματικά περιλαμβάνονται οι πρώτες ύλες (raw materials), η βιομηχανική παραγωγή (manufacturing), οι μεταφορές (transport), η συναρμολόγηση και η συσκευασία (assembly, packaging), η χρήση (use), η ανακύκλωση (recycling), η διάθεσή του ως απόβλητο (disposal).

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

Εισροές

Εκροές



Σχήμα 5: Τα υποσυστήματα Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος

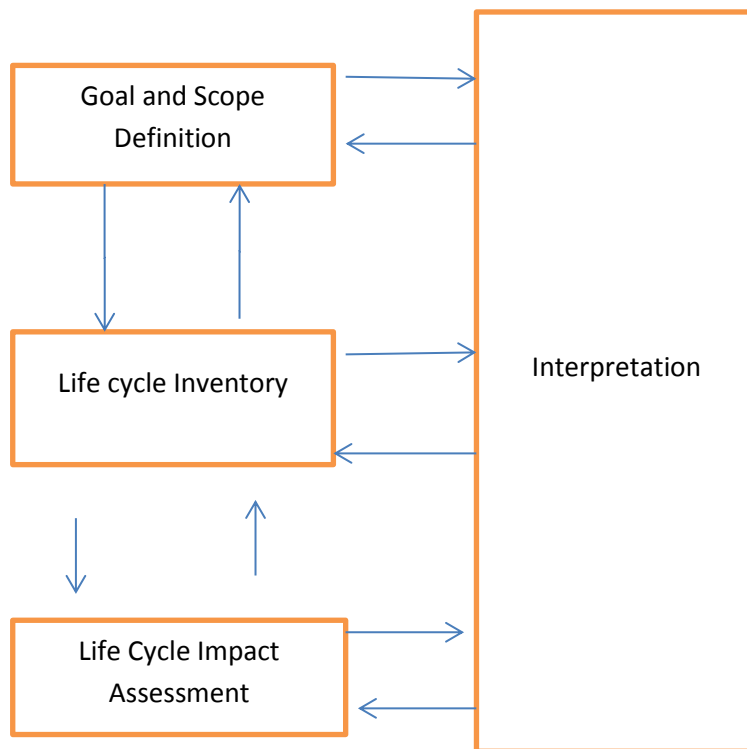
Η ΑΚΖ λοιπόν, είναι μια σύνθετη διεργασία που για να είναι επιτυχής και ολοκληρωμένη πρέπει να οργανωθεί σε τέσσερα βασικά στάδια- φάσεις, οι οποίες και ακολουθούνται κατά την εφαρμογή του υπό μελέτη προβλήματος :

1. Ο καθορισμός του σκοπού και του πλαισίου της μελέτης (Goal and Scope Definition).
2. Η ανάλυση καταγραφής κύκλου ζωής (Life Cycle Inventory Analysis).
3. Η ανάλυση/αξιολόγηση επιπτώσεων κύκλου ζωής (Life Cycle Impact assessment).
4. Η ανάλυση Βελτιώσεων κύκλου ζωής ή ολοκλήρωση (Life Cycle Improvement Analysis)/Interpretation.

Σημειώνεται, ότι η μεθοδολογία για την ανάπτυξη και μελέτη προβλημάτων ΑΚΖ έχουν τυποποιηθεί από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποιήσεων- International Organization for Standardization (ISO). Η σειρά ISO περιγράφει τις τέσσερις φάσεις της ΑΚΖ: Goal and Scope (ISO 14041), Life Cycle Inventory (ISO 14041), Life Cycle Impact Assessment (ISO 14042), and Life Cycle Interpretation (ISO 14043). Το 2006 αυτά τα πρότυπα αναθεωρήθηκαν και συγχωνεύτηκαν σε ένα πρότυπο, ISO 14044 (ISO, 2006).



Σχήμα 6: Η Δομή μίας ΑΚΖ κατά ISO 14044



Σχήμα 7: Η Δομή μίας ΑΚΖ κατά ISO 14044

2.2.1 Φάση Πρώτη: Προσδιορισμός Σκοπού και Αντικείμενο Μελέτης (Goal and Scope Definition)

Γενικά

Ο καθορισμός του σκοπού και αντικειμένου της μελέτης είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό στάδιο στην εφαρμογή της τεχνικής γιατί από αυτό θα εξαρτηθεί η έκταση της μελέτης 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:

- Ο αντικειμενικός σκοπός της μελέτης.
- Ο καθορισμός της μονάδας αναφοράς.
- Ο ορισμός και η περιγραφή των ορίων του συστήματος.
- Ο καθορισμός των ποιοτικών προδιαγραφών για τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν.
- Η χρονική παράμετρος της μελέτης καθώς και ο γεωγραφικός τόπος που λαμβάνει χώρα
- Οι τεχνολογίες που αντιπροσωπεύουν την κάθε διεργασία (Christensen, 2010)

Στη συνέχεια θα αναλυθούν περαιτέρω το κάθε ένα από τα παραπάνω βήματα σε σχέση με τη διαχείριση απορριμμάτων.

Εφαρμογή στη διαχείριση αποβλήτων

Σε όρους διαχείρισης αποβλήτων, το αντικείμενο μιας μελέτης LCA θα μπορούσε για παράδειγμα να είναι, σε μια συγκεκριμένη περιοχή της Ελλάδας, η σύγκριση διαφορετικών σεναρίων διαχείρισης πλαστικών προϊόντων από μια δημοτική αρχή, ώστε να προσδιοριστεί πιο από τα υπό αξιολόγηση σενάρια έχει τις συνολικά μικρότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Σε αυτή την περίπτωση, η γεωγραφική περιοχή στην οποία επικεντρώνεται η μελέτη, η σύνθεση των απορριμμάτων, οι κοινωνικές δομές, η νομοθεσία, ο πληθυσμός είναι παράγοντες που λαμβάνονται σημαντικά υπόψη και επηρεάζουν ανάλογα το τελικό αποτέλεσμα .

Το αντικείμενο της μελέτης-Μονάδα Αναφοράς (Functional Unit)

Η μονάδα αναφοράς είναι ένα βασικό στοιχείο της ΑΚΖ που πρέπει να καθορισθεί. Η μονάδα αναφοράς 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 μονάδας αναφοράς πιθανό να είναι δύσκολος, καθώς αυτή πρέπει να είναι ακριβής και συγκρίσιμος έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ολόκληρη τη μελέτη.

Για την εφαρμογή ανάλυσης κύκλου ζωής σε ένα σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ, η μονάδα αναφοράς πρέπει να περιλαμβάνει:

- Την ποσότητα των αστικών απορριμμάτων που διαχειρίζονται
- Τη σύνθεση των απορριμμάτων
- Τη χρονική διάρκεια της διαχείρισης
- Την ποιότητα-επίπεδο διαχείρισης του συστήματος

Όρια του Συστήματος

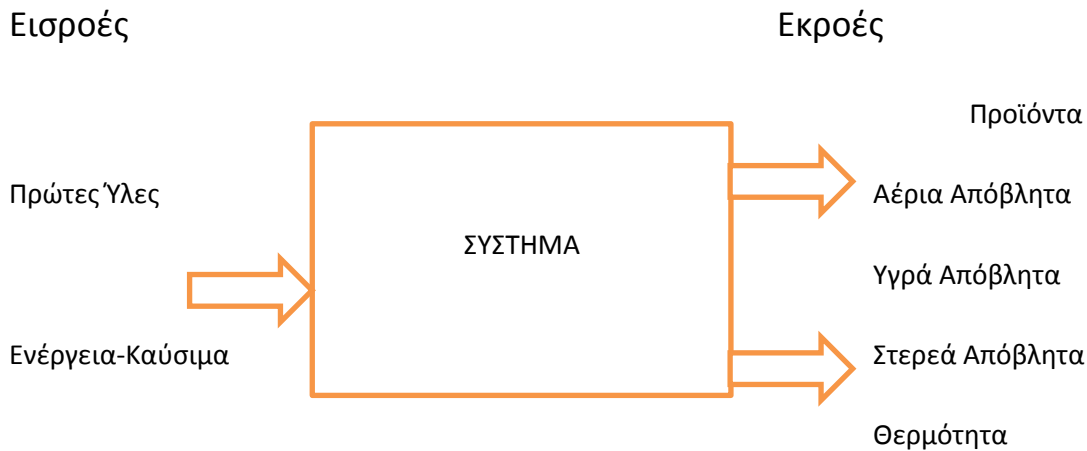
Στο ιδιαίτερα σημαντικό αυτό κομμάτι της μελέτης πρέπει να ορίζονται με σαφήνεια τα όρια του συστήματος διαχείρισης περιλαμβάνοντας, αναλυτική περιγραφή του κύκλου ζωής των απορριμμάτων που εισέρχονται στο σύστημα και ξεκάθαρο σχεδιασμό-διαχωρισμό των ορίων μεταξύ του συστήματος διαχείρισης και του περιβάλλοντος.

Τυπικά λοιπόν μια μελέτη θα μπορούσε να περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στη συλλογή, διαχείριση, απορριμμάτων και ανακυκλώσιμων, συμπεριλαμβάνοντας τη συλλογή, επεξεργασία, ανακύκλωση και τελική διάθεση.

2.2.2 Φάση Δεύτερη: Καταγραφή Δεδομένων-Life Cycle Inventory Analysis

Στο τμήμα αυτό της ΑΚΖ καταγράφεται κάθε τι το οποίο είτε εισέρχεται από το περιβάλλον(πρώτες ύλες, ενέργεια κ.λπ.) είτε εξέρχεται σε αυτό (προϊόντα, αέριοι και λοιποί ρύποι, παραπροϊόντα, απόβλητα κ.λπ.) ως αποτέλεσμα κάθε είδους δραστηριότητας που έχει σχέση με το προϊόν από την γέννησή του έως τον θάνατό του. Ασφαλώς, η ακριβής επίπτωση στο περιβάλλον που προκύπτει από κάθε δραστηριότητα στα στάδια παραγωγής των αγαθών είναι πολύ δύσκολο να προσδιορισθεί από την αρχή με ακρίβεια. Όταν τα δεδομένα της μελέτης δεν

επαρκούν μπορούν να χρησιμοποιηθούν μοντέλα προσομοίωσης. Αυτή η ροή της ενέργειας και των πρώτων υλών καθώς και των κάθε είδους ρύπων, φαίνεται παραστατικά στο σχήμα 9.



Σχήμα 8: Ροή Ενέργειας, Υλικών και ρυπαντών σε ένα σύστημα. (Thalmann, 1998).

2.2.3 Φάση Τρίτη: Ανάλυση Επιπτώσεων-Life Cycle Impact assessment

Αυτό το τμήμα της μελέτης ουσιαστικά απαντά στο ερώτημα για πιο λόγο να κάνουμε μια μελέτη Ανάλυσης Κύκλου Ζωής. Το βασικό ερώτημα είναι δηλαδή τι θέλουμε να προστατέψουμε. Σύμφωνα με τη SETAC (Society OF Environmental Toxicology and Chemistry) [4] στις παρακάτω τέσσερις περιοχές ενδιαφέροντος πρέπει να εστιαστεί η μελέτη των επιπτώσεων:

- Ανθρώπινη Υγεία
- Υγεία του Οικοσυστήματος
- Ανάλωση των φυσικών Πρώτων Υλών
- Ανθρώπινο περιβάλλον

Σε αυτή τη φάση αναλύονται λοιπόν, όλες οι επιπτώσεις στους παραπάνω τομείς που προσδιορίστηκαν στη προηγούμενη φάση της ανάλυσης. Οι υπό εξέταση επιπτώσεις έχουν μια χωρική διάσταση που πρέπει κάθε φορά να διευκρινίζεται. Ο διαχωρισμός είναι ως ακολούθως:

- Παγκόσμιες επιπτώσεις
 - Υπερθέρμανση Πλανήτη-Κλιματική Αλλαγή
 - Καταστροφή της ζώνης του όζοντος
- Περιφερειακές επιπτώσεις
 - Οξίνιση-Acidification

- Ευτροφισμός (στη γη-στη θάλασσα)
- Τοξικότητα για τον άνθρωπο
- Τοξικότητα για το οικοσύστημα
- Τοπικές επιπτώσεις
 - Χρήση γης
 - Οσμές
 - Ακτινοβολία
 - Ατυχήματα

Αναφορικά με την ανάλυση των φυσικών πόρων, μπορεί να γίνει η παρακάτω διάκριση:

- Ανάλυση μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων
 - Πετρέλαιο
 - Φυσικό Αέριο
 - Ορυκτά μεταλλεύματα
- Ανάλυση ανανεώσιμων φυσικών πόρων- Μείωση αβιοτικών πόρων
 - Δασική βιομάζα
 - Αγροτική βιομάζα
 - Υπόγεια ύδατα
 - Γλυκό νερό (Christensen, 2010)

2.2.3.1 Σημαντικές κατηγορίες επιπτώσεων που εξετάζει η AKZ

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα κάποιες από τις κατηγορίες επιπτώσεων που προαναφέρθηκαν (2010)(ILCD Handbook) και θα εμφανιστούν στα αποτελέσματα της μελέτης μας σε παρακάτω κεφάλαιο.

Μείωση αβιοτικών πόρων

Οι *αβιοτικοί πόροι (abiotic resources)* είναι φυσικοί πόροι (συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών πόρων) όπως το μέταλλευμα σιδήρου, το ακατέργαστο πετρέλαιο και άλλοι πόροι που θεωρούνται ως μη ζωντανοί.

Συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η αλλαγή κλίματος (climate change) ορίζεται ως η επίπτωση των ανθράκινων εκπομπών στη δυναμική της ακτινοβολίας (π.χ. απορρόφηση θερμικής ακτινοβολίας) της ατμόσφαιρας. Αυτό

μπορεί στη συνέχεια να προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στο οικοσύστημα, την ανθρώπινη υγεία και την υλική ευημερία. Η ενίσχυση της δυναμικής της ακτινοβολίας προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της γης. Αυτό αναφέρεται γενικά ως “ φαινόμενο του θερμοκηπίου” (greenhouse effect) (Guinée, et al., 2001). Οι τυπικές εκπομπές από τη διαχείριση των αποβλήτων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου περιλαμβάνουν καύσιμο διοξειδίου του άνθρακα, δινιτρικό οξείδιο και μεθάνιο. Κατά συνέπεια και οι θερμικές και οι βιολογικές διαδικασίες επεξεργασίας των αποβλήτων περιλαμβάνονται σε αυτό το δείκτη. (Τσιλέμου, και συν., 2005)

Τοξικότητα στον άνθρωπο

Αυτή η κατηγορία επιπτώσεων αφορά τις αρνητικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία των τοξικών ουσιών που εκπέμπονται στο περιβάλλον. Οι κίνδυνοι υγείας από την έκθεση σε τοξικές ουσίες στον εργασιακό χώρο περιλαμβάνονται μερικές φορές στην ΑΚΖ. Ανεπαρκείς πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων μπορούν να θέσουν σημαντική απειλή στην ανθρώπινη υγεία. Τα απόβλητα περιέχουν τοξικές ουσίες οι οποίες πρέπει να ρυθμίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η διείσδυσή τους στο περιβάλλον. Οι εκπομπές από τη διαχείριση των αποβλήτων με τη σημαντικότερη επίπτωση σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνουν: βαριά μέταλλα (χρώμιο, υδράργυρος, και μόλυβδος (Schwing 1999)), νικέλιο και χαλκός (Hellweg, et al., 2003), διοξίνες, βάριο και αντιμόνιο (Hellweg, et al., 2003).

Σχηματισμός φωτο-οξειδωτικών

Ο *σχηματισμός φωτο-οξειδωτικών (photo-oxidant formation)* είναι ο σχηματισμός αντιδραστικών χημικών ενώσεων, όπως το όζον, από τη δράση του ηλιακού φωτός σε ορισμένους βασικούς ατμοσφαιρικούς ρύπους. Οι αντιδραστικές αυτές ενώσεις μπορεί να είναι επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα και μπορεί επίσης να βλάψουν τις σοδειές. Οι σχετικοί τομείς προστασίας είναι η ανθρώπινη υγεία, το φυσικό περιβάλλον και οι φυσικοί πόροι (Guinée, et al., 2001).

Οξίνιση

Οι όξινοι ρύποι έχουν ευρεία ποικιλία επιδράσεων στο έδαφος, τα υπόγεια ύδατα, τα επιφανειακά νερά, τους ζωντανούς οργανισμούς και το δομημένο περιβάλλον. Διάφορες

προκαλούμενες από τον άνθρωπο εκπομπές είναι είτε όξινες είτε μετατρέπονται σε οξύ με διαδικασίες στον αέρα. Παραδείγματα τέτοιων εκπομπών είναι το διοξείδιο του θείου (το οποίο μετατρέπεται σε θειικό οξύ) και το οξειδίο του αζώτου (το οποίο μετατρέπεται σε νιτρικό οξύ). Όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων οι σημαντικότερες επιπτώσεις σε αυτή την κατηγορία προκύπτουν από τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου (Hellweg, et al., 2003) από θερμικές διαδικασίες, αμμωνίας από βιολογικές διαδικασίες (Schwing 1999) και οξειδίου του θείου από παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Ευτροφισμός

Ο *ευτροφισμός* (*eutrophication*) καλύπτει όλες τις πιθανές επιπτώσεις των υπερβολικά υψηλών περιβαλλοντικών επιπέδων των κύριων συστατικών ανάπτυξης των φυτών, τα σημαντικότερα από τα οποία είναι το άζωτο και ο φώσφορος. Ο θρεπτικός εμπλουτισμός μπορεί να προκαλέσει μια ανεπιθύμητη μεταβολή στη σύνθεση των ειδών και την παραγωγή πλεονάσματος βιομάζας και στα υδρόβια και τα επίγεια οικοσυστήματα. Μπορεί να καταστήσει τα επιφανειακά ύδατα ακατάλληλα για πόσιμο νερό. Μια αυξημένη παραγωγή βιομάζας σε υδρόβιο περιβάλλον οδηγεί σε πρόσθετη κατανάλωση οξυγόνου για την αποσύνθεση της βιομάζας (που μετριέται ως απαίτηση βιοχημικού οξυγόνου (Biochemical Oxygen Demand BOD)). Κατά συνέπεια οι εκπομπές του βιοαποδομήσιμου υλικού θα έχουν τα ίδια αποτελέσματα με τις εμπλουτισμένες εκπομπές θρεπτικών συστατικών, και επομένως το BOD θεωρείται επίσης ως πιθανότητα ευτροφισμού (Guinée, et al., 2001). Στη διαχείριση των αποβλήτων η δυνατότητα ευτροφισμού αποδίδεται στις ατμοσφαιρικές εκπομπές NOx και αμμωνίας (Hellweg, et al., 2003), όπως επίσης φωσφόρου (P) και αζώτου (N) στο νερό από βιολογικές διαδικασίες.

2.2.4 Φάση Τέταρτη: Life Cycle Improvement Analysis/Interpretation-Βελτιστοποίηση Επιπτώσεων-Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Σε αυτή τη φάση της ανάλυσης επιχειρείται να ερμηνευθούν τα αποτελέσματα της μελέτης και να διερευνηθούν δυνατότητες βελτίωσης του υπό μελέτη προβλήματος και των σχετικών με αυτό δραστηριοτήτων από περιβαλλοντικής σκοπιάς, με βάση τα αποτελέσματα των δύο προηγούμενων τμημάτων της ανάλυσης κύκλου ζωής .

Κεφάλαιο 3

Συνοπτική Περιγραφή Λογισμικού EASETECH

3.1 Εισαγωγή-EASETECH

Λογισμικά μοντέλα AKZ εξειδικευμένα στη διαχείριση των αποβλήτων μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως υποστήριξη λήψης αποφάσεων για την ανάπτυξη των τεχνολογιών για μια ποικιλία θεμάτων στο πλαίσιο της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Μπορεί για παράδειγμα να εξετάζουν εναλλακτικές λύσεις σε δημοτικό επίπεδο για τη διαχείριση των αποβλήτων, τον προσδιορισμό βασικών τομέων για τη βελτίωση των υφιστάμενων συστημάτων διαχείρισης των αποβλήτων, την αξιολόγηση των νέων τεχνολογιών επεξεργασίας, τις βέλτιστες ρυθμίσεις για τα εθνικά κριτήρια για την ανακύκλωση των υλικών, και να ποσοτικοποιούν τις επιπτώσεις από τη διαχείριση τους.

Πολλά μοντέλα AKZ προϊόντος και κάποια λιγότερα εξειδικευμένα μοντέλα AKZ αποβλήτων έχουν χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό ποσοτικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων τομέα της διαχείρισης των αποβλήτων. Είναι πολύ διαφορετικά μεταξύ τους σε σχέση με το επίπεδο λεπτομέρειας, την ευχρηστία, την ευελιξία, τις βάσεις δεδομένων που παρέχονται καθώς και το επίπεδο της αξιολόγησης των επιπτώσεων. Στην παρούσα εργασία το μοντέλο που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη διαχείριση των απορριμμάτων στο νομό Χανίων είναι το EASETECH.

Το EASETECH είναι ένα υπό ανάπτυξη μοντέλο Ανάλυσης Κύκλου Ζωής, για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών τεχνολογιών και έχει αναπτυχθεί από το Πολυτεχνείο της Δανίας [7]. Το EASETECH είναι ένα ακρωνύμιο για το **Environmental Assessment System for Environmental TECHNOlogies**. Ο πρωταρχικός στόχος του EASETECH είναι να εκτελεί αξιολόγηση του κύκλου ζωής (LCA) των πολύπλοκων συστημάτων χειρισμού ετερογενών ροών υλικών. Το EASETECH μοντελοποιεί τη χρήση των πόρων και της ανάκτησης, καθώς και τις περιβαλλοντικές εκπομπές που σχετίζονται με την περιβαλλοντική διαχείριση σε ένα πλαίσιο του κύκλου ζωής.

Οι δύο κύριες καινοτομίες του σε σύγκριση με άλλα λογισμικά AKZ έχουν ως εξής: Πρώτον, η έμφαση δίνεται στην μοντελοποίηση της ροής των υλικών, όπου κάθε ροή χαρακτηρίζεται ως ένα μείγμα από κλάσματα υλικών με διαφορετικές ιδιότητες. Επιπρόσθετα οι ροές υπολογίζονται σε

σχέση με τη μάζα και τη σύνθεση για όλο το ολοκληρωμένο σύστημα. Δεύτερον, το εργαλείο έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει την εύκολη ρύθμιση των σεναρίων χρησιμοποιώντας μια εργαλειοθήκη, με διεργασίες εντός των οποίων μπορεί ο χρήστης να διαχειριστεί τις ροές υλικών με διαφορετικούς τρόπους και διαφορετικούς υπολογισμούς των εκπομπών.

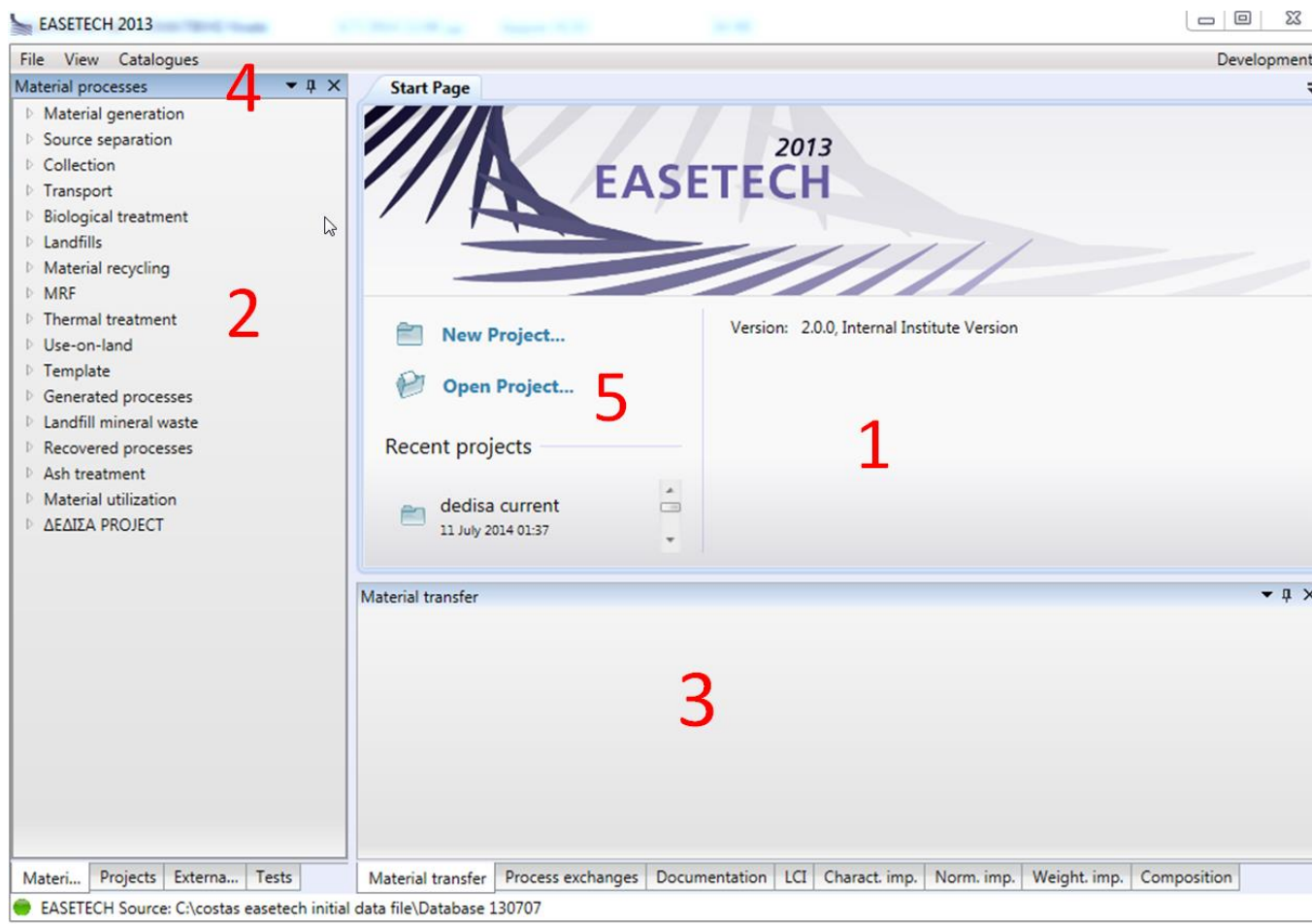
Ακολουθούν ορισμένες λειτουργίες και χαρακτηριστικά του λογισμικού καθώς και στιγμιότυπα αυτού για να μπορέσει ο αναγνώστης να πάρει μια ιδέα για τον τρόπο που λειτουργεί και μοντελοποιεί τα προβλήματα επεξεργασίας και διαχείρισης απορριμμάτων.

