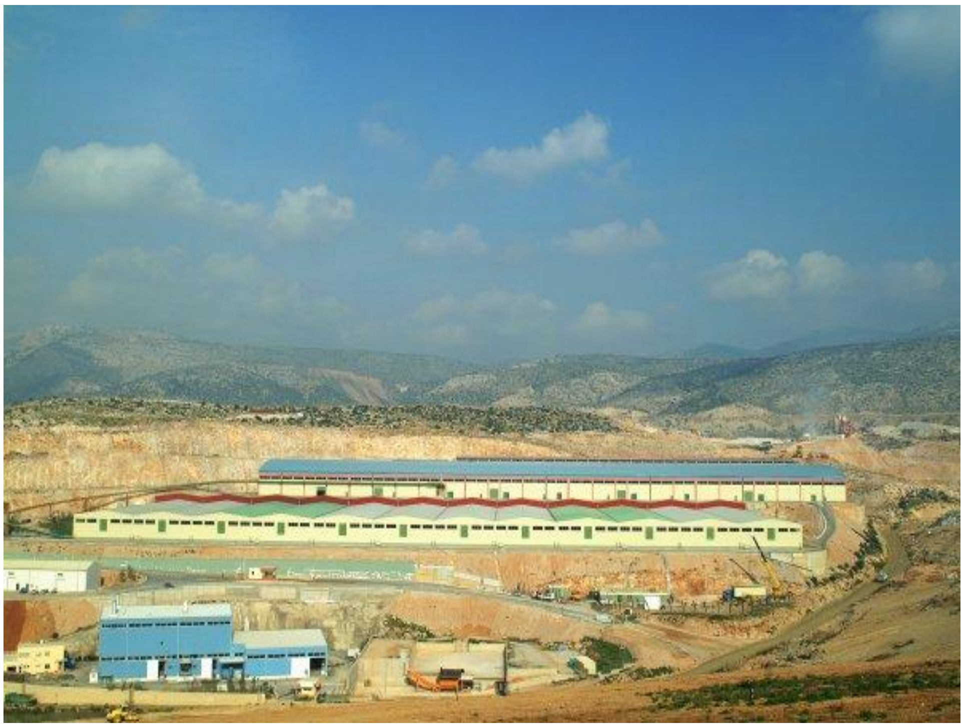
ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

Π.Μ.Σ. «ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

Μεταπτυχιακή Εργασία



ΘΕΜΑ: «ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (ΑΚΖ) ΣΤΗΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (ΜΒΕ) ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΑΣΑ): ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ & ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ (ΕΜΑΚ) ΑΤΤΙΚΗΣ»

Φοιτητής: Καλογερόπουλος Αλέξανδρος

ΑΜ: 27201

Επιβλέποντες: Κων/νοςΑμπελιώτης

Κάτια Λαζαρίδη

Αποστολόπουλος Κων/νος

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία αναφέρονται το πρόβλημα της διαχείρισης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, δίνονται οι ορισμοί, οι πολιτικές και το θεσμικό πλαίσιο που τα διέπει. Γίνεται αναφορά τόσο στην Ευρωπαϊκή πολιτική και το υφιστάμενο θεσμικό της πλαίσιο όσο και στο εθνικό θεσμικό πλαίσιο, για την διαχείριση των ΑΣΑ.