3.2 Αρχική Οθόνη

Η αρχική οθόνη του EASETECH απεικονίζεται στο το σχήμα 9:

Σε αυτή την οθόνη δίνεται η δυνατότητα πρόσβασης στις επιλογές που σημειώνονται με τους αριθμούς από 1 έως 5 και περιγράφονται παρακάτω με λεπτομέρεια

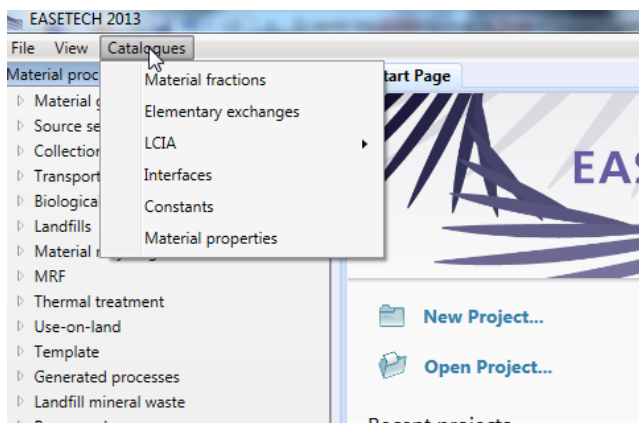
- Οθόνη 1:Εδώ εμφανίζονται γενικές πληροφορίες. Σε αυτό το χώρο ο χρήστης κτίζει το σενάριο του τραβώντας drag and drop από τα στοιχεία της οθόνης 2
- Οθόνη 2:Εδώ είναι οι διεργασίες υλικών Material Processes.Από εδώ επιλέγονται τα δομικά στοιχεία modules για να κτιστεί τι σενάριο.
- Οθόνη 3: Εδώ μπορείς να προσδιορίσεις με λεπτομέρειες τις διαδικασίες από την οθόνη 2.Η συγκεκριμένη οθόνη δουλεύει με καρτέλες tabs στο κάτω μέρος οι οποίες δείχνουν τις ιδιότητες τις ροές υλικών καθώς και αποτελέσματα για το όλο σύστημα ή ένα υποσύνολο αυτού.
- Δείκτης 4: Catalogues: Εδώ μπορείς να προσδιορίσεις δεδομένα και τιμές που είναι γενικά για όλο το μοντέλο
- Δείκτης 5 .Project Control:Από εδώ δημιουργείς ένα νέο, ή ανοίγεις ένα παλιό project. Αυτές οι ενέργειες μπορεί να γίνουν και από το file menu.



Σχήμα 9: Αρχική οθόνη EASETECH

3.3 Catalogues-Κατάλογοι

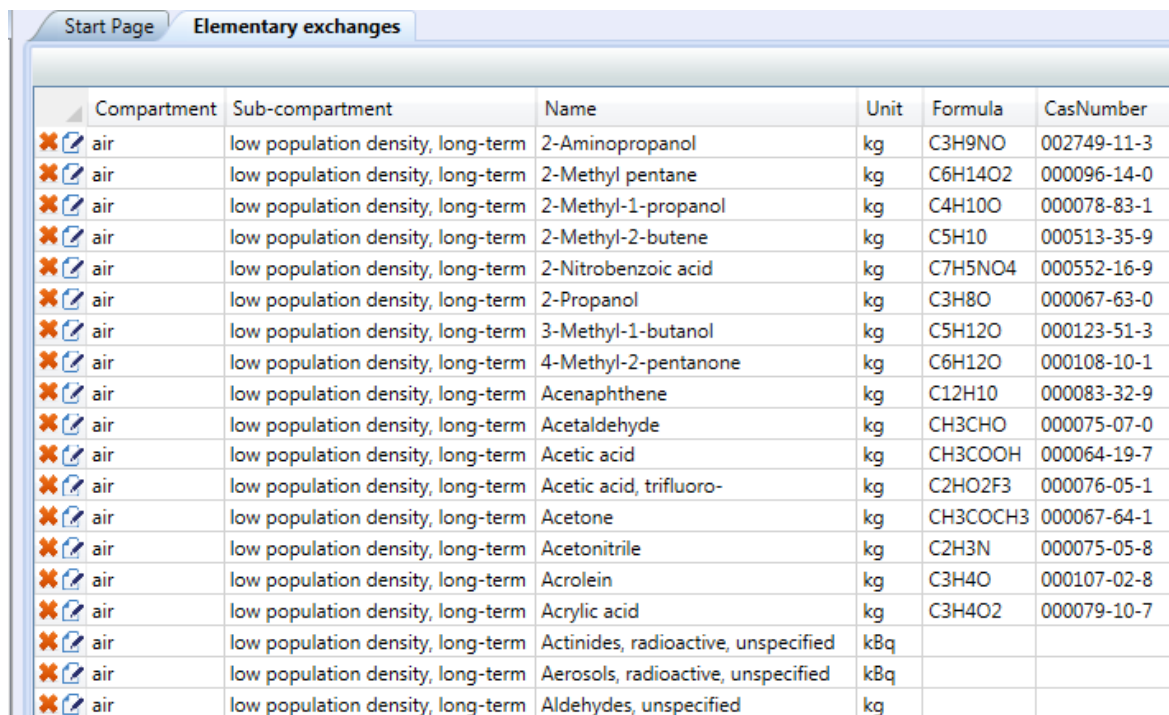
Οι κατάλογοι είναι για να προσδιορίζονται κάποιες τιμές που ισχύουν γενικά για όλο το μοντέλο και όλα τα projects. Χωρίζονται σε 6 κατηγορίες που περιγράφονται παρακάτω και φαίνονται ενδεικτικά στο σχήμα 10.



Σχήμα 10: Catalogues

3.3 Elementary Exchanges-Στοιχειώδεις Ανταλλαγές

Στις elementary Exchanges προσδιορίζονται-αποθηκεύονται όλες οι εκπομπές από όλα τα υποσύνολα του μοντέλου προς (αέρα, νερό, γη). Στο σχήμα 11 αποτυπώνονται κάποιες από αυτές τις εκπομπές. Η λίστα περιλαμβάνει όλες τις χημικές ενώσεις από τη βάση δεδομένων Eco-Invent και είναι αρκετά εκτενής. Αναφέρονται με την ονομασία της χημικής ένωσης και όχι το κοινό όνομα τους καθώς χωρίζονται και σε υποσύνολα τα οποία αργότερα θα χρησιμοποιηθούν ανάλογα από την Ανάλυση Επιπτώσεων.



Compartment	Sub-compartment	Name	Unit	Formula	CasNumber
air	low population density, long-term	2-Aminopropanol	kg	C3H9NO	002749-11-3
air	low population density, long-term	2-Methyl pentane	kg	C6H14O2	000096-14-0
air	low population density, long-term	2-Methyl-1-propanol	kg	C4H10O	000078-83-1
air	low population density, long-term	2-Methyl-2-butene	kg	C5H10	000513-35-9
air	low population density, long-term	2-Nitrobenzoic acid	kg	C7H5NO4	000552-16-9
air	low population density, long-term	2-Propanol	kg	C3H8O	000067-63-0
air	low population density, long-term	3-Methyl-1-butanol	kg	C5H12O	000123-51-3
air	low population density, long-term	4-Methyl-2-pentanone	kg	C6H12O	000108-10-1
air	low population density, long-term	Acenaphthene	kg	C12H10	000083-32-9
air	low population density, long-term	Acetaldehyde	kg	CH3CHO	000075-07-0
air	low population density, long-term	Acetic acid	kg	CH3COOH	000064-19-7
air	low population density, long-term	Acetic acid, trifluoro-	kg	C2HO2F3	000076-05-1
air	low population density, long-term	Acetone	kg	CH3COCH3	000067-64-1
air	low population density, long-term	Acetonitrile	kg	C2H3N	000075-05-8
air	low population density, long-term	Acrolein	kg	C3H4O	000107-02-8
air	low population density, long-term	Acrylic acid	kg	C3H4O2	000079-10-7
air	low population density, long-term	Actinides, radioactive, unspecified	kBq		
air	low population density, long-term	Aerosols, radioactive, unspecified	kBq		
air	low population density, long-term	Aldehydes, unspecified	kg		

Σχήμα 11: Elementary Exchanges

3.3 Material Fractions

Στο τμήμα αυτό ορίζεται η χημική σύνθεση των κλασμάτων υλικών. Αυτό το μενού σχετίζεται με το μενού Material Properties στο οποίο προστίθενται νέες ουσίες που στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθούν από το μενού material Fractions.

Category	Fraction name	Water (%)	TS (%)	VS (%TS)	Ash (%TS)	Energy (MJ/kgTS)	C bio (%TS)	C bio and (%TS)	C fossil (%TS)	C
✘ Fiber	Dirty cardboard	13.1	86.9	85.1	14.9	16.97	42.7	14.2	0.431	3.
✘ Plastic	Soft plastic	14.11	85.9	95.6	4.4	40.06	0.41	0	81.6	0.
✘ Plastic	Plastic bottles	10.46	89.5	93.9	6.1	36.54	0.386	0	76.8	0.
✘ Plastic	Hard plastic	3.25	96.8	97.8	2.2	37.41	0.4	0	79.5	0.
✘ Plastic	Non-recyclable plastic	7.13	92.9	94.5	5.5	31.96	0.355	0	70.6	1.
✘ Organics	Yard waste, flowers	48.21	51.8	76	24	13.45	42.1	7.3	0.86	2.
✘ Organics	Animal excrements and bedding (straw)	60.42	39.6	74.6	25.4	16.05	43.5	13.2	0.439	2.
✘ Other	Diapers, sanitary towels, tampons	45.52	54.5	91.7	8.3	22.22	49.8	3.9	5.53	0.
✘ Other	Cotton, bandages	55.44	44.6	97.6	2.4	22.19	40.6	4.4	10.1	0.
✘ Other	Disposable sanitary products (cloths, gloves)	47.53	52.5	96.8	3.2	23.06	49.5	3.8	5.5	0.
✘ Organics	Wood	15.86	84.1	90	10	18.98	51.3	5.9	0.782	0.
✘ Other	Textiles	6	94	96.4	3.6	19.8	39.1	0	13	0.
✘ Other	Shoes, leather	6.7	93.3	87.4	12.6	24.75	30.7	0	30.7	2.
✘ Other	Rubber	7.65	92.3	90.3	9.7	29.65	52.3	0	13.1	2.
✘ Plastic	Plastic products (toys, hangers, pens)	6.76	93.2	74.8	25.2	27.59	14.85	0	44.55	0.
✘ Other	Cigarette butts	34.09	65.9	84.8	15.2	18.72	21.6	0	21.6	2.
✘ Other	Other combustibles	9.47	90.5	73.1	26.9	24.43	13.6	0	40.7	2.
✘ Other	Vacuum cleaner bags	29.18	70.8	39.5	60.5	7.4	10.4	0	10.4	2.

Add new material fraction

Σχήμα 12: Material Fractions

3.4 Material Properties

Στο μενού material properties βρίσκονται όλες οι ουσίες που μπορεί να παρακολουθούνται σε όλη τη διάρκεια της μοντελοποίησης. Στο σχήμα 13 φαίνεται ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ποιες από αυτές τον ενδιαφέρουν να παρακολουθεί καθώς ο κατάλογος είναι πολύ μεγάλος.

Name	Unit	Comment	Selected for calculations	Display - default	Display - gas	Display - liquid	Display - solids
Water	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
TS	kg	Calculated as VS+Ash	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
VS	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ash	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Total Wet Weight	kg	Calculated as H2O+VS+Ash	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Energy	MJ	Lower heating value (dry) for solids	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CH4 potential	m ³		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C bio	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C bio and	kg	C bio anaerobically degradable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C fossil	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ca	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cl	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Na	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ag	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Al	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ar	kg		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Σχήμα 13: Material Properties

3.5 LCIA-Impact Categories and methods

LCIA διαίρεται σε δυο μέρη : Impact categories και Methods

3.5.1 Impact category

Impact categories είναι το σημείο εκείνο όπου όλες οι επιμέρους κατηγορίες επιπτώσεων και οι αντίστοιχοι παραμέτρους τους αποθηκεύονται. Στο σχήμα 14 απεικονίζεται το αντίστοιχο παράθυρο για την κατηγορία climate change στο συγκεκριμένο παράθυρο

Στο παράθυρο ο χρήστης έχει τρεις επιλογές:

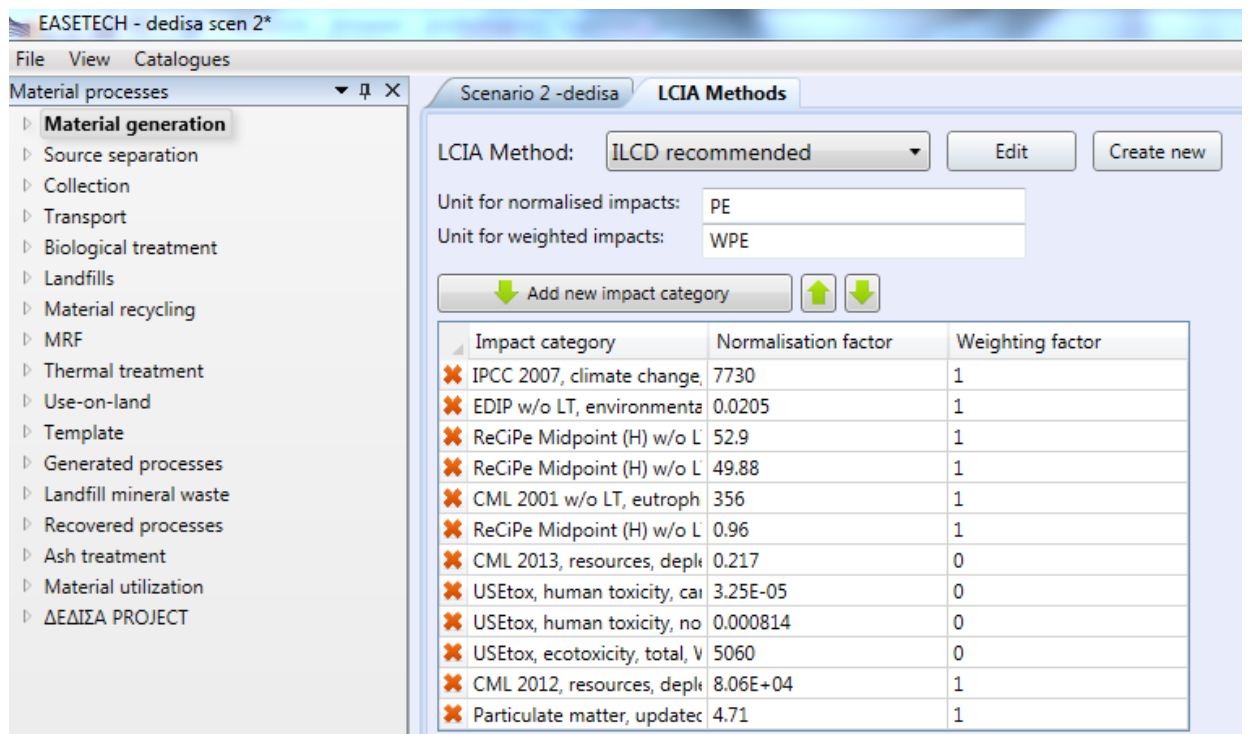
- Edit Selected: Επιτρέπει να μεταβάλλεις τιμές και όνομα για την υπό επιλογή κατηγορία επιπτώσεων.
- Create new: Επιτρέπει να δημιουργήσει ο χρήστης μια κατηγορία από την αρχή.
- Import category: Επιτρέπει να εισάγεις μια κατηγορία επιπτώσεων από xml file σε format Ecospol v 1 or v2.

Compartment	Sub compartment	Name	Unit	Characterisation factor
air	urban air close to ground	Carbon dioxide, fossil	kg	1
air	non-urban air or from high	Carbon dioxide, fossil	kg	1
air	low population density, low	Carbon dioxide, fossil	kg	1
air	lower stratosphere + upper	Carbon dioxide, fossil	kg	1
air	unspecified	Carbon dioxide, fossil	kg	1
air	urban air close to ground	Carbon dioxide, from soil c	kg	1
air	non-urban air or from high	Carbon dioxide, from soil c	kg	1
air	low population density, low	Carbon dioxide, from soil c	kg	1
air	lower stratosphere + upper	Carbon dioxide, from soil c	kg	1
air	unspecified	Carbon dioxide, from soil c	kg	1
air	urban air close to ground	Carbon monoxide, fossil	kg	1.571
air	non-urban air or from high	Carbon monoxide, fossil	kg	1.571
air	low population density, low	Carbon monoxide, fossil	kg	1.571
air	lower stratosphere + upper	Carbon monoxide, fossil	kg	1.571
air	unspecified	Carbon monoxide, fossil	kg	1.571
air	urban air close to ground	Chloroform	kg	100
air	non-urban air or from high	Chloroform	kg	100
air	low population density, low	Chloroform	kg	100
air	lower stratosphere + upper	Chloroform	kg	100
air	unspecified	Chloroform	kg	100
air	urban air close to ground	Dinitrogen monoxide	kg	289
air	non-urban air or from high	Dinitrogen monoxide	kg	289
air	low population density, low	Dinitrogen monoxide	kg	289
air	lower stratosphere + upper	Dinitrogen monoxide	kg	289
air	unspecified	Dinitrogen monoxide	kg	289
air	urban air close to ground	Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-	kg	3830
air	non-urban air or from high	Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-	kg	3830
air	low population density, low	Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-	kg	3830
air	lower stratosphere + upper	Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-	kg	3830
air	unspecified	Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-	kg	3830
air	urban air close to ground	Ethane, 1,1,1-trifluoro-, HFI	kg	5890
air	non-urban air or from high	Ethane, 1,1,1-trifluoro-, HFI	kg	5890
air	low population density, low	Ethane, 1,1,1-trifluoro-, HFI	kg	5890

Σχήμα 14: LCIA Method

3.5.2 LCIA Methods

Στο LCIA Methods είναι το μέρος όπου οι επιμέρους κατηγορίες ομαδοποιούνται για να σχηματίσουν τη μεθοδολογία. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από το παράθυρο του σχήμα 16 .Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει μια μεθοδολογία που ήδη υπάρχει ή να σχηματίσει μια δική του..Μετά που δημιουργεί τη μεθοδολογία , μπορεί να προσθέσει τις impacts -επιπτώσεις με το κουμπί add new impact category.Η σειρά των κατηγοριών μπορεί να αλλάξει όπως το επιθυμεί ο χρήστης με τα δυο βελάκια, και έτσι είναι και η σειρά που θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα στο τέλος της μοντελοποίησης.



The screenshot shows the 'LCIA Methods' configuration window in the EASETECH software. The window title is 'EASETECH - dedisa scen 2*'. The left sidebar shows a tree view of 'Material processes' with 'Material generation' selected. The main area shows the 'LCIA Method' set to 'ILCD recommended'. Below this, there are input fields for 'Unit for normalised impacts' (PE) and 'Unit for weighted impacts' (WPE). A button 'Add new impact category' is visible. A table lists the following impact categories:

Impact category	Normalisation factor	Weighting factor
✗ IPCC 2007, climate change	7730	1
✗ EDIP w/o LT, environmenta	0.0205	1
✗ ReCiPe Midpoint (H) w/o L	52.9	1
✗ ReCiPe Midpoint (H) w/o L	49.88	1
✗ CML 2001 w/o LT, eutroph	356	1
✗ ReCiPe Midpoint (H) w/o L	0.96	1
✗ CML 2013, resources, deple	0.217	0
✗ USEtox, human toxicity, ca	3.25E-05	0
✗ USEtox, human toxicity, no	0.000814	0
✗ USEtox, ecotoxicity, total, v	5060	0
✗ CML 2012, resources, deple	8.06E+04	1
✗ Particulate matter, updatec	4.71	1

Σχήμα 15: LCIA Methods

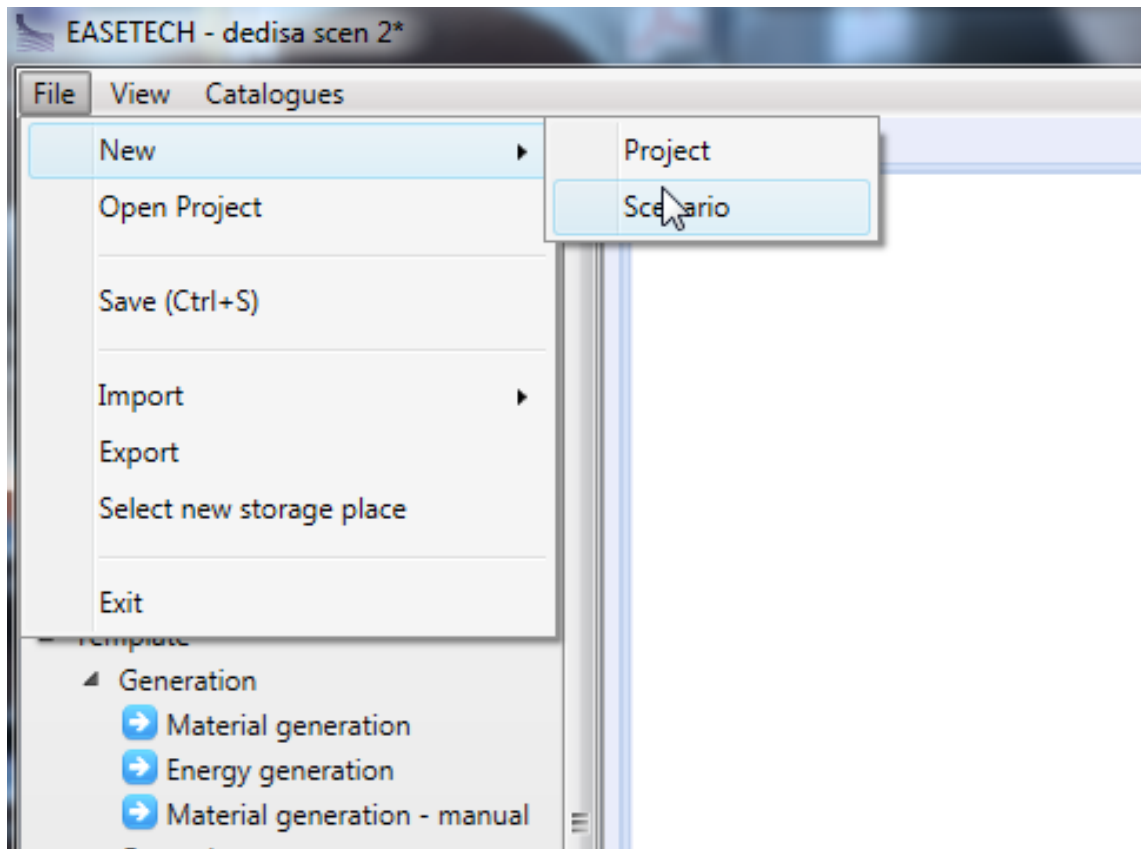
3.6 Projects and Scenarios

Γι α να ξεκινήσει η μοντελοποίηση πρέπει να ξεκινήσει ένα project. Είτε δημιουργείται ένα από την αρχή (new project) είτε ανοίγει ο χρήστης ένα ήδη υπάρχον. Κάτω από κάθε project ο χρήστης μπορεί να κατασκευάσει πολλά σενάριο, από το File menu-New-Scenario, όπως φαίνεται στο σχήμα 16.

Ο χρήστης μπορεί α επίσης να ομαδοποιεί ορισμένες διαδικασίες σε μία νέα διαδικασία.

3.7. Κλάσματα Υλικών ως ροή αναφοράς

Ένα κύριο χαρακτηριστικό του EASETECH είναι η χρήση των κλασμάτων υλικών κατά τον καθορισμό της ροής αναφοράς ενός συστήματος. Στα περισσότερα προγράμματα AKZ η ροή αναφοράς ορίζεται ως ένα ενιαίο υλικό (π.χ. πλαστικό πολυμερές ή μία καφετιέρα), αλλά όταν μοντελοποιείς περιβαλλοντικές τεχνολογίες επεξεργασίας, οι ροές αναφοράς μπορεί να αποτελούνται από ένα πολύ ετερογενές μίγμα υλικών.



Σχήμα 16: Project Control-New Scenario

Είναι επομένως πολύ σημαντικό να διατηρηθεί αυτή η πληροφορία κατά τη διάρκεια ολόκληρης της μοντελοποίησης. Ως εκ τούτου, στο EASETECH η ροή αναφοράς δεν ορίζεται ως ένα ενιαίο υλικό, αλλά ως σύνθεση ενός αριθμού διαφορετικών κλασμάτων, και η μοίρα του κάθε μεμονωμένου κλάσματος παρακολουθείται σε όλο το σύστημα. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, διότι διαφορετικά υλικά έχουν διαφορετικές χημικές συνθέσεις, και η βέλτιστη επεξεργασία για ένα κλάσμα υλικών μπορεί να μην είναι κατάλληλη για ένα άλλο κλάσμα. Το σημείο έναρξης της διαδικασίας μοντελοποίησης είναι ένας πίνακας σύνθεσης όπου κάθε κλάσμα του υλικού καθορίζεται από τη χημική σύνθεση του (π.χ. περιεκτικότητα σε άνθρακα ή σε υδράργυρο), καθώς

και τις ειδικές παραμέτρους του κλάσματος (δηλαδή το περιεχόμενο σε νερό, το δυναμικό μεθανίου κλπ). Ένας τέτοιος πίνακας παρέχεται στο σχήμα 17.

Fraction name	Total Wet Weight (kg)	TS (kg)	Water (kg)	VS (kg)	Ash (kg)	Energy (MJ)	C bio (kg)	C bio and (kg)	C fossil (kg)	Ca (kg)	Cl (kg)	F (kg)	H (kg)	K (kg)	N (kg)
Sum	1000	329.0	671	300	29.06	6438	154.2	104.4	9.466	5.682	2.888	0.0333	22.42	2.878	9.779
Vegetable food wast	623.9	143.52	480.4	136.1	7.463	2626.416	68.172	60.71	0.343	0.7965	0.8037	0.01435	9.472	1.823	2.727
Animal food waste	196.1	84.084	112	76.77	7.315	2064	46.58	30.27	0.9501	3.439	1.371	0.008408	6.643	0.4482	5.886
Kitchen towels	64.974	34.515	30.459	33.58	0.9319	585.7	15.43	8.698	0.156	0.1356	0.08974	0.003452	2.174	0.05212	0.2761
Dirty paper	3.999	3.02	0.9788	2.751	0.2688	54.87	1.347	0.453	0.02748	0.03292	0.0145	0.000604	0.1963	0.00359	0.00906
Dirty cardboard	3	2.607	0.393	2.219	0.3884	44.24	1.113	0.3702	0.01124	0.0902	0.003389	0.000260	0.1512	0.00206	0.00782
Non-recyclable plast	11	10.219	0.7843	9.657	0.562	326.6	0.03628	0	7.215	0.1114	0.4782	0.001022	0.9912	0.01236	0.0511
Yard waste, flowers	71.01	36.778	34.23	27.95	8.827	494.7	15.48	2.685	0.3163	0.776	0.103	0.003678	1.912	0.4671	0.5517
Animal excrements a	16	6.336	9.667	4.727	1.609	101.7	2.756	0.8364	0.02782	0.1717	0.008237	0.000633	0.4055	0.04682	0.2091
Wood	6.997	5.887	1.11	5.298	0.5887	111.7	3.02	0.3473	0.04604	0.05675	0.008242	0.000588	0.3768	0.01248	0.0471
Other combustibles	0.9997	0.905	0.0947	0.6616	0.2434	22.11	0.1231	0	0.3683	0.02561	0.001991	9.05E-05	0.07331	0.00160	0.00814
Soil	0.9997	0.544	0.4557	0.3052	0.2388	5.647	0.1627	0	0.000816	0.01719	0.006038	5.44E-05	0.0185	0.00254	0.00598
Other non-combusti	1	0.634	0.3662	0.0145	0.6194	0	0.00412	0	0.004121	0.0291	0.000126	0.000190	0.00063	0.00659	0

Σχήμα 17: Πίνακας Σύνθεσης Κλάσματος Υλικού στο EASETECH

3.7.1 Μοντελοποίηση ροής

Στο EASETECH δίνεται έμφαση στην παρακολούθηση ουσιών ως ροές υλικών, από τη στιγμή της παραγωγής τους ως την απελευθέρωσή τους στο περιβάλλον. Οι ροές αποτελούνται από ένα πίνακα ιδιοτήτων των υλικών που καθορίζονται για απεριόριστο αριθμό των τεμαχίων υλικού, το οποίο διατηρείται ως είσοδος ή η έξοδος σε κάθε ενότητα (module) στην οποία εισέρχεται. Αυτή η ρύθμιση όχι μόνο επιτρέπει στο χρήστη να παρακολουθεί τις διάφορες ουσίες που ρέουν πάνω από το όλο σύστημα αλλά μπορεί να συνδέει τις εκπομπές για τις διάφορες ροές υλικών καθ' όλη τη μοντελοποίηση.

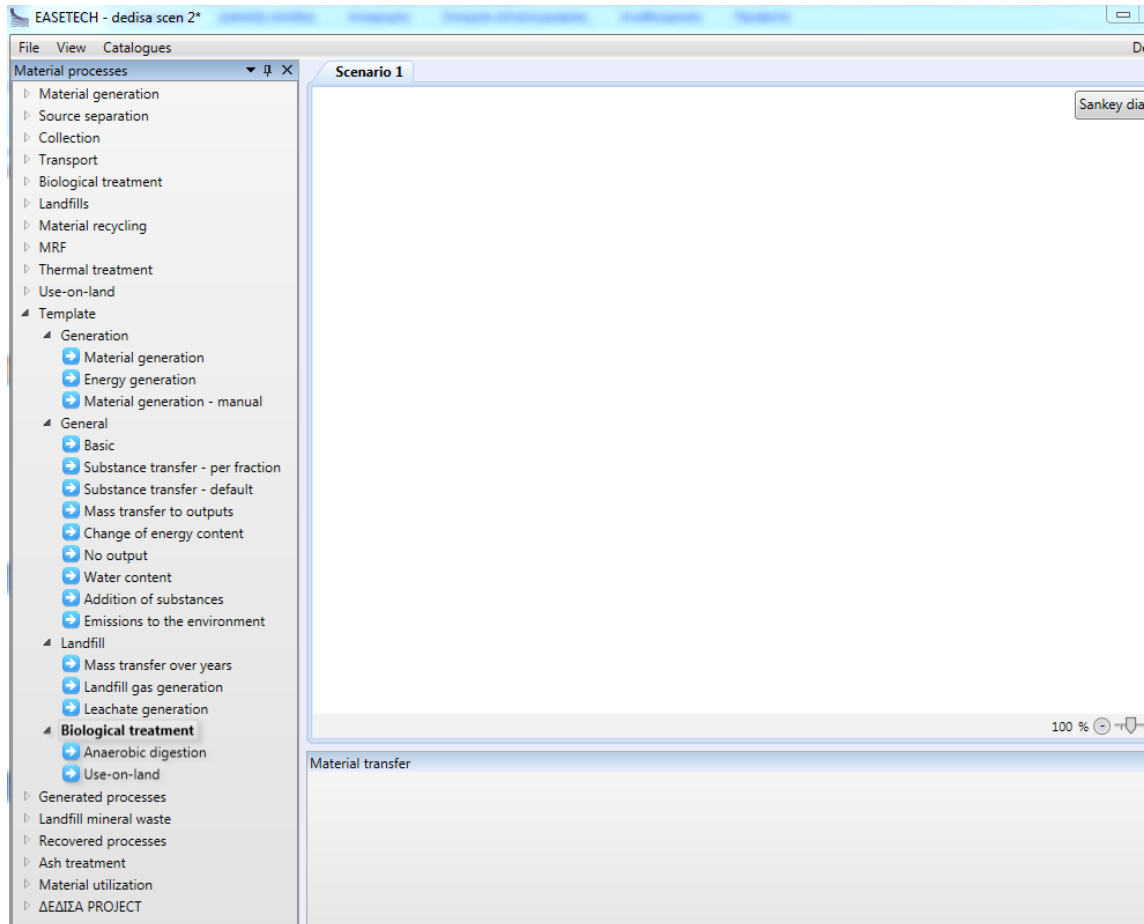
3.7.2 Η εργαλειοθήκη διαδικασιών των υλικών (material processes)

Η βάση για την κατασκευή των διαφόρων τεχνολογιών στο EASETECH βασίζεται στη χρήση της εργαλειοθήκης με τα templates material processes. Οι διαδικασίες που χειρίζονται ροές στο EASETECH ονομάζονται «material processes». Οι Ροές θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με διαφορετικούς τρόπους, έτσι έχουν δημιουργηθεί στο EASETECH 17 πρότυπα (templates) και παρατίθενται στον Πίνακα 4. Η εργαλειοθήκη προσφέρει μια σειρά από αρχικές πρότυπες διαδικασίες με τις οποίες μπορείς να δημιουργείς, να τροποποιείς και να διασπάζ ροές.

Template name	Περιγραφή	Λειτουργία της διεργασίας
Material generation	Δημιουργεί μία ροή υλικών (είτε αντλεί δεδομένα από τη βιβλιοθήκη δεδομένων είτε με απευθείας εισαγωγή)	Δημιουργεί ροή
Energy generation	Δημιουργεί μια ροή ενέργειας (με αντίστοιχες μάζες και ουσίες)	Δημιουργεί ροή
Basic process	Διατηρεί ανέπαφη τη ροή	Ανέπαφη Ροή
Water content	Διαφοροποιεί τη περιεκτικότητα σε νερό	Μετατρέπει τη ροή
Change of energy content	Διαφοροποιεί το περιεχόμενο ενέργειας στο ρεύμα εισόδου	Μετατρέπει τη ροή
Addition of substances	Προσθέτει ουσίες στο ρεύμα εισόδου	Μετατρέπει τη ροή
Mass transfer	Διαιρεί το ρεύμα εισόδου σε σχέση με τη συνολική μάζα	Μεταφέρει κλάσματα υλικών στις εξόδους
Substance transfer	Διαιρεί το ρεύμα εισόδου σε σχέση με διάφορες ιδιότητες	Μεταφέρει ουσίες στις εξόδους
Mass transfer over years	Διαιρεί το ρεύμα εισόδου σε βάθος χρόνου	Μεταφέρει κλάσματα χρόνων στις εξόδους
Anaerobic digestion	Παράγει αέριο και κομποστ από ένα αναερόβιο αντιδραστήρα	Παράγει αέριο και κομποστ
Landfill gas generation	Διασπά την οργανική ουσία δημιουργεί βιοαέριο και υπόλειμμα	Παράγει αέριο και υπόλειμμα
Leachate generation	Προσδιορίζει την παραγωγή στραγγισμάτων και υπολείμματος	Παράγει στραγγίσματα και υπόλειμμα
Use on land	Κατανέμει τον άνθρακα, άζωτο και φώσφορο στη Γή	Τερματίζει ή δημιουργεί μια avoided ροή
No output	Χωρίς έξοδο	Τερματίζει
Emissions to the environment	Μετατρέπει ρεύμα εισόδου σε απελευθέρωσηεκπομπών στο περιβάλλον	Τερματίζει

Πίνακας 6: Διεργασίες Υλικών στο EASETECH

Εκτός από αυτό, πιο ειδικές διαδικασίες υλικών (material processes) έχουν αναπτυχθεί για να μοντελοποιήσουν την αναερόβια χώνευση, την παραγωγή αερίου από ΧΥΤΑ, την παραγωγή στραγγισμάτων και την εφαρμογή επεξεργασμένων αποβλήτων σε γεωργικές εκτάσεις.



Σχήμα 18: Οθόνη Templates στα material processes

Το λογισμικό παρέχεται με ένα προκαθορισμένο σύνολο τεχνολογιών για όλες τις συνήθεις χρησιμοποιούμενες επιλογές επεξεργασίας στερών αποβλήτων. Οι περισσότερες από αυτές τις τεχνολογίες αποτελούνται από ομαδοποιημένες διεργασίες υλικών (material processes) για να σχηματίσουν εντέλει τη τελική διεργασία επεξεργασίας. Ο πίνακας 5 παρέχει μια επισκόπηση των τεχνολογιών που προβλέπονται στην τρέχουσα βάση δεδομένων και τις διαδικασίες υλικών (material processes) που χρησιμοποιούν. Όλες αυτές οι τεχνολογίες έχουν τεκμηριωθεί σε δημοσιευμένες επιστημονικές έρευνες.

Εισαγωγή δεδομένων στο EASETECH

Δύο είδη δεδομένων μπορούν να ταυτοποιηθούν στο EASETECH: BACKGROUND δεδομένα, τα οποία ο χρήστης δεν αναμένεται να διαφοροποιεί συχνά (είναι αποθηκευμένα σε ‘catalogues’), και δεδομένα τα οποία ο χρήστης εισάγει ώστε να δημιουργήσει το μοντέλο του σεναρίου του (τα οποία αποθηκεύονται στο “process libraries”.

	Basic	Substance transfer	Mass transfer to outputs	Change of energy content	No output	Water content	Addition of substances	Emissions to the environment	Mass transfer over years	Landfill gas generation	Leachate generation	Anaerobic digestion	Use-on-land
Collection ¹	1												
Transport ¹	1												
Material recovery facility			1										
Material recycling ²					1								
Thermal treatment ³		1	1	1		1							
Mixed waste landfill ⁴	1						1	5	2	1	1		
Mineral waste landfill ⁴	1							3	1		1		
Composting plant ⁵		1	1			1		1					
Anaerobic digestion plant ⁵						1		1				1	
Application on farm land ⁶													2

¹ Larsen et al. (2009), ² Merrild et al. (2008), ³ Riber et al. (2008), ⁴ Manfredi and Christensen (2009), ⁵ Boldrin et al. (2011), ⁶ Boldrin et al. (2010)

Πίνακας 7: Συγκεντρωτικά οι τεχνολογίες για διαχείριση απορριμμάτων που παρέχονται από τη βάση δεδομένων του λογισμικού.

Κάθε τεχνολογία χρησιμοποιεί πάνω από 10 modules. Οι αριθμητικοί δείκτες αναφέρονται σε δημοσιευμένες μελέτες.

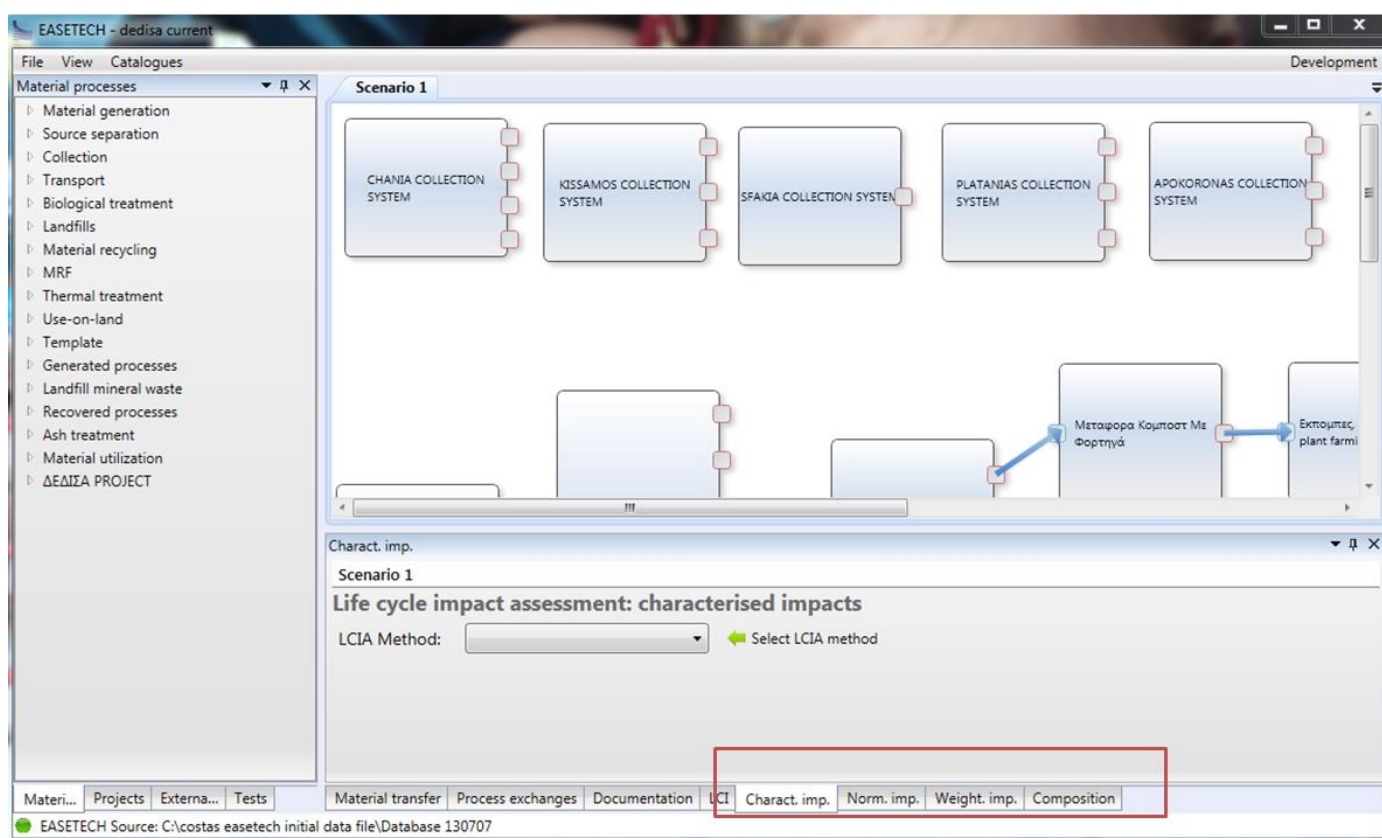
3.8. Αποτελέσματα

Το μοντέλο συνεχώς κάνει ενημερώσεις στα αποτελέσματα της μελέτης. Χρησιμοποιώντας τα 5 κουμπιά στο κάτω μέρος της οθόνης και αφού έχει επιλέξει το μέρος του συστήματος που θέλει να μελετήσει ή όλο το σύστημα μπορεί να δει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη μορφή που

θέλει. Η πρώτη καρτέλα αφορά το Documentation και αναλύεται παρακάτω. Οι επόμενες 4 καρτέλες είναι κοινές για την AKZ και έχουν ως εξής:

- LCI-Δίνει την απογραφή όλων των εκπομπών για όλα τα υποσυστήματα
- Charact. Imp.-Δίνει τα χαρακτηρισμένα αποτελέσματα για μια συγκεκριμένη μεθοδολογία
- Norm.Imp.-Δίνει τα κανονικοποιημένα αποτελέσματα για επιλεγμένη μεθοδολογία
- Weight Imp.-Δίνει τα ζυγισμένα αποτελέσματα για επιλεγμένη μεθοδολογία

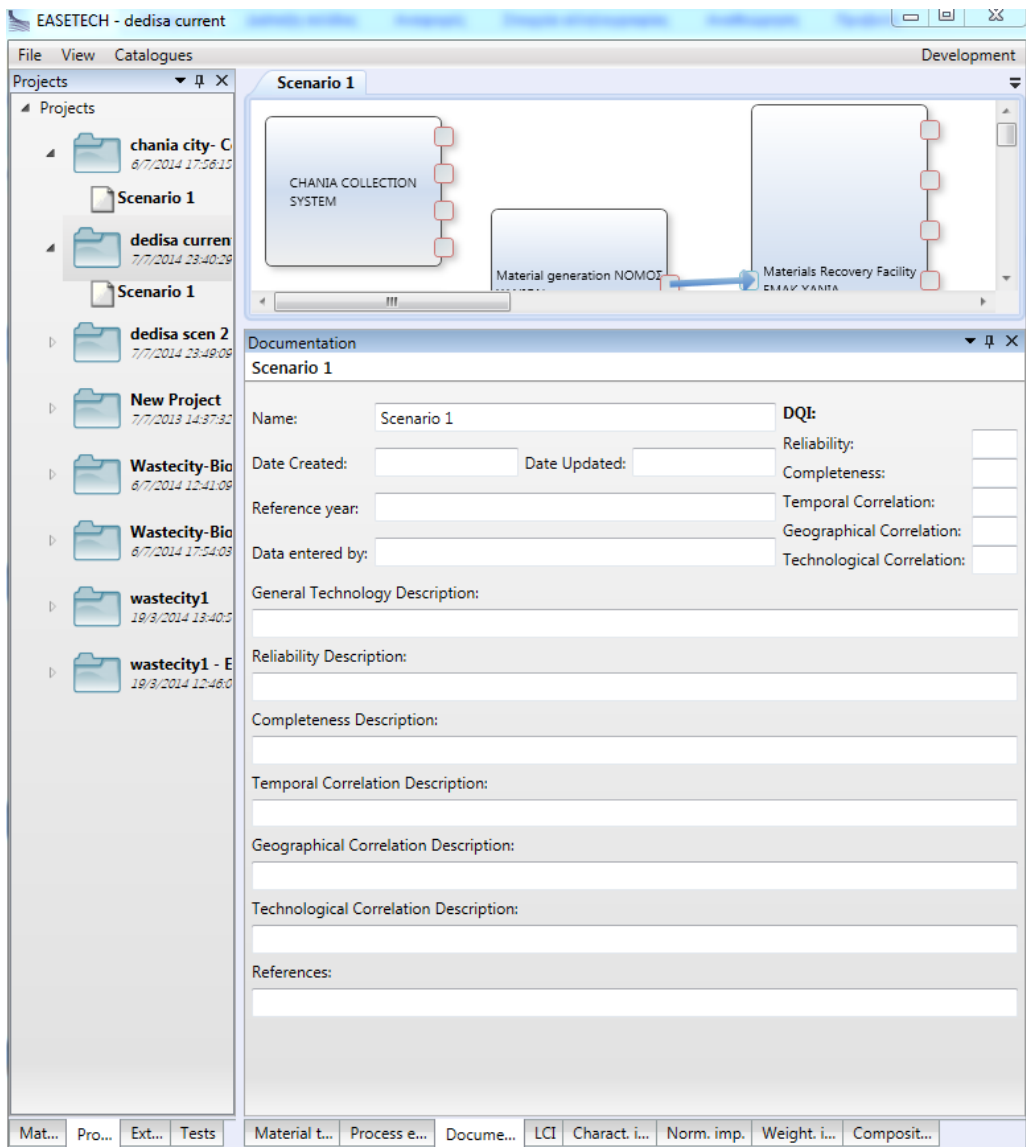
Η καρτέλα composition δείχνει μια πλήρη απογραφή όλων των μαζών και των ροών για τα αντικείμενα που ο χρήστης επιλέγει. Στο σχήμα 19 απεικονίζεται η αντίστοιχη οθόνη.



Σχήμα 19: Αποτελέσματα

3.8. Documentation

Στην καρτέλα της τεκμηρίωσης-Docummentation, ο χρήστης δίνει μια καλή περιγραφή της διαδικασίας και μια ποιοτική της ανάλυση. Η οθόνη του docummentation απεικονίζεται στο σχήμα 20. Έχει σχεδιαστεί βασισμένη σε μια μελέτη των Weidina and Wesnaes (1996) και αναφέρεται σε πέντε περιοχές ενδιαφέροντος



Σχήμα 20: Οθόνη Documentaion

- Reliability-Αξιοπιστία
- Completeness-Πληρότητα

- Temporal Correlation-Χρονική Συσχέτιση
- Geographical Correlation-Γεωγραφική Συσχέτιση
- Technological Correlation-Τεχνολογική Συσχέτιση

Ο χρήστης συμπληρώνει μια συνοπτική περιγραφή για κάθε περιοχή και τη βαθμολογεί σε κλίμακα από 1-5 στο πάνω δεξιό τμήμα με βάση τα κριτήρια του πίνακα τα των Weidina and Wesnaes που φαίνονται στο σχήμα 21.

Indicator score	1	2	3	4	5
Reliability	Verified* data based on measurements ^o	Verified data partly based on assumptions or non-verified data based on measurements	Non-verified data partly based on assumptions	Qualified estimate (e.g. by industrial expert)	Non-qualified estimate
Completeness	Representative data from a sufficient sample of sites over an adequate period to even out normal fluctuations	Representative data from a smaller number of sites but for adequate periods	Representative data from an adequate number of sites but from shorter periods	Representative data but from a smaller number of sites and shorter periods or incomplete data from an adequate number of sites and periods	Representativeness unknown or incomplete data from a smaller number of sites and/or from shorter periods
Temporal correlation	Less than three years of difference to year of study	Less than six years difference	Less than 10 years difference	Less than 15 years difference	Age of data unknown or more than 15 years of difference
Geographical correlation	Data from area under study	Average data from larger area in which the area under study is included	Data from area with similar production conditions	Data from area with slightly similar production conditions	Data from unknown area or area with very different production conditions
Further technological correlation	Data from enterprises, processes and materials under study	Data from processes and materials under study but from different enterprises	Data from processes and materials under study but from different technology	Data on related processes or materials but same technology	Data on related processes or materials but different technology

Σχήμα 21: Πίνακας Βαθμολογίας Weidina and Wesnaes, 1996

ΚΕΦΑΛΑΙΟ4

Διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων Νομός Χανίων

4.1 Εισαγωγή

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, και συν., 2007).

4.2 Διαχείριση Αστικών Απορριμμάτων Χανίων

Στην περιφερειακή ενότητα Χανίων υπεύθυνος φορέας διαχείρισης Αποβλήτων είναι η Διαδημοτική Επιχείρηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Α.Ε (Ο.Τ.Α) Δ.Ε.ΔΙ.Σ.Α). Η ΔΕΔΙΣΑ είναι υπεύθυνη για:

- Τη συλλογή και τη μεταφορά των ΑΣΑ του νομού Χανίων
- Τη διαχείριση των ογκωδών αποβλήτων και των πράσινων απορριμμάτων
- Την υλοποίηση του προγράμματος «Διαλογή στη Πηγή»
- Την υλοποίηση του προγράμματος «Πόρτα-Πόρτα»
- Τη λειτουργία του εργοστασίου μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης το οποίο περιλαμβάνει και το χώρο υγειονομικής ταφής.

4.3 Περιγραφή του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης και κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ) Χανίων

Το εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης και κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ) Χανίων, ξεκίνησε τη λειτουργία του το Φεβρουάριο 2005 με σκοπό την επεξεργασία των Αστικών Στερεών Αποβλήτων της περιφερειακής Ενότητας Χανίων. Επεξεργάζεται τέσσερα κύρια ρεύματα αποβλήτων:

- Πρώτο ρεύμα: Μπλε κάδος που περιλαμβάνει τα ανακυκλώσιμα προδιαλεγμένα υλικά (χαρτί, πλαστικό, τετραπακ, μέταλλα, αλουμίνιο)
- Δεύτερο ρεύμα: Πράσινος κάδος που περιλαμβάνει τα σύμμεικτα απόβλητα στα οποία εμπεριέχεται και το οργανικό κλάσμα (ζυμώσιμα-υπολείμματα τροφών), το οποίο οδηγείται για κομποστοποίηση μαζί με θρυμματισμένα κλαδιά και άλλα πράσινα απόβλητα κήπων.
- Τρίτο ρεύμα: Ογκώδη αντικείμενα και περιλαμβάνει υλικά μεγάλου όγκου (στρώματα, έπιπλα, μεγάλες ηλεκτρικές συσκευές κτλ) που δεν μπορούν να συλλεχτούν με τα συμβατικά απορριματοφόρα
- Τέταρτο ρεύμα περιλαμβάνει: Προδιαλεγμένα γυαλιά από τον κίτρινο κάδο [5].

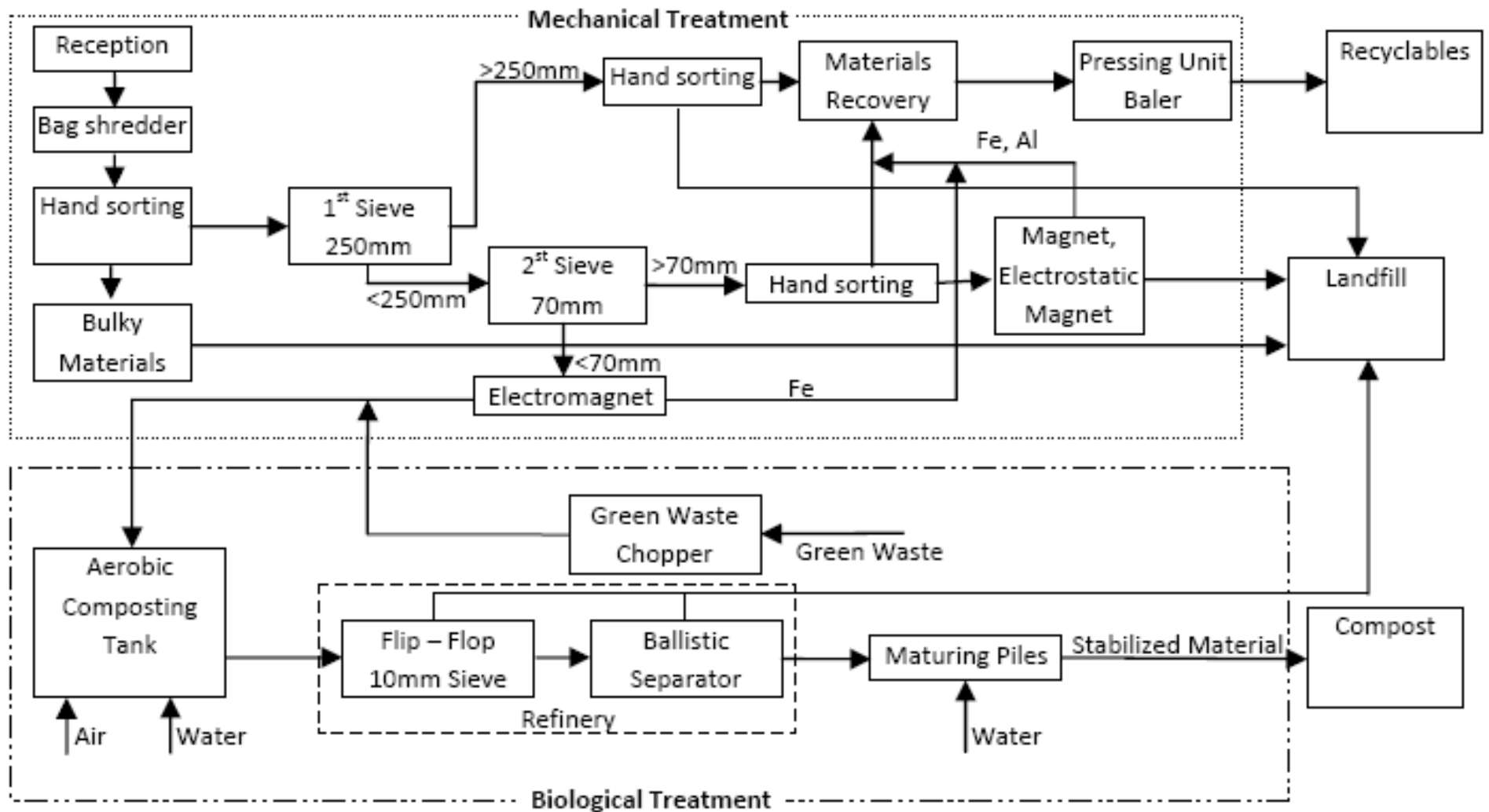
Η Μονάδα αποτελείται από τα εξής βασικά τμήματα

- Είσοδος/αποδοχή απορριμμάτων- Ζυγιστήριο
- Υποδοχή απορριμμάτων
- Μηχανική Διαλογή και Χειροδιαλογή
- Κομποστοποίηση
- Ραφιναρία, Ωρίμανση και Αποθήκευση κομπόστ
- Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ)
- Μονάδα Τριτοβάθμιας Επεξεργασίας Στραγγισμάτων

Στο σχήμα 23 απεικονίζεται η ροή των απορριμμάτων από την είσοδό τους στη Μονάδα μέχρι την ανάκτηση των προϊόντων ή τη διάθεσή τους στο ΧΥΤΥ.

Είσοδος Υποδοχή-Αποδοχή Απορριμμάτων-Ζυγιστήριο

Τα φορτηγά εισέρχονται στο χώρο του εργοστασίου, ζυγίζονται ώστε να υπολογισθεί το καθαρό βάρος των απορριμμάτων, και κατευθύνονται προς τους συγκεκριμένους χώρους εκφόρτωσης και απόθεσης των απορριμμάτων. Τα απόβλητα προς επεξεργασία καθημερινά σε μέσους όρους του 2010 ανέρχονται στους 270 τόνους. Τα προς ανακύκλωση υλικά που διαχωρίζονται είναι περίπου 50 τόνοι υλικών (χαρτί, χαρτόνι, πλαστικό, αλουμίνιο, μέταλλα, γυαλί) που αποτελούν το ρεύμα του μπλε κάδου. Στη συνέχεια τα ανακυκλώσιμα υλικά που έχουν διαχωριστεί και για το 2010 ήταν περίπου 13.000 τόνοι οδηγούνται σε κατάλληλες πιστοποιημένες βιομηχανίες και εταιρείες.



Σχήμα 22: Διάγραμμα Ροής Ε.Μ.Α.Κ. (Chazirakis, et al., 2011).

Μηχανική Διαλογή και Χειροδιαλογή

Μέσω αρπάγης που λειτουργεί χειροκίνητα, διαχωρίζονται σε πρώτη φάση τα μη επιθυμητά προς επεξεργασία σε αυτή τη φάση υλικά. Τα υπόλοιπα μεταφέρονται προς το περιστροφικό κόσκινο το οποίο είναι εξοπλισμένο με κόφτες (μαχαίρια) για να κόβουν τις σακούλες (Bag Shredder) που με τη σειρά του τα οδηγεί πάνω σε ιμάντες μεταφοράς για περαιτέρω μηχανική επεξεργασία. Δια χειρός ανθρώπων γίνεται μια δεύτερη διαλογή των ανεπιθύμητων υλικών που αφαιρούνται από τους ιμάντες μεταφοράς. Τέτοια υλικά είναι μπαταρίες αυτοκίνητων, ηλεκτρικές συσκευές, σχοινιά, υφάσματα, δέρμα κλπ) τα οποία προωθούνται σε ξεχωριστά ρεύματα επεξεργασίας.

Τα εναπομείναντα υλικά κατευθύνονται μέσω δυο μηχανικών κοσκίων με οπές διαμέτρου 250 mm και 70mm με αποτέλεσμα τα μικρότερα υλικά να προωθούνται για περαιτέρω επεξεργασία ενώ τα υλικά που ξεχωρίζονται από τα κόσκινα να περνάνε εκ νέου από διαλογή χειρός δημιουργώντας νέα ρεύματα εντός του εργοστασίου.



Εικόνα 4:Κτίριο μηχανικής διαλογής ΔΕΔΙΣΑ

Έτσι από το ρεύμα με τα μεγαλύτερα από 250 mm υλικά ξεχωρίζονται τα προς ανακύκλωση υλικά, τα υπόλοιπα περνάνε από μαγνήτες για να παρακρατηθούν τα μέταλλα και τα υπόλοιπα προωθούνται για ταφή στο ΧΥΤΑ. Το ενδιάμεσο ρεύμα 250mm-70mm ξαναπερνάει από τη πρώτη φάση διαλογής με το χέρι ώστε να αφαιρεθούν τυχόν ανακυκλώσιμα υλικά, στη συνέχεια περνάνε από τους μαγνήτες για την παρακράτηση των μετάλλων και τα υπόλοιπα θάβονται στο ΧΥΤΑ. Το

ρεύμα με τα υλικά μικρότερης διαμέτρου αφού περνάει από τους μαγνήτες για τη παρακράτηση των μετάλλων οδηγείται προς το τμήμα της κομποστοποίησης μαζί με τα υπόλοιπα οργανικά κλάσματα που έχει συλλεχθεί ξεχωριστά. Το κλάσμα αυτό αποτελείται κυρίως από κλαδέματα και υπολείμματα κήπων που έχουν μεταφερθεί στο εργοστάσιο με ξεχωριστά φορτηγά από τη Περιφέρεια των Χανίων και περνάνε πριν τη σύμμιξή τους με το υπόλοιπο ρεύμα από τεμαχισμό.

Βιολογική Μονάδα

Η βιολογική μονάδα αποτελείται από το στάδιο της εντατικής αερόβιας επεξεργασίας, το στάδιο εκλέπτυνσης και το στάδιο της ωρίμανσης πριν την τελική αποθήκευση του προϊόντος. Μια κλειστή δεξαμενή κομποστοποίησης (Closed Composting Tank: CFT) δέχεται το μείγμα του οργανικού κλάσματος των στερεών αστικών απορριμμάτων και του πράσινου κλάσματος.



Εικόνα 5: Δεξαμενή Κομποστοποίησης (ΔΕΔΙΣΑ)

Στη δεξαμενή παρέχεται έντονος αερισμός καθώς και περίσσεια νερού, με το ίδιο σύστημα σωληνώσεων. Το μείγμα μηχανικά προχωρά μέσα στη δεξαμενή όπου και θα παραμείνει για ένα συνολικό διάστημα τεσσάρων εβδομάδων. Το μείγμα στη παρούσα μορφή του θα προωθηθεί στο

στάδιο της εκλέπτυνσης ή μονάδα ραφινάρισματος όπου περνώντας μέσα από ένα παλμικό κόσκινο με οπές 100mm θα απομακρυνθούν τα μεγαλύτερα κομμάτια που δεν έχουν κομποστοποιηθεί. Το ρεύμα που θα περάσει από τις οπές των 100mm, θα οδηγηθεί σε μια μονάδα διαχωρισμού των βαρέων αντικειμένων (π.χ γυαλιού, πετρών) από το επιθυμητό κομπόστ. Ο διαχωρισμός γίνεται σε ένα βαλλιστικό σύστημα διαχωρισμού με την παροχή υψηλής πίεσης αέρα. Το κλάσμα που δεν έχει κομποστοποιηθεί και τα βαρέα αντικείμενα οδηγούνται για υγειονομική ταφή στο ΧΥΤΑ. Το τελικό προϊόν του κομποστ θα τοποθετηθεί σε ανοιχτό χώρο σε σειράδια για περαιτέρω ωρίμανση για αρκετές εβδομάδες.



Εικόνα 6: Σειράδια Ωρίμανσης Κομπόστ ΔΕΔΙΣΑ Χανιά

Χώρος Υγειονομικής Ταφής

Κάθε μέρα οδηγούνται στο ΧΥΤΑ της εγκατάστασης που βρίσκεται σε παρακείμενο χώρο του ΕΜΑΚ περίπου 175 τόνοι απορριμμάτων που έχουν περάσει από όλα τα παραπάνω στάδια επεξεργασίας και δεν αξιοποιηθήκαν ανάλογα τα απόβλητα αυτά συμπιέζονται και θάβονται με αδρανή υλικά που προσεγγίζουν τους 12000 τόνους ανά έτος περίπου.

Ο σκοπός της χωματοκάλυψης των απορριμμάτων είναι:

- Να εμποδίζουν κατά κύριο λόγο τα βρόχινα νερά να συσσωρευτούν εντός του χώρου των απορριμμάτων αλλά να περισυλλέγονται από την περιμετρική τάφρο όμβριων.
- Να αποτρέψουν πουλιά τρωκτικά και αέρα να έρχονται σε επαφή με τα απόβλητα.

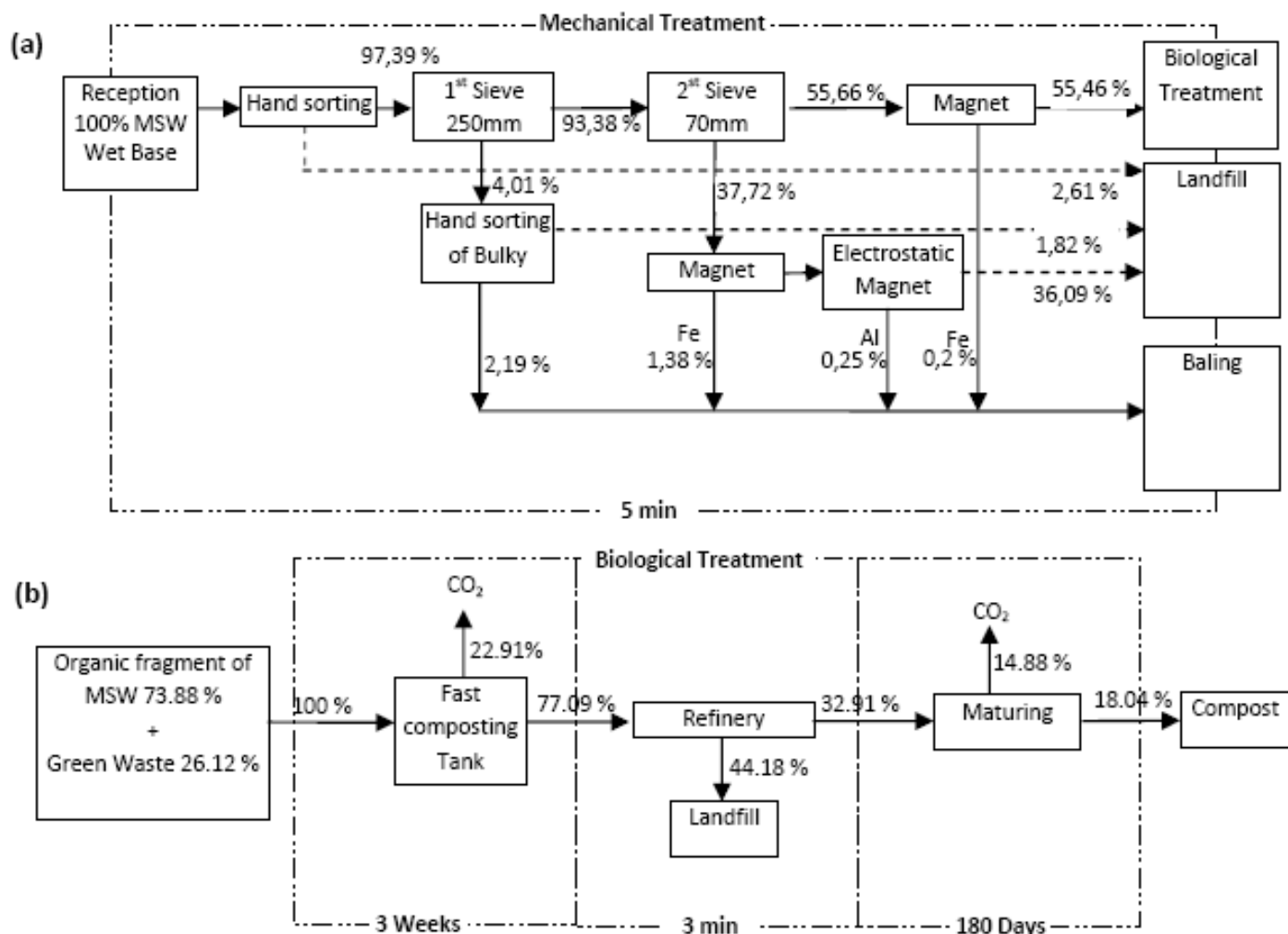
Τα στραγγίσματα από τα απόβλητα οδηγούνται στη μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων σε ρυθμό περίπου 50 κυβικά μέτρα την ημέρα.

Πέραν των στραγγισμάτων ο ΧΥΤΑ εκπέμπει κυρίως μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα (Βιοαέριο) στην ατμόσφαιρα συνεχώς. Το βιοαέριο είναι μίγμα μεθανίου και CO₂ σε ποσοστό περίπου 60% με 40% ενώ σε μικρότερες ποσότητες περιλαμβάνει αμμωνία, μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο, υδρόθειο, άζωτο και οξυγόνο. Συγκριτικά αναφέρεται ότι το φυσικό αέριο εμπεριέχει περίπου 90-95% μεθάνιο. Το βιοαέριο παράγεται από τη μετατροπή της οργανικής ύλης από βακτήρια στα συστατικά του. Ο εν λόγω ΧΥΤΑ προγραμματίζεται με την ολοκλήρωση του να τοποθετηθούν πυρσοί καύσης ώστε να καίγεται το βιοαέριο και να μην απελευθερώνεται μεθάνιο στην ατμόσφαιρα αλλά μόνο διοξείδιο του άνθρακα.



Εικόνα 7: Αεροφωτογραφία ΕΜΑΚ Χανίων

Ισοζύγιο Μαζών



Σχήμα 23:Ισοζύγιο μαζών στο EMAK. (Chazirakis, et al., 2011)

Στο παραπάνω σχήμα 23, περιγράφεται το ισοζύγιο μαζών του εισερχόμενου κλάσματος στο EMAK και τη ροή των διαφόρων κλασμάτων που δημιουργούνται εντός της εγκατάστασης. Με αρχική είσοδο το 100% των σύμμεικτων απορριμμάτων (μόνο ο πράσινος κάδος, οι 90000 τόνοι ετησίως) περνάει μέχρι το κόσκινο των 250mm το 97,39% αφού έχει διαχωριστεί ένα 2.61% προς το ΧΥΤΑ. Από την έξοδο του πρώτου κόσκινου το 93,38% κατευθύνεται στο κόσκινο με οπές 70mm, ενώ το υπόλοιπο 4,01% επεξεργάζεται με χειροδιαλογή εκ νέου για ογκώδη αντικείμενα. Τα δύο αυτά ρεύματα θα περάσουν από μαγνήτες για την απομάκρυνση των μεταλλικών αντικειμένων. Στο τέλος θα καταλήξει ένα ποσοστό 55,46% για βιολογική διεργασία, τρία ρεύματα (2,61%, 1,82%, 36,09%) στο ΧΥΤΑ ενώ τα μικρότερα ποσοστά από τα ανακυκλώσιμα υλικά θα

ενταχθούν στα προϊόντα της ανακύκλωσης (ρεύμα μπλε κάδου) και θα οδηγηθούν για περαιτέρω δεματοποίηση.

Στο τμήμα της βιολογικής επεξεργασίας θα εισέλθουν το ποσοστό των 55,46% από τους περίπου 90000 τόνους των σύμμεικτων ΑΣΑ (όπως αναφέρθηκε παραπάνω), και θα αποτελέσει το κλάσμα εισόδου μαζί με τα κλαδέματα και τα υπολείμματα κήπων. Η αναλογία της εισόδου είναι πλέον 73,88% και 26,12%, αντίστοιχα. Από αυτό λοιπόν το κλάσμα εισόδου (100%) πλέον θα εισέλθει στη CFT δεξαμενή κομποστοποίησης από όπου οι έξοδοι είναι: 22,91% ως διοξείδιο του άνθρακα και ένα ποσοστό 77,09% που θα οδηγηθεί στη φάση της εκλέπτυνσης (ραφιναρία). Από τη ραφιναρία το 32,91% της μάζας θα περάσει στη φάση της ωρίμανσης στα σειράδια ενώ ένα 44,18% θα οδηγηθεί στο ΧΥΤΑ καθώς δεν πληροί τις προδιαγραφές για να γίνει κομπόστ. Από τα σειράδια και μετά από χρονικό παράθυρο 180 ημερών το 18,04% της μάζας θα γίνει κομποστ ενώ το υπόλοιπο 14,88% θα διαφύγει ως διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Ανάλυση Κύκλου Ζωής

5.1 Σκοπός της μελέτης

Στην παρούσα μελέτη εξετάζεται το ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων στην περιοχή των Χανίων προκειμένου να εκτιμηθούν και να υπολογιστούν οι συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην περιοχή. Επιπρόσθετα συγκρίνονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον του υφιστάμενου ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης, με εναλλακτικό σενάριο διαχείρισης αυτό του ενός ρεύματος αποβλήτων που διατίθενται για υγειονομική ταφή ως ανάμεικτα απόβλητα σε αντίστοιχο ΧΥΤΑ.

5.1.1 Μονάδα Αναφοράς.

Για αυτή τη μελέτη η μονάδα αναφοράς είναι το συνολικό μείγμα αστικών στερεών απορριμμάτων που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια ενός έτους (έτος αναφοράς 2010) στην περιφερειακή ενότητα των Χανίων και αποτυπώνεται σε χιλιάδες τόνους στερεών απορριμμάτων ανά έτος.

5.1.2 Όρια του συστήματος

Τα όρια του υπό μελέτη συστήματος καθορίζονται από τη συλλογή και διαλογή στην πηγή των απορριμμάτων, την μεταφορά και επεξεργασία τους στο ΕΜΑΚ, το διαχωρισμό των ανακυκλώσιμων, την παραγωγή Κομπόστ και τη διάθεση του στην τοπική αγορά ως εδαφοβελτιωτικό ή αντικαταστάτη χημικών λιπασμάτων. Ο χρονικός ορίζοντας των εκατό (100) χρόνων λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για το ΧΥΤΑ. Δεν θα ληφθεί υπόψη η επεξεργασία των στραγγισμάτων από το ΧΥΤΑ.

Η παραγωγή χρησίμων προϊόντων που έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας και πρώτων υλών για την εκ νέου κατασκευή τους, έχει ληφθεί υπόψη στη μελέτη. Αναλυτικότερα η ενέργεια και οι πρώτες ύλες που εξοικονομούνται για την παρασκευή για παράδειγμα την πλαστικής ύλης που συσσωρεύεται λαμβάνεται υπόψη ως θετική επίπτωση στο περιβάλλον σε σχέση με τη παραγωγή ίσης ποσότητας αντίστοιχης ύλης εφόσον έπρεπε να παραχθεί από την αρχή.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη κατασκευή της υποδομής για το εργοστάσιο και τον δευτερεύον εξοπλισμό (πχ φορτηγά αυτοκίνητα) δεν συμπεριλήφθηκε στα όρια της μελέτης. Οι (Wittmaier, et al., 2009), έδειξαν ότι για εργοστάσια διαχείρισης απορριμμάτων τα οποία είναι σε λειτουργία για πολλά χρόνια, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κατασκευή του κεντρικού εξοπλισμού και υποδομής τους είναι μικρής σημασίας σε σχέση με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ίδιας της λειτουργίας του εργοστασίου και την επεξεργασία των ΑΣΑ.

Εισροές στο υπό μελέτη σύστημα αποτελούν:

- Μεικτά αστικά απόβλητα
- Ηλεκτρισμός
- Νερό
- Χημικά
- Καύσιμα οχημάτων
- Καύσιμα Υποδομής

Εκροές στο υπό μελέτη σύστημα αποτελούν:

- Προϊόντα: Μέταλλα (σίδηρος, αλουμίνιο, ατσάλι) ,Πλαστικό προϊόν , Compost,Χαρτί
- Εκπομπές στο περιβάλλον(Αέρα, γή και θάλασσα)

5.2 Life Cycle Inventory-Καταγραφή Δεδομένων

Δεδομένα για την συγκεκριμένη μελέτη συλλέχθηκαν :

- Από το διαδίκτυο σε δημοσιευμένα στοιχεία για τη λειτουργία της ΔΕΔΙΣΑ
- Από τον Ιστότοπο της Περιφέρειας Κρήτης
- Από το πρόγραμμα Life 09 NV GR 294/WASTE-C- CONTROL
- Από δημοσιευμένες Μελέτες σε επιστημονικά περιοδικά για την περιφέρεια Κρήτης
- Από τη ΔΕΔΙΣΑ ΑΕ

Σύσταση και ποσότητες ΑΣΑ

Η σύνθεση των αποβλήτων που εισέρχονται για επεξεργασία στο ΕΜΑΚ παρατίθεται στους παρακάτω πίνακες 6 &7.

Τροφοδοσία Εργοστασίου με ΑΣΑ

Όπως προκύπτει από τους παρακάτω πίνακες οι συνολικές ποσότητες που εισέρχονται στο εργοστάσιο είναι 93399 τόνοι ΑΣΑ από τα οποία οι 12982 τόνοι είναι το προδιαλεγμένο κλάσμα (μπλε κάδος και κίτρινος) και οι υπόλοιποι 80417 είναι το σύμμεκτο (πράσινος κάδος).

Χιλιομετρικές Αποστάσεις

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται επίσης οι χιλιομετρικές αποστάσεις που ουσιαστικά διανύουν για κάθε δρομολόγιο τα φορτηγά αυτοκίνητα-απορριμματοφόρα της ΔΕΔΙΣΑ προκειμένου να μεταφερθούν τα ΑΣΑ από τον τόπο παραγωγής τους στο εργοστάσιο. Επιπρόσθετα παρατίθενται οι πίνακες για την παραγωγή του κάθε Δήμου Ξεχωριστά για το μπλε και πράσινο κάδο. Οι χιλιομετρικές αποστάσεις έχουν ιδιαίτερη σημασία για τον υπολογισμό της περιβαλλοντικής επίπτωσης της φάσης του Κύκλου Ζωής της μεταφοράς.

Πίνακας 8: Σύθεση Σύμμεκτου κλάσματος ΑΣΑ στην είσοδο ΕΜΑΚ

Σύμμεκτα (green bin) Είσοδος Εργοστασίου	total amount (tonnes)	90000
Συστατικό	Σύσταση	
οργανικά	37.20%	33480
έντυπο χαρτί	4.10%	3690
χαρτόνι	6.10%	5490
υπόλοιπο χαρτί	13.10%	11790
φύλλο πλαστικού ΠΕ	6.30%	5670
PET	3.30%	2970
PE	3.40%	3060
PP	2.70%	2430
Υπόλοιπα πλαστικά	4.80%	4320
Σιδηρούχα	2.10%	1890
Αλουμιμούχα	0.70%	630
Γυαλί	2.20%	1980
Διάφορα	8.40%	7560
Αδρανή	5.60%	5040
Σύνολο	100.00%	90000

Πηγή: (LIFE 09 ENV GR294/WASTE-C-CONTROL, 2012)

Πίνακας 9: Σύθεση Προδιαλεγμένου κλάσματος ΑΣΑ στην είσοδο ΕΜΑΚ

Προδιαλεγμένα (blue bin) Είσοδος εργοστάσιο	Total amount (tonnes)	15000
Συστατικό		
οργανικά	2.54%	381
έντυπο χαρτί	3.20%	480
χαρτόνι	42.12%	6318
υπόλοιπο χαρτί	25.27%	3790.5
φύλλο πλαστικού ΛΕΥΚΟ PE	4.32%	648
φύλλο πλαστικού Ανάμεικτο	6.28%	942
PET	1.08%	162
PE	1.06%	159
PP	0.46%	69
τετραπακ	0.08%	12
Σιδηρούχα	1.62%	243
Αλουμιούχα	0.22%	33
Γυαλί	2.52%	378
Δέρμα-Ξύλο	3.12%	468
Διάφορα	6.11%	916.5
Σύνολο	100.00%	15000

Πηγή: (LIFE 09 ENV GR294/WASTE-C-CONTROL, 2012)

Πίνακας 10: Μέσες αποστάσεις Δήμων έως το ΕΜΑΚ

Δήμος	Απόσταση (Km)
Πλατανια	38
χανίων	23
Κισσάμου	62
Σφακίων	85
Αποκορώνου	45

Πίνακας 11: Παραγωγή ΑΣΑ ανά Δήμο

Δήμος	ΤΟΝΟΙ
ΧΑΝΙΑ	53446
ΚΙΣΣΑΜΟΣ	5460
ΠΛΑΤΑΝΙΑΣ	11800
ΣΦΑΚΙΑ	1311
ΑΠΟΚΟΡΩΝΑΣ	8400
ΣΥΝΟΛΟ	80417

Πηγή: (LIFE 09 ENV GR294/WASTE-C-CONTROL, 2012)

Πίνακας 12: Παραγωγή Ανακυκλώσιμων ανά Δήμο

Δήμος	ΤΟΝΟΙ
ΧΑΝΙΑ	11532
ΚΙΣΣΑΜΟΣ	267
ΠΛΑΤΑΝΙΑΣ	777
ΣΦΑΚΙΑ	0
ΑΠΟΚΟΡΩΝΑΣ	406
ΣΥΝΟΛΟ	12982

Πηγή: (LIFE 09 ENV GR294/WASTE-C-CONTROL, 2012)

Ηλεκτρισμός και χρήση νερού

Το εργοστάσιο λειτουργεί έξι (6) ημέρες την εβδομάδα σε δυο βάρδιες και σε διάρκεια του χρόνου υπολογίζονται 300 εργάσιμες ημέρες.

Η κατανάλωσή του σε ηλεκτρικό ρεύμα υπολογίζεται ότι ήταν για το έτος αναφοράς περίπου 4500MWh. Το μείγμα της χώρας για το έτος αναφοράς (2010) ήταν: 48% λιγνιτική, 8,66% πετρελαϊκή, 17,80% φυσικού αερίου, 10,51 υδροηλεκτρική, 6,36% ΑΠΕ, 8,66% διασυνδέσεις.

Το νερό που αναλίσκεται στην εγκατάσταση πέραν της χρησιμοποίησης του στο στάδιο της βιολογικής επεξεργασίας, χρησιμοποιείται και στις χρήσεις καθαρισμού του εργοστασίου και εκτιμάται κατά προσέγγιση σε 50.000 τόνους κατανάλωσης για το έτος αναφοράς.

Κατανάλωση πετρελαίου εντός του εργοστασίου

Το πετρέλαιο καύσιμο που χρησιμοποιείται εντός του εργοστασίου για την κίνηση των διαφόρων μηχανημάτων και λειτουργία των διαφόρων εγκαταστάσεων υπολογίζεται σε 55.447 lt το χρόνο.

Κατανάλωση πετρελαίου εκτός του εργοστασίου

Εκτός του εργοστασίου τα καύσιμα που καταναλώνονται από τα απορριμματοφόρα φορτηγά και από τα φορτηγά που μεταφέρουν τα ογκώδη αντικείμενα και τα κλαδέματα υπολογίζεται από το πρόγραμμα EASETECH. Η παραδοχή που γίνεται είναι ότι οι κινητήρες είναι κατηγορίας EURO 3 Emission Standards (European Parliament) .

Παραγωγή- Πωλήσεις Ανακυκλωσίμων

Πωλήσεις χαρτιού για διάστημα ενός έτους σε χιλιάδες κιλά: (καφέ χαρτί: 3540000, ανάμεικτο χαρτί: 2450000, τετραπάκ: 10000).

Πωλήσεις πλαστικού για διάστημα ενός έτους σε χιλιάδες κιλά: (PET: 160000, HDPE: 200000, PP:40000)

Πωλήσεις μετάλλων για διάστημα 10 μηνών σε χιλιάδες κιλά: (Σίδηρος: 1800000, Αλουμίνιο κουτί: 40000, Ορείχαλκος: 3000, Καλώδια:600, Χαλκός:400, Προφίλ Αλουμινίου: 500, Λοιπά Μέταλλα (ανοξειδωτα, γαλβάνιζε, σκληρό-μαλακό αλουμίνιο: 8000).

Πωλήσεις γυαλιού για διάστημα 12 μηνών σε χιλιάδες κιλά: 40730.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά-Παραγωγή- Πωλήσεις ΚΟΜΠΟΣΤ

Σύμφωνα με τη ΔΕΔΙΣΑ ([5]) τα χαρακτηριστικά του παραγόμενου Κομπόστ έχουν ως εξής:

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά

Ph:7.5-8.5

Ηλεκτρική Αγωγιμότητα(E.C):<37ms/CM

Οργανική Ουσία:<40%ξηρού βάρους

Άνθρακας (C):<22.0% Ξηρού Βάρους

Άζωτο (N)1,5-2,0% Ξηρού Βάρους

Κάλιο (K):1,0-1,5% Ξηρού Βάρους

Φώσφορος (P): 0.4-0.5% Ξηρού Βάρους

Ασβέστιο:<13,0%

Πυκνότητα:700kg/m³

Σχέση C/N:<15

Βαρέα Μέταλλα: <όρια που θέτει η ΕΕ για εδαφοβελτιωτικά υλικά.

Παραγωγή

Παραγωγή για έτος 2010 σε χιλιάδες κιλά: 2500000

5.3 Ανάπτυξη Σεναρίων και υποθέσεις

Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι να συγκρίνει τα δύο σενάρια διαχείρισης απορριμμάτων του νομού Χανίων σε σχέση με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνολικά το κάθε ένα επιφέρει

στην περιοχή. Το βασικό σενάριο αναφοράς είναι η τρέχουσα διαχείριση των απορριμμάτων ως έχει ενώ το εναλλακτικό είναι το οργανικό κλάσμα να οδηγείται στο ΧΥΤΑ χωρίς να λαμβάνει χώρα η κομποστοποίηση.

5.3.1 Σενάριο αναφοράς

Το σενάριο αναφοράς είναι το σενάριο υφιστάμενης διαχείρισης των απορριμμάτων, όπως αυτό περιγράφηκε αναλυτικά στο κεφάλαιο 4 και αναφέρεται στη μοντελοποίηση ως τρέχον σενάριο (Current Scenario DEDISA). Συνοπτικά, αποτελείται από την παραγωγή στη πηγή των απορριμμάτων του Νομού από τους 5 Δήμους, τη συλλογή και μεταφορά των ρευμάτων του μπλε, πράσινου, κίτρινου κάδου και των κλαδεμάτων στο ΕΜΑΚ. Στο ΕΜΑΚ επεξεργάζονται ξεχωριστά το προδιαλεγμένο κλάσμα (μπλε & κίτρινος κάδος) όπου τα προϊόντα που παράγει το κλάσμα αυτό είναι : μέταλλα (Al, Fe κ.α), γυαλί, πλαστικό και χαρτί. Το σύμμεικτο κλάσμα αφού περνά από χειροδιαλογή, μαγνήτες και διαχωριστές για αφαίρεση προσμίξεων αναμειγνύεται με τα κλαδέματα για τη δημιουργία του οργανικού κλάσματος εντός του ΕΜΑΚ το οποίο θα κατευθυνθεί για παραγωγή κομπόστ. Το κομπόστ που παράγεται διατίθεται στην αγορά ως εδαφοβελτιωτικό και για αντικατάσταση λιπασμάτων ενώ τα υπολείμματα από όλα τα στάδια του ΕΜΑΚ κατευθύνονται στο ΧΥΤΑ. Το σενάριο απεικονίζεται μοντελοποιημένο στο ΕΑΣΕΤΕCH στο στιγμιότυπο του σχήματος 25.

5.3.2 Εναλλακτικό Σενάριο

Το εναλλακτικό σενάριο αναφέρεται στη μοντελοποίηση ως σενάριο 2 (Scenario 2 DEDISA). Ουσιαστικά το κομμάτι της δημιουργίας, συλλογής, και μεταφοράς στο ΕΜΑΚ είναι ακριβώς το ίδιο. Αυτό που αλλάζει είναι ότι το σύμμεικτο κλάσμα δεν υπόκειται σε επεξεργασία για διαχωρισμό του οργανικού κλάσματος για δημιουργία κομποστ αλλά οδηγείται όπως είναι στο ΧΥΤΑ. Το σενάριο απεικονίζεται μοντελοποιημένο στο ΕΑΣΕΤΕCH στο στιγμιότυπο του σχήματος 27.

5.3.3 Παραδοχές

Στα αποτελέσματα δεν καταγράφονται ως περιβαλλοντικά οφέλη η πρώτη ύλη υλικών που ανακτάται από το πρόγραμμα ανακύκλωσης. Για τη σύγκριση των δυο σεναρίων δεν έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς θεωρούμε ότι ανακτώνται οι ίδιες ποσότητες ανακυκλώσιμης πρώτης ύλης και στα δυο σενάρια. Στις συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις του συστήματος όμως, ουσιαστικά

θα υπήρχε ελάφρυνση σε περίπτωση που λαμβανόταν υπόψη. Το θέμα είναι όμως ότι δεν μπορεί με ακρίβεια να προσδιορισθεί αυτή η ελάφρυνση καθώς δεν είναι γνωστή επακριβώς η πορεία των υλικών αυτών μετά την πώλησή τους. Δηλαδή, οι βιομηχανίες που παραλαμβάνουν τα υλικά από το πρόγραμμα ανακύκλωσης, δεν είναι γνωστή η τοποθεσία τους ώστε να υπολογισθούν τα αντίστοιχα περιβαλλοντικά φορτία για τη μεταφορά τους.

Τα στραγγίσματα που παράγονται από το ΧΥΤΑ δεν λαμβάνονται υπόψη στη μελέτη.

Ο σχεδιασμός για τον ΧΥΤΑ προβλέπει την τοποθέτηση πυρσών καύσης για το παραγόμενο βιοαέριο με την πλήρωσή του, οι οποίοι ακόμα δεν έχουν τοποθετηθεί. Θα εξεταστεί ένα σενάριο επιπλέον στο οποίο τελικά δε θα τοποθετηθούν.

5.4 Impact Assessment-Ανάλυση Επιπτώσεων

Στους πίνακες 14 έως 17 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης για τις κατηγορίες επιπτώσεων για τα δύο υπό μελέτη σενάρια. Στον πίνακα 18 γίνεται η σύγκριση των δύο σεναρίων ανά κατηγορία επιπτώσεων. Να σημειωθεί ότι όταν η τιμή σε κάποια κατηγορία είναι αρνητική αυτό σημαίνει ότι στη συγκεκριμένη κατηγορία επιπτώσεων το αποτέλεσμα της μοντελοποίησης δίνει περιβαλλοντική ελάφρυνση. Αντίστοιχα στα διαγράμματα που απεικονίζονται παρακάτω κάθε καταγραφή πάνω από τον άξονα των Χ σημαίνει περιβαλλοντική επιβάρυνση ενώ κάτω από τον άξονα σημαίνει περιβαλλοντική ελάφρυνση. Τα παρακάτω αποτελέσματα αποτυπώνουν την επιβάρυνση που δέχεται το περιβάλλον (τοπικό και παγκόσμιο) από τον τρόπο που διαχειρίζονται οι 105.000 τόνοι απορριμμάτων που παράγονται ανά έτος σε μια χρονική κλίμακα 100 ετών στο Νομό Χανίων.

5.4.1 Ανάλυση Επιπτώσεων Current Scenario

Στο διάγραμμα 7, αποτυπώνονται συνοπτικά τα αποτελέσματα του LCIA για το current scenario. Στο διάγραμμα 9, συγκρίνονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των current scenario (μπλε χρώμα) και του scenario 2 (κόκκινο χρώμα). Από τα συγκεκριμένα διαγράμματα εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

Οι σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις για το current scenario είναι στις κατηγορίες climate change (κλιματική αλλαγή) και abiotic depletion fossil (ανάλωση αβιοτικών πόρων, ορυκτά). Είναι περίπου 7 φορές μεγαλύτερες (σε κανονικοποιημένες τιμές) από τις αμέσως

επόμενες που είναι οι photochemical formation (σχηματισμός φωτο-οξειδωτικών) και terrestrial acidification (οξίνιση εδάφους) Βλέπε πίνακας 18.

Αντίθετα οι μικρότερες επιπτώσεις είναι στην κατηγορία freshwater eutrophication (ευτροφισμός σε γλυκά νερά), όπου υφίσταται περιβαλλοντική ελάφρυνση από το σύστημα και οφείλεται στη διεργασία χρήσης κομπόστ αντί για λιπάσματα.

Η ετήσια λοιπόν διαχείριση των ΑΣΑ των Χανίων σε βάθος 100 χρόνων επιβαρύνει το περιβάλλον στην κατηγορία κλιματική αλλαγή (φαινόμενο θερμοκηπίου) με το ισοδύναμο των $3.40 \cdot 10^7$ kg CO₂ ή το ισοδύναμο σε 4394.71 PE. Για να υπάρχει ένα μέτρο σύγκρισης, στον πίνακα 13, παρατίθενται η επιβάρυνση στην αντίστοιχη κατηγορία επιπτώσεων ανά kg επεξεργασμένων ΑΣΑ από αντίστοιχη μελέτη για τα Λιόσια Αττικής (Abeliotis, και συν., 2012). Συγκρίνοντας τις τιμές της παρούσας εργασίας, με αυτές των (Abeliotis, και συν., 2012), φαίνεται ότι τα αποτελέσματα είναι παραπλήσια αλλά όχι πανομοιότυπα. Αυτό είναι ενθαρρυντικό καθώς τα όρια του συστήματος των σεναρίων διαφέρουν ανά σενάριο.

Πίνακας 13: Σύγκριση αποτελεσμάτων ΧΑΝΙΑ-ΛΙΟΣΙΑ κατηγορία κλιματική Αλλαγή

Πόλη	Σενάριο	κλιματική αλλαγή, (kg CO ₂ -Eq)	kg CO ₂ per kg MSW
Χανιά	current (no Biogas Recovery)	5.96E+07	0.57
Χανιά	CURRENT +Πυρσοί Καύσης	3.40E+07	0.32
Χανιά	scen 2 (Πυρσοί Καύσης)	2.76E+07	0.26
Χανιά	scen 2 (no Biogas Recovery)	5.39E+07	0.51
Λιόσια	Landfilling (no Biogas Recovery)		1.03
Λιόσια	current MBT Plant		0.15
Λιόσια	current MBT Plant +πλήρης διάθεση κομπόστ		0.14
(Kreith, et al., 2002)			2.323

Πηγή :Ιδία επεξεργασία , (Abeliotis, και συν., 2012), (Kreith, et al., 2002)

Για την κατηγορία κλιματική αλλαγή υπεύθυνες είναι κυρίως οι διεργασίες : οξείδωση βιοαερίου στην οροφή του ΧΥΤΑ και κομποστοποίηση. (Διάγραμμα 7).Η διαφυγή και οξείδωση βιοαερίου

από το ΧΥΤΑ ανέρχεται στους $2.32 * 10^7$ kg CO₂ ή το ισοδύναμο σε 3069 PE ενώ για τη διαδικασία της κομποστοποίησης ανέρχεται στους $6.86 * 10^6$ kg CO₂ ή το ισοδύναμο σε 888 PE.

Στην κατηγορία abiotic depletion fossil η επιβάρυνση ανέρχεται στο ισοδύναμο των $6,21 * 10^8$ Mj. Σε αυτή τη κατηγορία επιπτώσεων, ευθύνονται κυρίως οι διεργασίες Chania Collection System και Κατασκευή και Λειτουργία ΧΥΤΑ. (Διάγραμμα 7). Είναι οι διεργασίες που καταναλώνουν τα περισσότερα ορυκτά καύσιμα. Σε αυτό το διάγραμμα φαίνεται η αναλογία των επιπτώσεων στις διάφορες διεργασίες συλλογής και μεταφοράς των ΑΣΑ από τους 5 Δήμους και είναι εμφανής ότι η περιβαλλοντική επιβάρυνση είναι ανάλογη της ποσότητας και της απόστασης που αυτά μεταφέρονται μέχρι την τελική διάθεσή τους. Η διεργασία συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων καθώς επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό αυτή την κατηγορία επιπτώσεων, έχει δυνητικά μεγάλα περιθώρια βελτίωσης τα οποία θα συζητηθούν παρακάτω.

Σε περίπτωση που δεν τοποθετηθούν τελικά οι πυρσοί καύσης για το παραγόμενο βιοαέριο, η επίπτωση στη κλιματική αλλαγή σε αυτό το σενάριο, απεικονίζεται στο διάγραμμα 12. Η περιβαλλοντική επίπτωση από το ισοδύναμο των $3,40 * 10^7$ kg CO₂ ανέρχεται στο ισοδύναμο των $5,96 * 10^7$ kg CO₂, δηλαδή μια αύξηση περίπου 75% στις συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από το σύστημα. Αυτό συμβαίνει διότι το βιοαέριο που δε συλλέγεται, αποτελείται όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4 κυρίως από μεθάνιο. Το δυναμικό παγκόσμιας θέρμανσης (Global Warming Potential) των 100 ετών του μεθανίου είναι 29 (IPCC WG1, 2013), δηλαδή σε μια χρονική περίοδο 100 ετών το μεθάνιο παγιδεύει 29 φορές περισσότερη θερμότητα ανά μονάδα μάζας σε σύγκριση με το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Όταν λοιπόν το μεθάνιο απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα, επηρεάζει τη κλιματική αλλαγή του πλανήτη, πολύ περισσότερο από όταν αυτό καίγεται και απελευθερώνεται ως το προϊόν καύσης του που είναι το (CO₂).

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη λειτουργία του τμήματος κομποστοποίησης, αναφορικά με τις δυο κυριότερες κατηγορίες επιπτώσεων που επηρεάζουν το συνολικό σύστημα (κλιματική αλλαγή και ανάλωση βιοτικών πόρων Ορυκτά) περιγράφονται στον πίνακα 19. Αναλυτικότερα, στον εν λόγω πίνακα καταγράφονται ανά διαδικασία, η περιβαλλοντική επίπτωση στις δυο εν λόγω κατηγορίες και εξετάζονται τρία διαφορετικά σενάρια. Το πρώτο σενάριο είναι η υφιστάμενη κατάσταση. Δηλαδή ως εισροές στο τμήμα της κομποστοποίησης, δεχόμαστε 45000 τόνων οργανικού κλάσματος που προέρχεται από την έξοδο του MRF (Material Recovery Facility)

μαζί με τους 10500 τόνους κλαδεμάτων και πράσινων αποβλήτων που συλλέγονται ξεχωριστά στην πόλη. Το ηλεκτρικό μίγμα λειτουργίας του τμήματος είναι το μέσο ευρωπαϊκό μίγμα ηλεκτρικής ενέργειας. Το δεύτερο σενάριο αφορά στην κομποστοποίηση μόνο των 10500 τόνων πράσινων αποβλήτων με χρήση του ίδιου ενεργειακού μίγματος για τον ηλεκτρισμό. Το τρίτο σενάριο αφορά στην αντικατάσταση του ενεργειακού μίγματος στο πρώτο σενάριο, με ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ. Στον πίνακα καταγράφεται επίσης ένας δείκτης που παρουσιάζει το ισοδύναμο σε kg CO₂ που απελευθερώνεται ανά τόνο επεξεργασμένων βιοαποδομήσιμων ΑΣΑ. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στη μελέτη των (Murphy, et al., 2006) έχει υπολογισθεί ότι απελευθερώνονται 360 kg CO₂ ισοδύναμα, ανά επεξεργασμένο τόνο βιοαποδομήσιμων ΑΣΑ, ενώ στο βασικό σενάριο για τη ΔΕΔΙΣΑ υπολογίζεται στα 128 kg CO₂ ισοδύναμα. Αποδεικνύεται ότι μειώνοντας τον όγκο των εισροών στο τμήμα της κομποστοποίησης μειώνονται και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο όλο σύστημα. Για παράδειγμα συγκρίνοντας το πρώτο σενάριο με το δεύτερο, δηλαδή από τους 55000 τόνους στους 10500, η επίπτωση στην κατηγορία κλιματική αλλαγή μειώνεται περίπου 7,25 φορές. Ομοίως εάν αντικατασταθεί το ενεργειακό μίγμα λειτουργίας του εργοστασίου(τμήμα κομποστοποίησης) από το μέσο ευρωπαϊκό μίγμα με μείγμα ενέργειας από ΑΠΕ (100%ΑΙΟΛΙΚΗ) το αντίστοιχο αποτύπωμα άνθρακα μειώνεται κατά 3 περίπου φορές.

Όσον αφορά στις περιβαλλοντικές ελαφρύνσεις στο όλο σύστημα από την αντικατάσταση χημικών λιπασμάτων από τη χρήση κομποστ αυτές απεικονίζονται στο πίνακα 20. Είναι φανερό ότι το όλο σύστημα δέχεται περιβαλλοντική ελάφρυνση από τη συγκεκριμένη διεργασία. Παρόλα αυτά η συγκεκριμένη ελάφρυνση δεν είναι δυνατόν να υπερκαλύψει την επιβάρυνση στο σύστημα από τις υπόλοιπες διεργασίες της κομποστοποίησης. Για παράδειγμα στην κατηγορία της κλιματικής αλλαγής η ελάφρυνση ανέρχεται στα $-2,53 * 10^4$ kg CO₂ ισοδύναμα. Αν ανατρέξουμε στον πίνακα 19 φαίνεται ότι στη συγκεκριμένη κατηγορία η επιβάρυνση στο σύστημα από τη διεργασία της κομποστοποίησης ανέρχεται στα $6,86 * 10^6$ kg CO₂ ισοδύναμα. Είναι δηλαδή η επιβάρυνση 272 φορές μεγαλύτερη από την ελάφρυνση. Πρέπει, όμως να σημειωθεί, ότι αυτή η διαφορά αναφέρεται στις συγκεκριμένες συνθήκες που λειτουργεί το εργοστάσιο, με τις συγκεκριμένες εισροές και το ίδιο ενεργειακό μίγμα. Σε διαφορετικές συνθήκες αυτός λόγος μειώνεται αρκετά.

5.4.2 Ανάλυση Επιπτώσεων Scenario 2

Στο διάγραμμα 8 αποτυπώνονται συνοπτικά τα αποτελέσματα του LCIA για το scenario 2.

Οι σημαντικότερες επιπτώσεις και σε αυτό το σενάριο είναι στις κατηγορίες κλιματική αλλαγή και ανάλωση αβιοτικών πόρων, ορυκτά.

Για την κατηγορία κλιματική αλλαγή υπεύθυνες είναι κυρίως οι διεργασίες : οξείδωση βιοαερίου στην οροφή του ΧΥΤΑ.

Για την κατηγορία ανάλωση αβιοτικών πόρων-ορυκτά, κυρίως ευθύνονται οι διεργασίες Chania Collection System (Συλλογή αποβλήτων από το Δήμο Χανίων) και Κατασκευή και Λειτουργία ΧΥΤΑ. Το αποτέλεσμα είναι δικαιολογημένο καθώς οι εν λόγω διεργασίες είναι αυτές που καταναλώνουν τα περισσότερα ορυκτά καύσιμα, είτε στα απορριμματοφόρα είτε στις μπουλντόζες που κατασκευάζουν το ΧΥΤΑ και πραγματοποιούν τις χωματοκαλύψεις των υλικών.

Στην περίπτωση που δε τοποθετηθούν πυρσοί καύσης για το παραγόμενο βιοαέριο, ισχύουν ότι και στη προηγούμενη περίπτωση(παρ 5.4.1), και η επίπτωση στη κατηγορία της κλιματικής αλλαγής θα είναι ιδιαίτερα αρνητική και μάλιστα σε μεγαλύτερο βαθμό σε αυτό το σενάριο καθώς το οργανικό κλάσμα που κατευθύνεται στο ΧΥΤΑ είναι μεγαλύτερο από το προηγούμενο σενάριο. Όσο μεγαλύτερο το οργανικό κλάσμα, τόσο μεγαλύτερες ποσότητες βιοαερίου και κατ'επέκταση μεθανίου, που θα αποδεσμευθούν στην ατμόσφαιρα.

5.4.3 Σύγκριση LCIA των δύο Σεναρίων-Συμπεράσματα

Η σύγκριση των επιπτώσεων των δυο σεναρίων απεικονίζεται στο διάγραμμα 9 και τα αναλυτικά αποτελέσματα στον πίνακα 17. Είναι σχετικά απρόσμενο αλλά φανερό ότι το σενάριο 2 υπερέχει περιβαλλοντικά από το current scenario.

Στις κατηγορίες climate change, ozone depletion, photochemical formation, terrestrial acidification, eutrophication potential, human toxicity carcinogenic, ecotoxicity και abiotic depletion fossil το scenario 2 υπερέχει περιβαλλοντικά από το τρέχον σενάριο αναφοράς. Αντίθετα, στις κατηγορίες fresh water eutrophication, depletion of abiotic resources και human toxicity non carcinogenic υπερέχει το current scenario

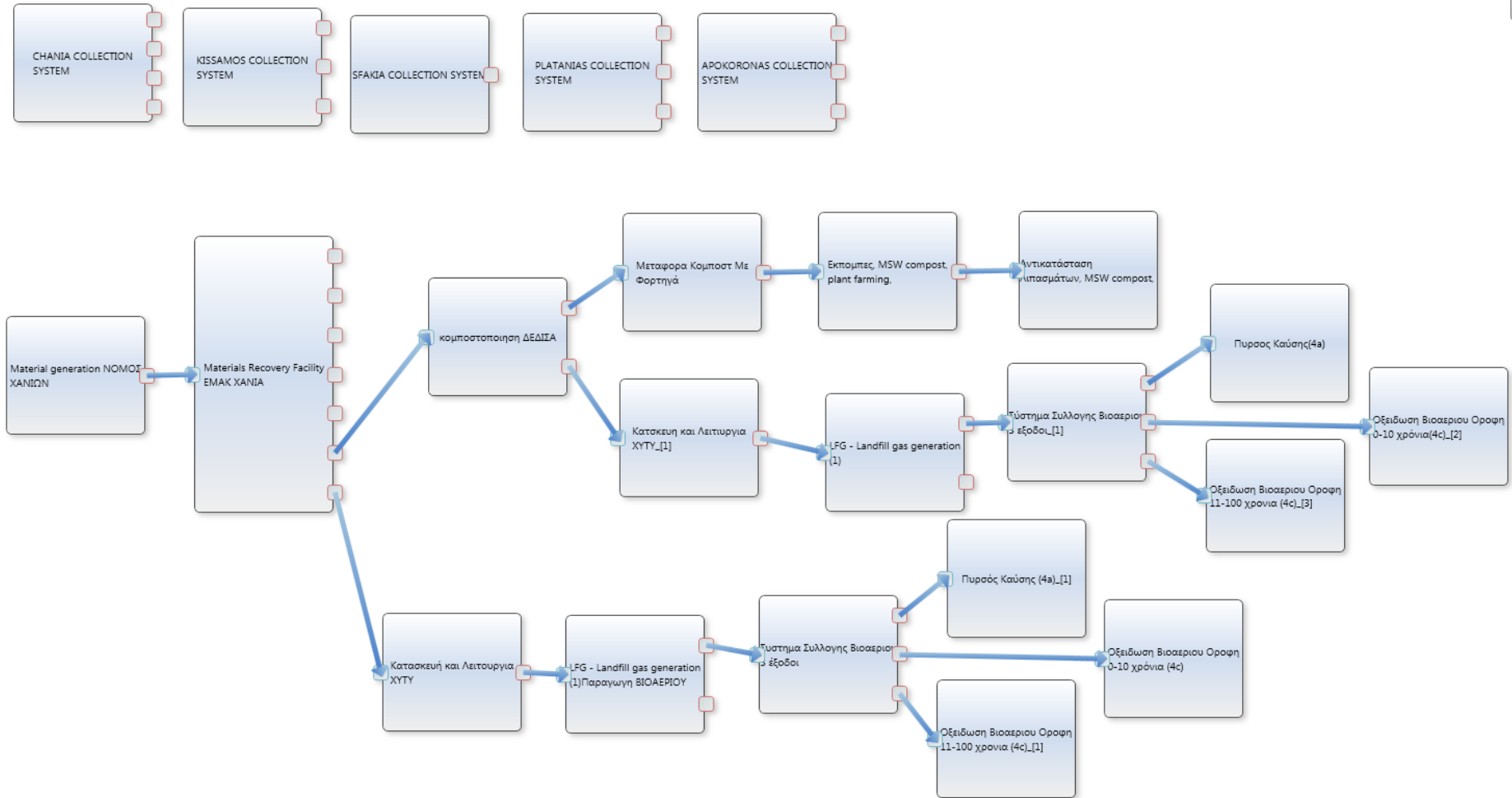
Στις δυο κατηγορίες επιπτώσεων με τη μεγαλύτερη συμμετοχή στη συνολική επιβάρυνση στο περιβάλλον (κλιματική αλλαγή και ανάλωση αβιοτικών πόρων , ορυκτά) υπερέρχει το σενάριο 2.

Εξετάζοντας λεπτομερώς τις αιτίες που οδηγούν σε αυτό το μη αναμενόμενο αποτέλεσμα μπορούν να επισημανθούν τα παρακάτω:

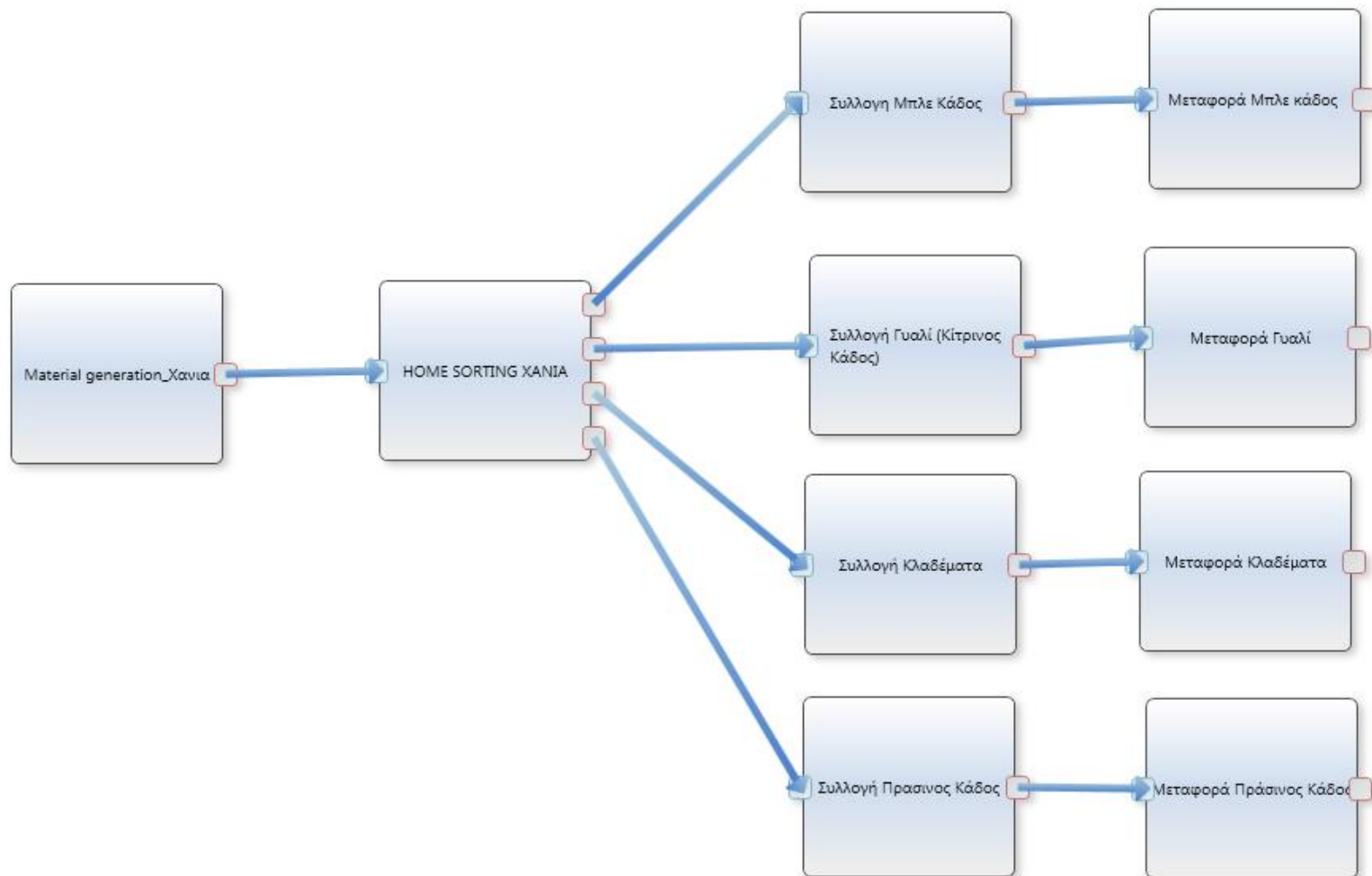
Καθώς οι διεργασίες συλλογής των απορριμμάτων από τους Δήμους είναι όμοιες όπως και οι επιπτώσεις από την υγειονομική ταφή εξίσου, είναι εμφανές ότι την αρνητική διαφορά για το σενάριο αναφοράς τη δημιουργεί η διαδικασία της κομποστοποίησης. Αυτό φαίνεται και από το διάγραμμα 7 στο οποίο η κομποστοποίηση έχει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του συστήματος αναφορικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι κυριότεροι λόγοι που γίνεται αυτό και θα μπορούσαν να εξεταστούν ανάλογα και ως προτάσεις βελτίωσης για το μέλλον είναι αναφέρθηκαν στην παράγραφο 5.4.1, πιο συγκεκριμένα

1. Από τους 80.000 τόνους σύμμεικτων απορριμμάτων, καταλήγουν για αερόβια διεργασία 45.000 τόνοι που αναμειγνύονται με 10500 τόνοι από πράσινα απόβλητα και καταλήγουν μόνο οι 2.500 περίπου κάθε χρόνο να γίνονται compost. Αυτό υποδηλώνει ότι το σύστημα ξοδεύει ιδιαίτερα μεγάλη ενέργεια να επεξεργαστεί ένα ιδιαίτερα μεγάλο φορτίο με μικρό σχετικά αντίκρισμα. Εξετάσθηκε στην παράγραφο 5.4.1, ανάλογο σενάριο. Να τονιστεί εδώ ότι τα υπολείμματα από αυτή τη διαφορά πάλι οδηγούνται στο ΧΥΤΑ για υγειονομική ταφή με την ανάλογη προσφορά στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από εκεί.
2. Η απόρριψη τόσο μεγάλου ποσοστού υλικού οφείλεται κυρίως στο ότι το οργανικό κλάσμα «χάνεται» μέσα στο κλάσμα των συμμεικτων καθώς το κλάσμα του πρ΄σινου κάδου δεν έχει μόνο οργανικό κλάσμα , αλλά και άλλα υλικά. Εάν το οργανικό κλάσμα είχε μεγαλύτερη καθαρότητα σε σχέση με την προέλευσή του, δε θα απαιτούταν τόσο μεγάλη ενέργεια για να επεξεργασθεί, θα υπήρχε μεγαλύτερη παραγωγή compost από λιγότερα υλικά με τα ανάλογα περιβαλλοντικά οφέλη. Το σύστημα θα ξόδευε πολύ λιγότερη ενέργεια να επεξεργασθεί ένα μικρότερο όγκο ΑΣΑ που θα του απέφερε μεγαλύτερη ποσότητα προϊόντος (κομπόστ). Να σημειωθεί ότι η τελευταία Οδηγία αναφέρεται στην κατά το δυνατό ξεχωριστή συλλογή του Οργανικού κλάσματος.
3. Η αερόβια χώνευση (κομποστοποίηση) σαν φυσικοχημική διεργασία έχει πολλές εκπομπές στο περιβάλλον (κυρίως CO₂) το οποίο είναι ένα από τα αέρια του φαινομένου του

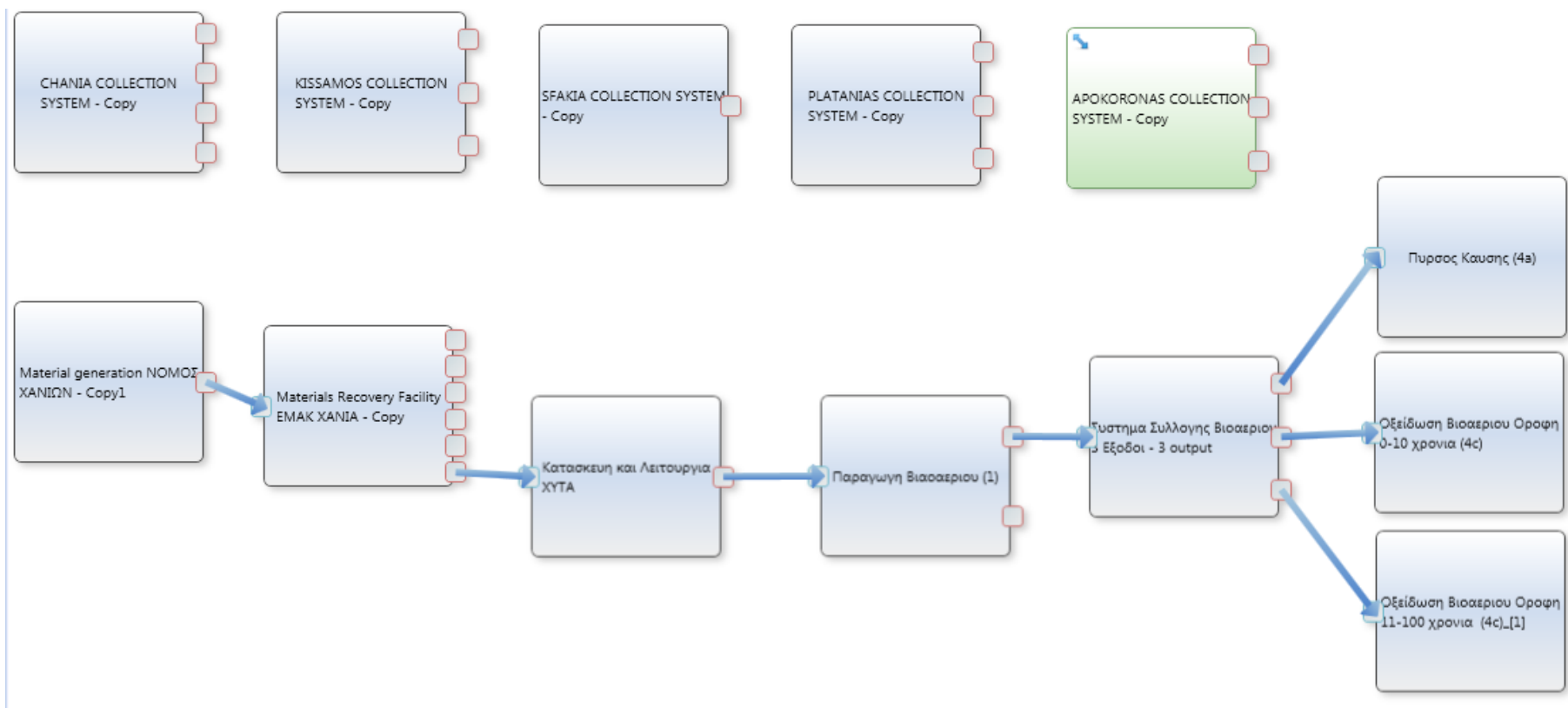
- θερμοκηπίου. Εν αντιθέσει με την αναερόβια χώνευση από την οποία παράγεται βιοαέριο το οποίο συλλέγεται και εκμεταλλεύεται αναλόγως με τα ανάλογα περιβαλλοντικά οφέλη
4. Η ενέργεια που αναλίσκεται στην Composting Fast Tank είναι ενέργεια από το Δίκτυο, ενώ θα μπορούσε να είναι από πηγές ΑΠΕ ή ακόμα και από το συλλεχθέν βιοαέριο που παράγει ο ίδιος ο ΧΥΤΑ. Το σενάριο με ΑΠΕ εξετάσθηκε στην παράγραφο 5.4.1
 5. Τα οφέλη από την αντικατάσταση λιπασμάτων από την εφαρμογή compost στις αγροτικές γαίες ναι μεν υπάρχουν και απεικονίζονται στα αποτελέσματα της μελέτης, παρόλα αυτά δεν είναι τόσο πολλά για να ανατρέψουν το συνολικό αποτέλεσμα.. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε που το οργανικό κλάσμα στη Βόρεια Ευρώπη κυρίως κατευθύνεται είτε σε διεργασίες αναερόβιας ζύμωσης για παραγωγή βιοαερίου είτε σε εγκαταστάσεις Θερμικής επεξεργασίας για παραγωγή ενέργειας.



Σχήμα 24: Συνολική Μοντελοποίηση Συστηματος Διαχείρισης Σεναριο Αναφοράς



Σχήμα 25: Ανάλυση Συστήματος Συλλογής και Μεταφοράς ΑΣΑ



Σχήμα 26: Συνολική Μοντελοποίηση Συστηματος Διαχείρισης Εναλλακτικού Σεναριου 1

Πίνακας 14: Αποτελέσματα LCIA CURRENT SCENARIO characterized data

	climate change, (kg CO ₂ -Eq)	ozone depletion, (kg CFC-11-Eq)	photochemical formation , (kg VOC)	terrestrial acidification, (kg SO ₂ -Eq)	eutrophication potential, (kg NO _x -Eq)	fresh water eutrophication, (kg P-Eq)	depletion of abiotic resources (kg antimony-Eq)	human toxicity, carcinogenic (CTU)	human toxicity, non carcinogenic (CTU)	ecotoxicity (CTU)	abiotic depletion, fossil (MJ)
	Κλιματική Αλλαγή	Ανάλωση όζοντος	Σχηματισμός φωτοχημικών	Οξίνιση	ευτροφισμός	Ευτροφισμός γλυκού νερού	Μείωση αβιοτικών πόρων	Τοξικότητα στον άνθρωπο καρκινογενής	Τοξικότητα στον άνθρωπο μη καρκινογενής	Τοξικότητα στο οικοσύστημα	Μείωση αβιοτικών πόρων (ορυκτών)
	3.40+07	1.21E-01	3.13E+04	3.08E+04	3.02E+04	-2.99E+01	1.51E-07	9.83E-04	4.01E-02	1.46E+05	3.10E+08
Οξειδωση Βιοαεριου Οροφη 11-100 χρονια (4c)_[1]	1.16E+07	0.00E+00	4.70E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
κομποστοποιηση ΔΕΔΙΣΑ	6.86E+06	1.19E-03	1.60E+03	9.90E+03	9.55E+03	0.00E+00	1.42E-07	4.40E-04	4.61E-02	8.77E+04	5.07E+07
Οξειδωση Βιοαεριου Οροφη 11-100 χρονια (4c)_[3]	6.53E+06	0.00E+00	2.65E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Οξειδωση Βιοαεριου Οροφη 0-10 χρονια(4c)_[2]	2.47E+06	0.00E+00	1.00E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Οξειδωση Βιοαεριου Οροφη 0-10 χρονια (4c)	2.09E+06	0.00E+00	8.47E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Materials Recovery Facility EMAK XANIA	9.97E+05	1.18E-01	5.44E+02	5.69E+03	1.75E+01	0.00E+00	7.99E-09	2.61E-04	2.96E-02	3.63E+04	1.10E+07
CHANIA COLLECTION SYSTEM	8.73E+05	8.56E-04	8.04E+03	4.58E+03	8.80E+03	0.00E+00	4.27E-10	8.82E-05	5.68E-03	2.32E+04	1.19E+08
Κατασκευή και Λειτουργία ΧΥΤΑ Πυρός Καύσης (4a)_[1]	7.82E+05	5.01E-04	3.47E+03	2.11E+03	3.63E+03	0.00E+00	2.07E-10	3.72E-05	5.81E-03	1.29E+04	5.57E+07
Κατασκευη και Λειτουργια ΧΥΤΑ_[1] Πυροςος Καύσης(4a)	5.23E+05	0.00E+00	1.91E+03	2.99E+03	1.64E+03	0.00E+00	0.00E+00	9.41E-05	0.00E+00	2.19E+02	0.00E+00
ΑΡΟΚΟΡΟΝΑΣ COLLECTION SYSTEM	5.19E+05	3.33E-04	2.30E+03	1.40E+03	2.41E+03	0.00E+00	1.37E-10	2.47E-05	3.85E-03	8.58E+03	3.70E+07
KISSAMOS COLLECTION SYSTEM	4.78E+05	0.00E+00	1.75E+03	2.74E+03	1.50E+03	0.00E+00	0.00E+00	8.60E-05	0.00E+00	2.00E+02	0.00E+00
SFAKIA COLLECTION SYSTEM	1.18E+05	1.16E-04	1.09E+03	6.21E+02	1.19E+03	0.00E+00	5.79E-11	1.20E-05	7.70E-04	3.15E+03	1.61E+07
Μεταφορα Κομποστ Με Φορτηγά	1.16E+05	1.14E-04	1.07E+03	6.07E+02	1.17E+03	0.00E+00	5.66E-11	1.17E-05	7.53E-04	3.08E+03	1.57E+07
PLATANIAS COLLECTION SYSTEM	3.17E+04	3.12E-05	2.92E+02	1.67E+02	3.20E+02	0.00E+00	1.55E-11	3.21E-06	2.07E-04	8.45E+02	4.32E+06
Αντικατάσταση Λιπασμάτων, MSW compost,	8.53E+03	8.37E-06	6.66E+01	3.83E+01	7.22E+01	0.00E+00	4.18E-12	8.62E-07	5.55E-05	2.27E+02	1.16E+06
	2.02E+02	1.98E-07	1.86E+00	1.06E+00	2.03E+00	0.00E+00	9.87E-14	2.04E-08	1.31E-06	5.37E+00	2.74E+04
	-	0.00E+00	-4.33E+01	-8.13E+01	-9.71E+01	-2.99E+01	0.00E+00	-7.58E-05	-5.27E-02	-3.07E+04	0.00E+00
	2.53E+04										

Πίνακας 15: Αποτελέσματα LCIA CURRENT SCENARIO normalized data

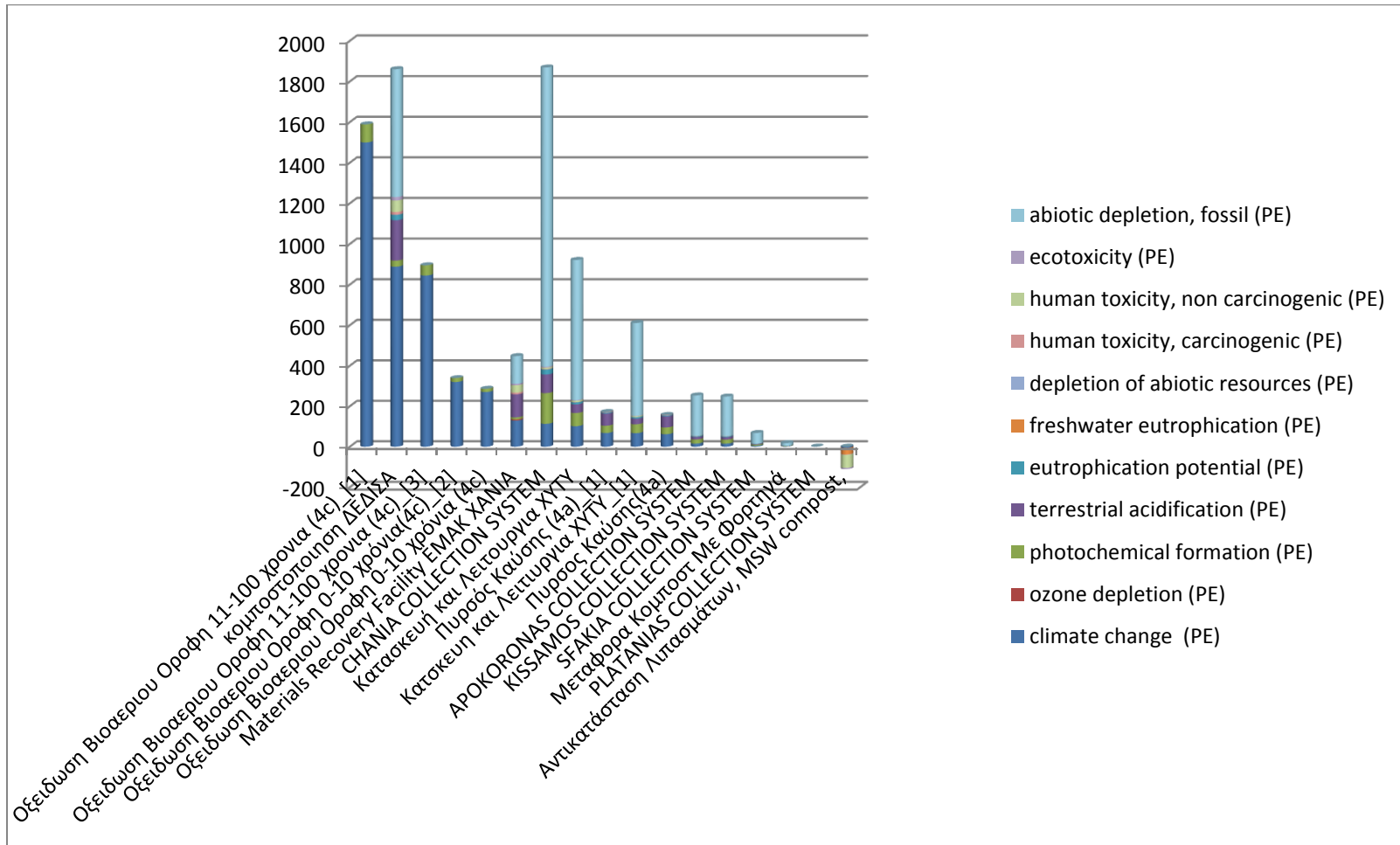
	climate change (PE)	ozone depletion (PE)	photochemical formation (PE)	terrestrial acidification (PE)	eutrophication potential (PE)	freshwater eutrophication (PE)	depletion of abiotic resources (PE)	human toxicity, carcinogenic (PE)	human toxicity, non carcinogenic (PE)	ecotoxicity (PE)	abiotic depletion, fossil (PE)
	Κλιματική Αλλαγή	Ανάλωση όζοντος	Σχηματισμός φωτοχημικών	Οξίνιση	ευτροφισμός	Ευτροφισμός γλυκού νερού	Μείωση αβιοτικών πόρων	Τοξικότητα στον άνθρωπο καρκινογενής	Τοξικότητα στον άνθρωπο μη καρκινογενής	Τοξικότητα στο οικοσύστημα	Μείωση αβιοτικών πόρων (ορυκτών)
Σύνολο	4394,71	5,92	591,10	616,61	84,84	-31,15	0	30,24	49,27	28,81	3852,22
Οξείδωση Βιοαερίου Οροφή 11-100 χρόνια (4c)_[1]	1500	0	88.85	0	0	0	0	0	0	0	0
Κομποστοποίηση ΔΕΔΙΣΑ	888	0.0579	30.17	198.5	26.83	0	6.56E-07	13.53	56.64	17.33	629.2
Οξείδωση Βιοαερίου Οροφή 11-100 χρόνια (4c)_[3]	844.7	0	50.04	0	0	0	0	0	0	0	0
Οξείδωση Βιοαερίου Οροφή 0-10 χρόνια(4c)_[2]	319.8	0	18.94	0	0	0	0	0	0	0	0
Οξείδωση Βιοαερίου Οροφή 0-10 χρόνια (4c)	270.2	0	16.01	0	0	0	0	0	0	0	0
Materials Recovery Facility EMAK XANIA	129	5.767	10.28	114	0.04901	0	3.68E-08	8.032	36.36	7.175	136.8
CHANIA COLLECTION SYSTEM	112.9	0.04178	151.9	91.84	24.72	0	1.97E-09	2.713	6.982	4.593	1473
Κατασκευή και Λειτουργία ΧΥΤΑ	101.2	0.02446	65.51	42.26	10.19	0	9.53E-10	1.145	7.133	2.556	691.3
Πυρός Καύσης (4a)_[1]	67.7	0	36.16	60.01	4.61	0	0	2.896	0	0.04332	0
Κατασκευή και Λειτουργία ΧΥΤΑ_[1]	67.11	0.01622	43.46	28.04	6.762	0	6.32E-10	0.7598	4.732	1.696	458.6
Πυρός Καύσης(4a)	61.87	0	33.05	54.84	4.213	0	0	2.647	0	0.0396	0
APOKORONAS COLLECTION SYSTEM	15.3	0.005662	20.59	12.45	3.35	0	2.67E-10	0.3677	0.9462	0.6224	199.7
KISSAMOS COLLECTION SYSTEM	14.96	0.005538	20.14	12.17	3.277	0	2.61E-10	0.3596	0.9254	0.6088	195.3
SFAKIA COLLECTION SYSTEM	4.106	0.001519	5.525	3.34	0.8991	0	7.16E-11	0.09866	0.2539	0.167	53.58
Μεταφορά Κομπόστ Με Φορηγά	1.103	0.0004083	1.259	0.7684	0.2028	0	1.92E-11	0.02651	0.06823	0.04488	14.4
PLATANIAS COLLECTION SYSTEM	0.02609	9.65E-06	0.0351	0.02122	0.005713	0	4.55E-13	0.0006269	0.001613	0.001061	0.3404
Αντικατάσταση Λιπασμάτων, MSW compost,	-3.27	0	-0.8186	-1.631	-0.2728	-31.15	0	-2.332	-64.77	-6.067	0

Πίνακας 16: Αποτελέσματα LCIA SCENARIO 2 characterized data

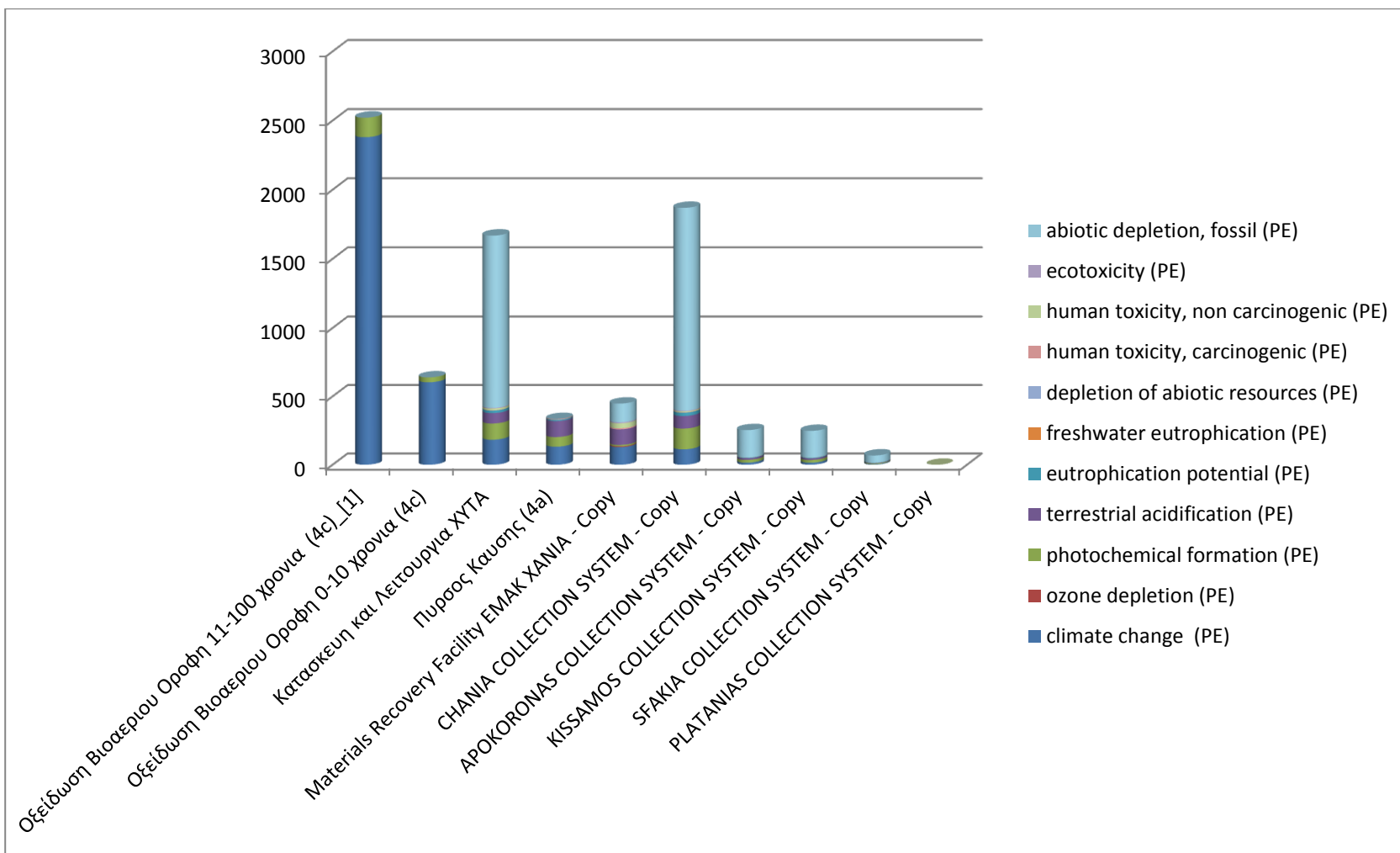
	climate change, (kg CO ₂ -Eq)	ozone depletion, (kg CFC-11-Eq)	photochemical formation , (kg VOC)	terrestrial acidification, (kg SO ₂ -Eq)	eutrophication potential, (kg NO _x -Eq)	fresh water eutrophication, (kg P-Eq)	depletion of abiotic resources (kg antimony-Eq)	human toxicity, carcinogenic (CTU)	human toxicity, non carcinogenic (CTU)	ecotoxicity (CTU)	abiotic depletion, fossil (MJ)
	Κλιματική Αλλαγή	Ανάλωση όζοντος	Σχηματισμός φωτοχημικών	Οξίνιση	ευτροφισμός	Ευτροφισμός γλυκού νερού	Μείωση αβιοτικών πόρων	Τοξικότητα στον άνθρωπο καρκινογενής	Τοξικότητα στον άνθρωπο μη καρκινογενής	Τοξικότητα στο οικοσύστημα	Μείωση αβιοτικών πόρων (ορυκτών)
sum	2.764E+07	1.202E-01	3.039E+04	2.132E+04	2.127E+04	0.000E+00	8.922E-09	6.271E-04	4.752E-02	9.047E+04	2.668E+08
Οξείδωση Βιοαερίου Οροφη 11-100 χρονια (4c)_[1]	1.84E+07	0	7458	0	0	0	0	0	0	0	0
Οξείδωση Βιοαερίου Οροφη 0-10 χρονια (4c)	4.66E+06	0	1891	0	0	0	0	0	0	0	0
Κατασκευή και Λειτουργία ΧΥΤΑ	1.42E+06	0.0009077	6275	3817	6570	0	3.74E-10	6.74E-05	0.01051	2.34E+04	1.01E+08
Πυρσος Καυσης (4a)	1.02E+06	0	3734	5843	3204	0	0	0.0001837	0	427.9	0
Materials Recovery Facility ΕΜΑΚ ΧΑΝΙΑ - Copy	9.97E+05	0.1182	544.1	5686	17.45	0	7.99E-09	0.000261	0.0296	3.63E+04	1.10E+07
CHANIA COLLECTION SYSTEM - Copy	8.73E+05	0.0008564	8037	4581	8801	0	4.27E-10	8.82E-05	0.005683	2.32E+04	1.19E+08
ΑΠΟΚΟΡΟΝΑΣ COLLECTION SYSTEM - Copy	1.18E+05	0.0001161	1089	620.8	1193	0	5.79E-11	1.20E-05	0.0007702	3149	1.61E+07
KISSAMOS COLLECTION SYSTEM - Copy	1.16E+05	0.0001135	1065	607.2	1167	0	5.66E-11	1.17E-05	0.0007533	3080	1.57E+07
SFAKIA COLLECTION SYSTEM - Copy	3.17E+04	3.12E-05	292.3	166.6	320.1	0	1.55E-11	3.21E-06	0.0002067	845.1	4.32E+06
PLATANIAS COLLECTION SYSTEM - Copy	201.6	1.98E-07	1.857	1.059	2.034	0	9.87E-14	2.04E-08	1.31E-06		

Πίνακας 17: Αποτελέσματα LCIA SCENARIO 2 normalized data

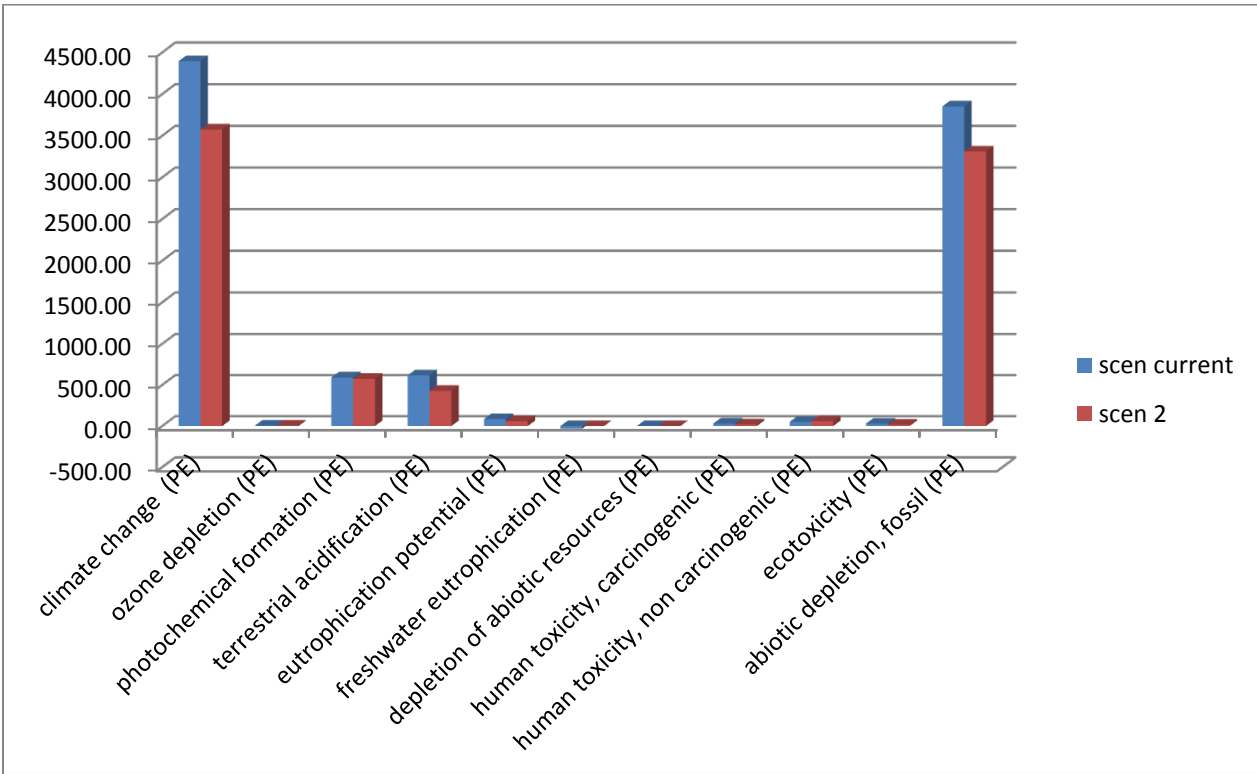
	climate change (PE)	ozone depletion (PE)	photochemical formation (PE)	terrestrial acidification (PE)	eutrophication potential (PE)	freshwater eutrophication (PE)	depletion of abiotic resources (PE)	human toxicity, carcinogenic (PE)	human toxicity, non carcinogenic (PE)	ecotoxicity (PE)	abiotic depletion, fossil (PE)
	Κλιματική Αλλαγή	Ανάλωση όζοντος	Σχηματισμός φωτοχημικών	Οξίνιση	ευτροφισμός	Ευτροφισμός γλυκού νερού	Μείωση αβιοτικών πόρων	Τοξικότητα στον άνθρωπο καρκινογενής	Τοξικότητα στον άνθρωπο μη καρκινογενής	Τοξικότητα στο οικοσύστημα	Μείωση αβιοτικών πόρων (ορυκτών)
sum	3575.0	5.9	574.4	427.4	59.8	0.0	0.0	19.3	58.4	17.9	3310.4
Οξείδωση Βιοαερίου Οροφη 11-100 χρονια (4c)_[1]	2380	0	141	0	0	0	0	0	0	0	0
Οξείδωση Βιοαερίου Οροφη 0-10 χρονια (4c)	603.3	0	35.74	0	0	0	0	0	0	0	0
Κατασκευη και Λειτουργια ΧΥΤΑ	183.2	0.04428	118.6	76.52	18.46	0	1.73E-09	2.074	12.91	4.628	1252
Πυρσος Καυσης (4a)	132.2	0	70.58	117.1	8.999	0	0	5.653	0	0.08457	0
Materials Recovery Facility EMAK XANIA - Copy	129	5.767	10.28	114	0.04901	0	3.68E-08	8.032	36.36	7.175	136.8
CHANIA COLLECTION SYSTEM - Copy	112.9	0.04178	151.9	91.84	24.72	0	1.97E-09	2.713	6.982	4.593	1473
APOKORONAS COLLECTION SYSTEM - Copy	15.3	0.005662	20.59	12.45	3.35	0	2.67E-10	0.3677	0.9462	0.6224	199.7
KISSAMOS COLLECTION SYSTEM - Copy	14.96	0.005538	20.14	12.17	3.277	0	2.61E-10	0.3596	0.9254	0.6088	195.3
SFAKIA COLLECTION SYSTEM - Copy	4.106	0.001519	5.525	3.34	0.8991	0	7.16E-11	0.09866	0.2539	0.167	53.58
PLATANIAS COLLECTION SYSTEM - Copy	0.02609	9.65E-06	0.0351	0.02122	0.005713	0	4.55E-13	0.0006269	0.001613		



Διάγραμμα 7: Ανάλυση LCIA CURENT SCENARIO



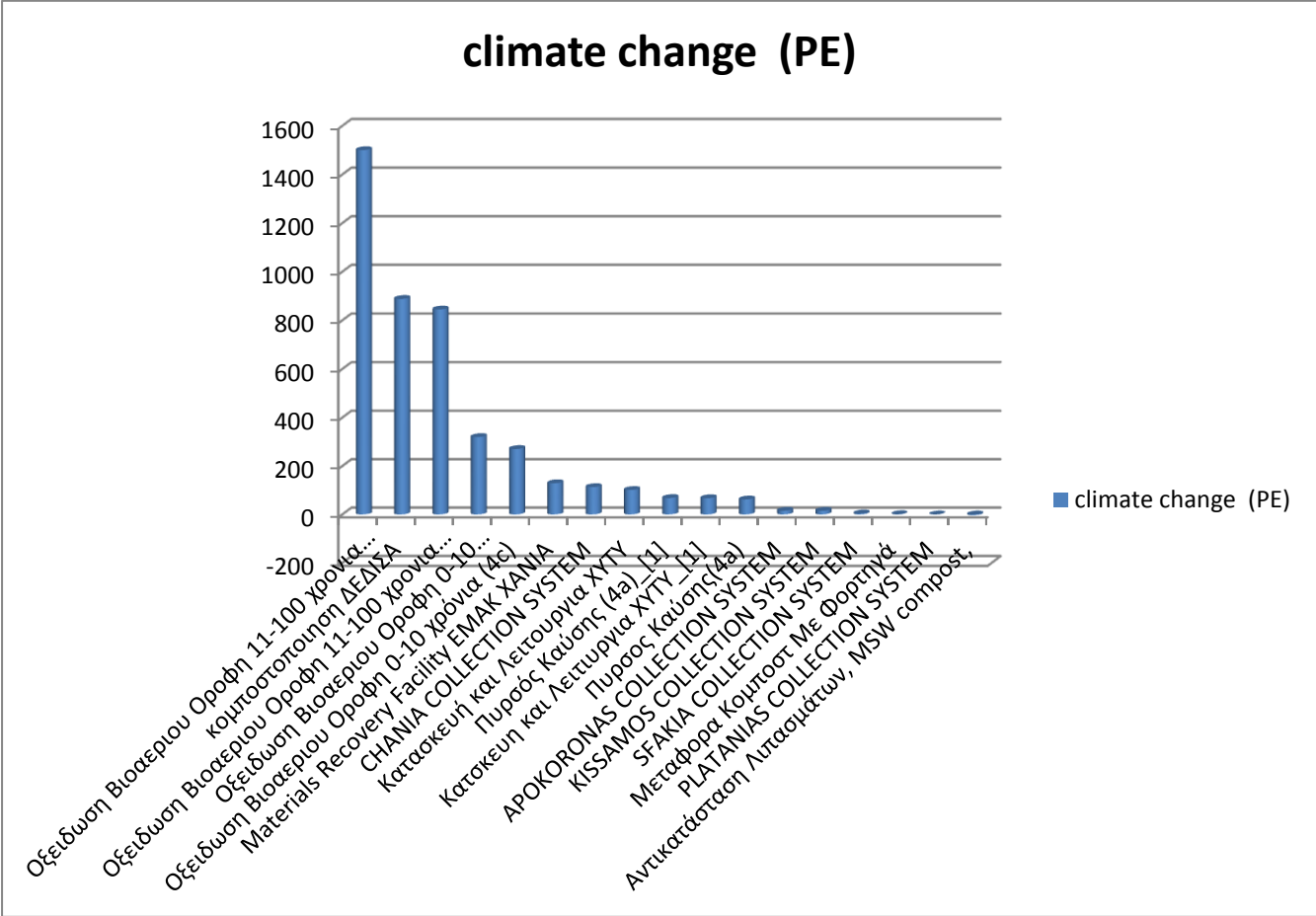
Διάγραμμα 8: Ανάλυση LCIA SCENARIO 2



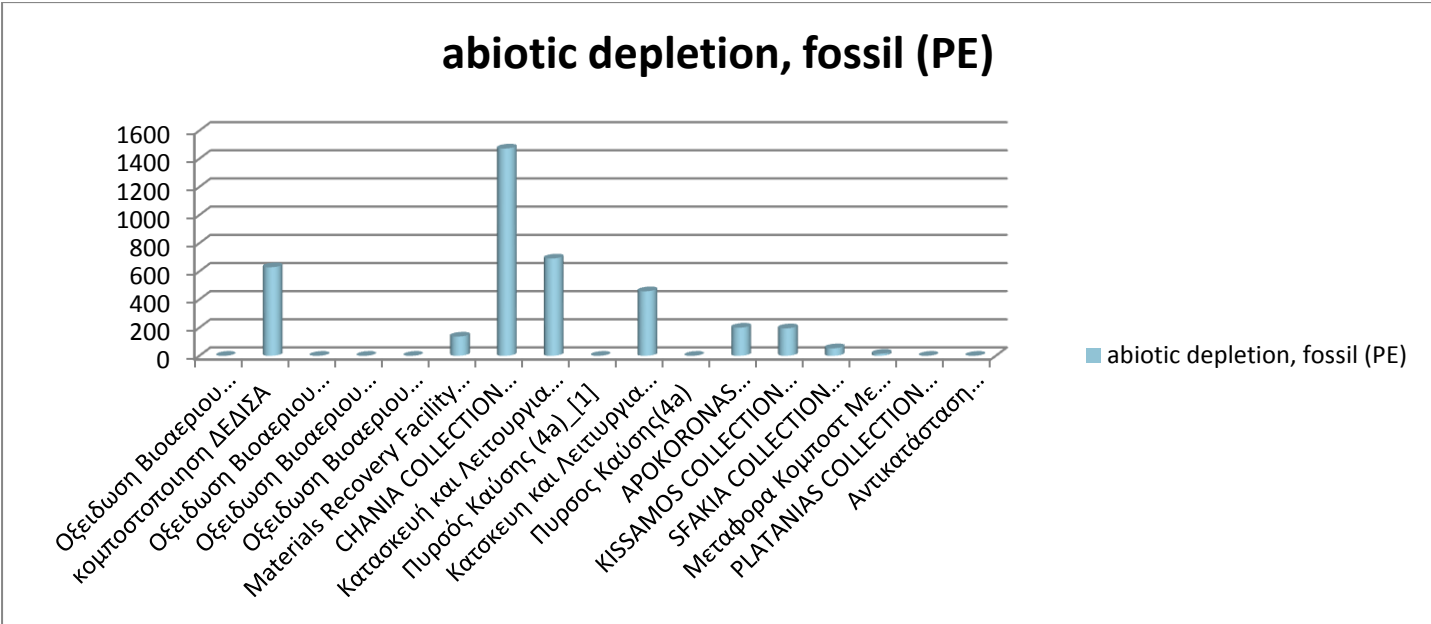
Διάγραμμα 9: Σύγκριση αποτελεσμάτων των Σεναρίων PE

Πίνακας 18: Σύγκριση αποτελεσμάτων Σεναρίων σε μονάδες PE

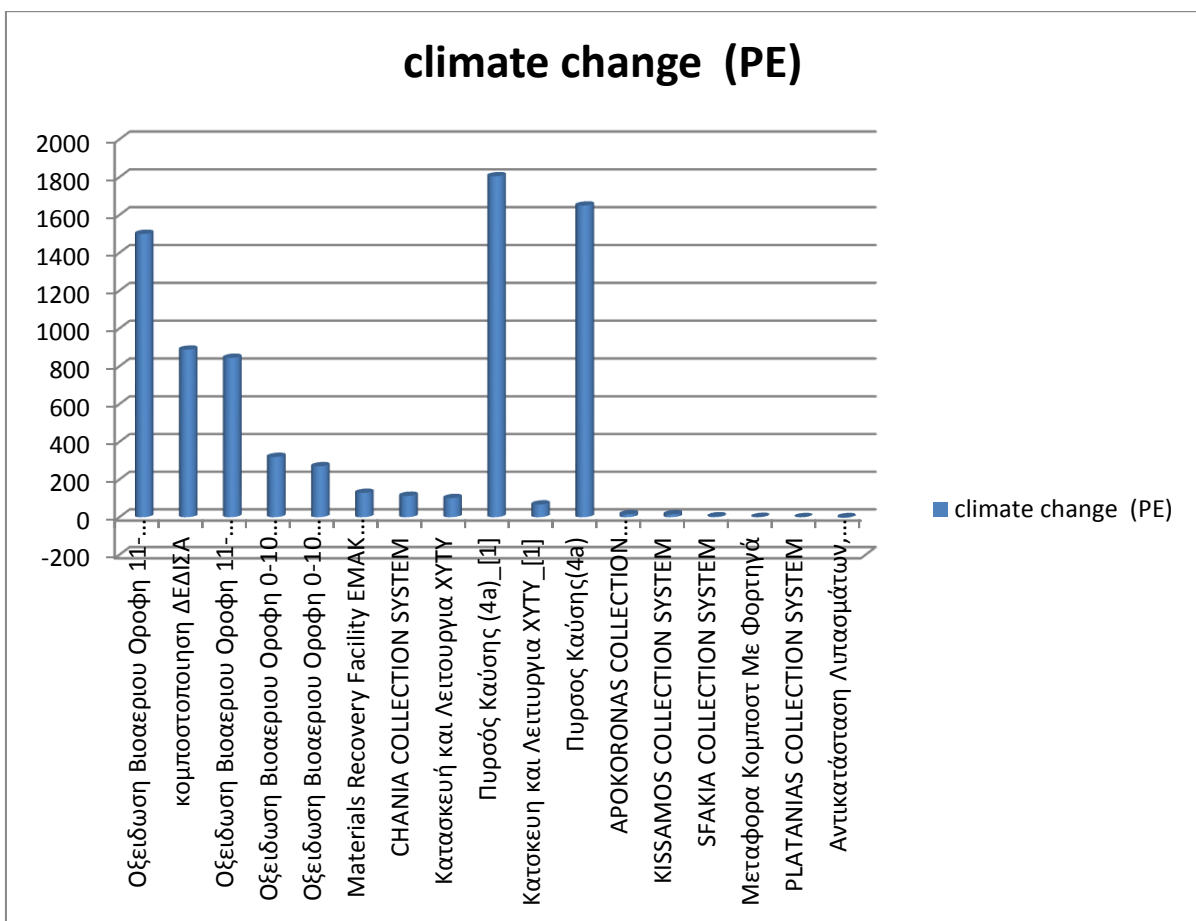
	climate change (PE)	ozone depletion (PE)	photochemical formation (PE)	terrestrial acidification (PE)	eutrophication potential (PE)	freshwater eutrophication (PE)	depletion of abiotic resources (PE)	human toxicity, carcinogenic (PE)	human toxicity, non carcinogenic (PE)	ecotoxicity (PE)	abiotic depletion, fossil (PE)
	Κλιματική Αλλαγή	Ανάλωση όζοντος	Σχηματισμός φωτοχημικών	Οξίνιση	ευτροφισμός	Ευτροφισμός γλυκού νερού	Μείωση αβιοτικών πόρων	Τοξικότητα στον άνθρωπο καρκινογόνος	Τοξικότητα στον άνθρωπο μη καρκινογόνος	Τοξικότητα στο οικοσύστημα	Μείωση αβιοτικών πόρων (ορυκτών)
scen current	4394.71	5.92	591.10	616.61	84.84	-31.15	0.00	30.24	49.27	28.81	3852.22
scen 2	3574.99	5.8658	574.39	427.4412	59.75982	0	4.1E-08	19.2986	58.379113	17.879	3310.38



Διάγραμμα 10: Σύγκριση διαδικασιών σεναρίου αναφοράς για την κατηγορία επίπτωσης κλιματική αλλαγή



Διάγραμμα 11: Σύγκριση διαδικασιών σεναρίου αναφοράς για την κατηγορία επίπτωσης Abiotic Depletion Fossil



Διάγραμμα 12: Σύγκριση διαδικασιών σεναρίου αναφοράς για την κατηγορία επίπτωσης κλιματική αλλαγή. Χωρίς την τοποθέτηση Πυρσών καύσης.

	Σενάριο Πρώτο		Σενάριο δεύτερο		Σενάριο Τρίτο	
Εισροή κλάσματος	45.000 Τόνοι από σύμμεικτα (Εξοδος MRF) + 10 500 τόνοι κλαδέματα+ Πράσινα Απόβλητα Ενεργειακό μίγμα Μ.Ο ΕΕ		10500 τόνοι κλαδέματα+ Πράσινα απόβλητα Ενεργειακό μίγμα Μ.Ο ΕΕ		45.000 Τόνοι από σύμμεικτα (Εξοδος MRF) + 10 500 τόνοι κλαδέματα+ Πράσινα Απόβλητα Ενεργειακό μίγμα ΑΠΕ(Αιολική 100%)	
Επιμέρους Διεργασίες Κομποστοποίησης	κλιματική αλλαγή (kg CO2 Eq)	Abiotic fuel fossil (Mj eq)	κλιματική αλλαγή (kg CO2 Eq)	Abiotic fuel fossil (Mj eq)	κλιματική αλλαγή (kg CO2 Eq)	Abiotic fuel fossil (Mj eq)
Εκπομπές φορτωτών (wheel Loader)	1.24E+05	1.68E+07	2.47E+04	3.35E+06	1.24E+05	1.68E+07
Electricity Mix Εργοστασίου	4.61E+06	3.39E+07	9.22E+05	6.79E+06	4.00E+04	3.85E+05
εκπομπές κομποστοποίησης (διάσπαση υλικών σε κομποστ)	2.13E+06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.13E+06	2.13E+06
Συνολο	6.86E+06	5.07E+07	9.47E+05	3.35E+06	1.64E+05	1.72E+07
Εκπομπές CO2 ανά τόνου επεξεργασμένων ΑΣΑ στο τμήμα της κομποστοποίησης	124.79		90.14		41.72	

Πίνακας 19; Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Διεργασίας Κομποστοποίησης Τρία σενάρια

Πίνακας 20:Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από αντικατάσταση λιπασμάτων

climate change, (kg CO2-Eq)	ozone depletion, (kg CFC-11-Eq)	photochemical formation , (kg VOC)	terrestrial acidification, (kg SO2-Eq)	eutrophication potential, (kg NOx-Eq)	fresh water eutrophication, (kg P-Eq)	depletion of abiotic resources (kg antimony-Eq)	human toxicity, carcinogenic (CTU)	human toxicity, non carcinogenic (CTU)	ecotoxicity (CTU)	abiotic depletion, fossil (MJ)
- 2.53E+04	0.00E+00	-4.33E+01	8.13E+01	- 9.71E+01	-2.99E+01	0.00E+00	-7.58E-05	-5.27E-02	3.07E+04	- 0.00E+00

5.5 Τελικά Συμπεράσματα

Σε αυτή τη μελέτη εξετάστηκε η λειτουργία του ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης του νομού Χανίων από άποψη περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Για πρώτη φορά προσδιορίζονται ποιοτικά και ποσοτικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από κάθε διεργασία ξεχωριστά για 11 κατηγορίες επιπτώσεων. Οι διεργασίες που συνεισφέρουν περισσότερο στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος είναι η οξείδωση του βιοαερίου από το ΧΥΤΑ, η συλλογή των απορριμμάτων από το Δήμο Χανίων και η διαδικασία της κομποστοποίησης. Οι κατηγορίες που επηρεάζονται κυρίως είναι αυτή της κλιματικής αλλαγής και της ανάλωσης των αβιοτικών ορυκτών πόρων. Σε αυτές τις διεργασίες πρέπει να εστιασθούν οι προσπάθειες για βελτίωση του τελικού αποτελέσματος είτε με αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας από πηγές με μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα (ΑΠΕ, Βιοαέριο, Φυσικό Αέριο κοκ) είτε με καλύτερη διαλογή του οργανικού κλάσματος στη πηγή καθώς και με μείωση εν συνόλω των ΑΣΑ που παράγονται-συλλέγονται-μεταφέρονται και εν τέλει επεξεργάζονται στο ΕΜΑΚ.

Στη συνέχεια το υφιστάμενο σενάριο αναφοράς τέθηκε σε σύγκριση με εναλλακτικό σενάριο που η κύρια διαφορά του είναι ότι το κλάσμα των συμμείκτων κατευθύνεται εξολοκλήρου για υγειονομική ταφή χωρίς να λαμβάνει χώρα η διαδικασία της κομποστοποίησης. Το αποτέλεσμα αναπάντεχο καθώς το εν λόγω σενάριο «δείχνει» να υπερέχει περιβαλλοντικά του τρέχοντος σεναρίου αναφοράς.

Η υπεροχή του δεύτερου σεναρίου δεν είναι απόδειξη ότι το σενάριο αυτό είναι προτιμητέο, αυτό άλλωστε αντιτίθεται στην εθνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία, αλλά αποδεικνύει ότι το τρέχον σενάριο έχει κάποια προβλήματα στην εφαρμογή του και πρέπει κάποιες διεργασίες να επανεξετασθούν ώστε να διορθωθούν και να γίνουν περιβαλλοντικά φιλικότερες.

Τα κυριότερα προβλήματα που εντοπίστηκαν για ο σενάριο αναφοράς και αναφέρθηκαν είναι:

Το οργανικό κλάσμα δε συλλέγεται ξεχωριστά, οπότε απαιτείται μεγάλη ποσότητα ενέργειας για να μεταφερθεί, να διαχωριστεί και να κομποστοποιηθεί. Δύο προτάσεις μπορούν να γίνουν στο κομμάτι αυτό:

- Ξεχωριστή διαλογή οργανικού κλάσματος
- Καθιέρωση οικιακής κομποστοποίησης.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ενέργεια που ξοδεύεται στο ΕΜΑΚ είναι πολύ σημαντικές στη συνολική επίπτωση στο σύστημα. Προτείνεται, η εξέταση για χρήση καθαρότερων μορφών ενέργειας προκειμένου να μειωθεί το συνολικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα των διεργασιών, αλλά και μείωση των απορριμμάτων που επεξεργάζονται.

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες περιβαλλοντικής επιβάρυνσης αποτελούν οι εκπομπές βιοαερίου από το ΧΥΤΑ. Εξετάσθηκαν σενάρια με πλήρη απελευθέρωση του βιοαερίου από το πάνω μέρος του και με καύση αυτού με πυρσούς καύσης. Τα αποτελέσματα αναφέρθηκαν στην παράγραφο 5.4.1. Ως πρόταση βελτίωσης του συστήματος θα μπορούσε να εξετασθεί και να μελετηθεί η αξιοποίηση του για παραγωγή ενέργειας που θα τροφοδοτεί το ίδιο το εργοστάσιο, όπως γίνεται σε άλλους ΧΥΤΑ της χώρας.

Τέλος στο κομμάτι της συλλογής και μεταφοράς των ΑΣΑ στο ΕΜΑΚ, μπορούν να εξετασθούν κάποιες εναλλακτικές στα πλαίσια της κείμενης νομοθεσίας. Η μείωση των ποσοτήτων αλλά και του όγκου των ΑΣΑ, θα ωφελήσει στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε αυτό το τμήμα του κύκλου ζωής των.. Επιπρόσθετα πρέπει να μελετηθεί η ελάφρυνση που θα έχει το συνολικό σύστημα από καθιέρωση Σταθμών Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων ιδιαίτερα για τους απομακρυσμένους δήμους του Νομού.

5.5 Μελλοντική Έρευνα-Future Work

Η AKZ είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων των διάφορων στρατηγικών διαχείρισης των αποβλήτων. Πολλά εργαλεία λογισμικού έχουν αναπτυχθεί, για αυτό το σκοπό, και δίνουν τη δυνατότητα στους μελετητές να εξετάζουν σύνθετα προβλήματα, με λίγο κόπο και με αξιοπιστία στα αποτελέσματά τους. Το δυσκολότερο ίσως σημείο μιας Ανάλυσης Κύκλου Ζωής είναι η εύρεση των δεδομένων LCI, αυτών που είναι απαραίτητα για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Στο δημόσιο τομέα συνήθως δεν υπάρχουν τεκμηριωμένα δεδομένα ή δεν υπάρχουν καθόλου δεδομένα γενικότερα. Στον ιδιωτικό τομέα, τα δεδομένα που αφορούν το κύκλο ζωής προϊόντων ή διεργασιών συνήθως αποτελούν επιχειρηματικά μυστικά. Οπότε ο κάθε μελετητής καλείται είτε να κάνει κάποιες παραδοχές ή να χρησιμοποιεί background data από βάσεις δεδομένων όπως η Eco Invent [9] ή στοιχεία που μπορεί να αντλήσει από δημοσιευμένες μελέτες.

Στην παρούσα εργασία έγιναν αρκετές παραδοχές όσον αφορά στα δεδομένα που εξετάστηκαν στο σύνολο του κύκλου ζωής των διεργασιών. Το γεγονός αυτό δε μειώνει ασφαλώς την αξία της μελέτης καθώς είναι από τις λίγες προσπάθειες στην Ελλάδα που εξέτασαν ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης αποβλήτων με AKZ όπως οι (Abeliotis, et al., 2012), (Koroneos, et al., 2012).

Το επόμενο στάδιο αυτής της προσπάθειας, που έγινε μέσα από αυτή την εργασία, είναι η τεκμηρίωση όλων των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό, η εξέταση μέσα από ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων και των δεδομένων και ουσιαστικά η τεκμηρίωση της μελέτης. Επιπρόσθετα μπορούν να εξετασθούν εναλλακτικά σενάρια που περιλαμβάνουν τις άλλες τεχνολογίες διαχείρισης των αποβλήτων για τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις στην περιοχή, όπως η αναερόβια επεξεργασία και η θερμική κατεργασία ή να διευρυνθούν τα όρια του συστήματος ώστε να περιλαμβάνονται οι επιπτώσεις των στραγγισμάτων ή η περιβαλλοντική ελάφρυνση από την ανακυκλώσιμη πρώτη ύλη.

Να σημειωθεί ότι το λογισμικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε, EASETECH, είναι ακόμη υπό ανάπτυξη, οπότε θα απαιτηθεί η σύγκριση των αποτελεσμάτων της AKZ με αυτά από ένα άλλο πρόγραμμα, ήδη καθιερωμένο που χρησιμοποιεί τις πλέον ενημερωμένες βάσεις δεδομένων, όπως είναι το Sima Pro 8 [8]. Η δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων από δύο μοντέλα LCA, όπως ανάλογα έπραξαν οι (Turconi, et al., 2011) μπορεί να εντοπίσει αδυναμίες στα μοντέλα και στις μεθοδολογίες τους σε περίπτωση απόκλισης των αποτελεσμάτων, αλλά μπορεί να δώσει και την απαραίτητη αξιοπιστία στα αποτελέσματα της μελέτης καθώς τέτοιας φύσης προβλήματα που αφορούν άμεσα τις εμπλεκόμενες τοπικές και ευρύτερες κοινωνίες, συχνά αποτελούν αντικείμενο δημόσιου διαλόγου και αντιπαράθεσης.

Αναφορές-Βιβλιογραφία

- Abeliotis, Konstantinos, Kalogeropoulos, Alexandros και Lasaridi, Katia. 2012.** Life Cycle Assessment of the MBT plant in Ano Liossia, Athens, Greece. *Waste Management*. 2012, 32, σσ. 213-219.
- Bakas, Ioannis, Milios, Leonidas και Reichel, Almut. 2013.** *Municipal Waste Management in Greece*. s.l. : European Environmental Agency, ETC/SCP, 2013.
- Chazirakis, P, Tsamoutsoglou, c and Paterakis, K. 2011.** Monitoring of MBT in the solid recycling and monitoring plant-Landfill of Chania. 2011.
- Christensen, Thomas H. 2010.** *Solid Waste Technology & Management*. Lyngby, Denmark : WILEY, 2010.
- Curran, M. A. 1993.** "Broad-Based Environmental Life Cycle Assessment". *Environmental Science Technology*. 1993, Τόμ. 27, 3, σσ. 430-436.
- European Parliament, Council.** "Directive 98/69/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 1998 relating to measures to be taken against air pollution by emissions from motor vehicles and amending Council Directive 70/220/EEC. *Eur-lex.europa.eu*. [Online]
- Gentil, E, Clavreul, Julie and Christensen, Thomas H. 2009.** Global warming factor of municipal solid waste management in Europe. Waste Management and Research. *Waste Management & Research*. ISWA, 2009, Vol. 27, 850-860.
- Gidakos, E, Havas, E and Ntzamilis, P. 2006.** Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management in the island of Crete. *Waste Management*. ELSEVIER, 2006, 668-679.
- Guinée, J.B, et al. 2001.** *Handbook on Life Cycle Assessment: operationa guide to the ISO standards*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2001.
- Hellweg, S, και συν. 2003.** Ecology: Which technologies Perform Best? in Municipal Solid Waste Management. *Ludwig, Helleweg and Stucki (eds)*. Springer-Verlag,, 2003.
- 2010.** *ILCD Handbook International Reference Life Cycle Data System : Analysis of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment*. 2010.
- IPCC WG1, AR5. 2013.** "Climate Change 2013: The Physical Science Basis - Anthropogenic and Natural Radiative Forcing Supplementary Material. s.l. : Cambridge University Press, 2013.
- ISO. 2006.** *International Standard 14044:2006. Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines*. Geneva, Switzerland : ISO, 2006.
- Kloepffer, W. 1992.** "Survey of Activities". *Life-Cycle Assessment - Workshop Report, April*. s.l. : Society Of Environmental Toxicology and Chemistry, 1992. pp 29-33.
- Koroneos, Christopher και Nanaki, Evanthia. 2012.** *Journal of Cleaner Production*. ELSEVIER, 2012, 27, σσ. 141-150.

Kreith, F και Tchobanoglous, G. 2002. *Handbook of Solid Waste management.* New York : McGraw-Hill, 2002.

LIFE 09 ENV GR294/WASTE-C-CONTROL. 2012. *Επιλογές Διαχείρισης Αποβλήτων για τον Έλεγχο των Εκπομπών των Αερίων του Φαινομένου του Θερμοκηπίου.* Χανιά : Τοπικό Σχέδιο Δράσης για τη Διαχείριση Αποβλήτων στο νομό Χανίων, 2012.

Lomax, L.V. 1995. *Εννιαία Διαχείριση Απορριμμάτων και Βιώσιμη Οικονομική Ανάπτυξη: Ο ρόλος της Ανακύκλωσης, Ανακύκλωση και καθαρότερη παραγωγή.* Αθήνα : Διεθνής Οργάνωση Βιοπολιτικής, 1995.

Murphy, J.D και Power, N.M. 2006. A technical, economic and environmental comparison of composting and anaerobic digestion of biodegradable municipal waste. *Journal of Environmental Science and Health- Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering.* 2006, Τόμ. 41, σσ. 865-879.

Sarigiannis, D.A, et al. Integrated Municipal Solid Waste Management: The Case of Thessaloniki. *Solid Waste Management.* Protection and restoration of the Environment XI.

Thalmann, W.R. 1998. Oeko - Ausweis fuer die Verpackungspraxis", Verpackungs - Rundschau. *Heft.* 1998, Vol. 9, pp. 939-942.

Turconi, Roberto, και συν. 2011. Life Cycle assesment of waste incineration in Denmark and Italy using two LCA models. *Waste Management and Research.* SAGE, 2011.

Wittmaier, W, Langer, S and Sawilla, B. 2009. . Possibilities and limitations of life cycle assessment (LCA) in the development of waste utilization systems – Applied examples for a region in Northern Germany. *Waste Management.* 2009, 29, pp. 1732-1739.

Αμπελιώτης, Κ, Γεργιοπούλου, Μ και Λυμπεράτος, Γ. 2007. *Η εφαρμογή της αξιολόγησης κύκλου ζωής στη διαχείριση των αποβλήτων. Πρακτικά: 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χημικής Μηχανικής Μαΐος.* Αθήνα : s.n., 2007.

Ανδρεαδάκης, Α, και συν. 2003. *Περιβαλλοντική Τεχνολογία.* Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2003.

Γιδαράκος, Ε. 2006. *Επικίνδυνα Απόβλητα. Διαχείριση - Επεξεργασία - Διάθεση.* Θεσσαλονίκη : ΖΥΓΟΣ, 2006.

— . **2012.** *Στερεά Απόβλητα: Διαχείριση και Επεξεργασία. Σημειώσεις Μαθήματος "Διαχείριση Αστικών Στερεών Απορριμμάτων". Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος.* Χανιά : Πολυτεχνείο Κρήτης, 2012.

Δαγκαλίδης, Α. 2011. *Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Κλαδική μελέτη.* 2011.

Λάλας, Δ, και συν. 2007. *Εκτίμηση των Γενικευμένων Επιπτώσεων και Κόστους Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων. Σχέδιο τελικής Έκθεσης προς το Ινστιτούτο Τοπικής Αυτοδιοίκησης.* Αθήνα : ΙΤΑ, 2007.

Μιχαλοπούλου, Χ. 2004. *Νομοθεσία για το Περιβάλλον.* Θεσσαλονίκη : ΖΗΤΗ, 2004.

Οικονόμου, Θ. 1997. *Δυναμικά Συστήματα Διοίκησης - Διαχείριση στερεών αποβλήτων - Μια πειραματική προσέγγιση της διαχείρισης στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα.* Αθήνα : Σακούλας Αντώνιος, 1997.

Παναγιωτακόπουλος, Δ. 2007. *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων*. Θεσσαλονίκη : Ζυγός, 2007.

Τερζής, Ε. 2009. *Οδηγός για το περιβάλλον-Διαχείριση Απορριμμάτων*. Αθήνα : WWF, 2009.

Τσιλέμου, Κ και Παναγιωτακόπουλος, 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*. 2005.

Παραπομπές από Internet

[1] www.eedsa.gr

[2] http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/ev0010_en.htm

[3] <http://www.econews.gr/2010/03/28/xyta-biofuels/>

[4] www.setac.org

[5] Dedisa.gr

[6] <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=URkyxztbX2E%3D&tabid=232&language=el-GR>

[7] www.easetech.dk

[8] <http://www.pre-sustainability.com/>

[9] <http://www.ecoinvent.org/database/>

[10] <http://ec.europa.eu/environment/air/transport/road.htm>