Αναπτύσεται εκτενώς μία από τις μεθόδους αξιολόγισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπως είναι η ΑΚΖ-LCA (Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής) και γίνεται μία παρουσίαση του ρόλου που έχει διαδραματίσει η μέθοδος αυτή ως εργαλείο, στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για τη διαχείριση των ΑΣΑ στον κόσμο αλλά και στην Ελλάδα ειδικότερα, παρουσιάζοντας πλήθος μελετών στις οποίες έχει χρησιμοποίηθεί. Στο πλαίσιο αυτό γίνεται και μια παρουσίαση των εργαλείων, που υπάρχουν και χρησιμοποιούνται από τους επιστήμονες, για την εφαρμογή της ΑΚΖ στη λήψη αποφάσεων διαχείρισης ΑΣΑ. Γίνεται δε μία εκτενέστερη παρουσίαση και ανάλυση του εργαλείου SimaPro5.1 καθώς και της μεθοδολογίας εκτίμησης επιπτώσεων Eco-Indicator-99, που χρησιμοποιήθηκαν για την Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής του ΕΜΑΚ στην παρούσα εργασία.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διάφορα Συστήματα Διαχείρισης των ΑΣΑ, που χρησιμοποιούνται στην ΕΕ, όπως τα συστήματα χωριστής αποκομιδής, η υγειονομική ταφή, η αποτέφρωση και, η μηχανική- βιολογική επεξεργασία των βιολογικών απορριμμάτων. Η παρουσίαση, που γίνεται στα συστήματα της Μηχανικής Βιολογικής Επεξεργασίας είναι εκτενέστερη και παρουσιάζονται αναλυτικά τα βασικά σημεία τόσο της Βιολογικής Επεξεργασίας-Composting (αερόβια επεξεργασία, αναερόβια επεξεργασία) όσο και της Μηχανικής Επεξεργασίας, οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις καθώς και τα σχετικά οικονομικά κόστη από την εφαρμογή τους. Περιγράφεται η περιφέρεια Αττικής, στην οποία και για τα ΑΣΑ της οποίας λειτουργεί το ΕΜΑΚ, ως προς το κλίμα, τη γεωμορφολογία, τα κοινωνικοοικονομικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά της. Περιγράφεται η κατάσταση των ΑΣΑ στο Νομό Αττικής και γίνεται μια παρουσίαση της προέλευσης και της σύστασης τους. Γίνεται μια παρουσίαση της λειτουργίας του προς αξιολόγηση Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης – Κομποστοποίησης Άνω Λιοσίων, των παραγωγικών του διαδικασιών και των επιμέρους μονάδων του.

Τέλος γίνεται η εφαρμογή της ΑΚΖ στο ΕΜΑΚ Α. Λιοσίων, κάνοντας αξιολόγηση τεσσάρων (4) Σεναρίων. Στο πρώτο σενάριο (υφιστάμενη λειτουργία), αξιολογείται η λειτουργία και η περιβαλλοντική χρησιμότητα του ΕΜΑΚ, δηλαδή η μηχανική επεξεργασία και η κομποστοποίηση της ετήσιας ποσότητας απορριμμάτων, που επεξεργάζονται στο εργοστάσιο (στοιχεία για το έτος 2008). Τα υπόλοιπα τρία σενάρια, που εξετάζονται είναι αυτά της διαβαθμισμένης υποθετικής λειτουργίας του ΕΜΑΚ, με αυξημένες ποσότητες εκτροπής, παραγωγής, ανακύκλωσης και κομποστοποίησης

απορριμμάτων ως προς την πραγματική του λειτουργία. Λαμβάνεται υπόψη και ένα πέμπτο σενάριο (μηδενικό), το οποίο περιγράφει τη διάθεση του συνόλου των ΑΣΑ στο ΧΥΤΑ χωρίς καμία επεξεργασία. Για την εφαρμογή του Σεναρίου αυτού δεν έχουν ληφθεί υπόψη περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, που προκύπτουν από τα διασταλάγματα ή τη χρήση γης. Έχει ληφθεί υπόψη μόνο η επίπτωση που προκαλείται από τις εκπομπές CO_2 και CH_4, στην κλιματική αλλαγή. Το μηδενικό σενάριο χρησιμοποιήθηκε μόνο για θεωρητικούς λόγους σύγκρισης, δηλαδή για να αξιολογηθούν σε αδρές γραμμές οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που θα υπήρχαν εάν τα απορρίμματα, που διαχειρίζονται στο ΕΜΑΚ, πήγαιναν ανεπεξέργαστα προς υγειονομική ταφή στον παρακείμενο ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων.

Εν κατακλείδι γίνεται μία συγκριτική αξιολόγηση ανάμεσα στο πρώτο σενάριο-υφιστάμενη λειτουργία, σε σχέση με το μηδενικό, δηλαδή την υγειονομική ταφή των ίδιων απορριμμάτων στον παρακείμενο ΧΥΤΑ Φυλής. Αναφέρονται οι περιορισμοί της εργασίας και τα Συμπεράσματά της. Να σημειωθεί ότι δεν γίνεται αξιολόγηση της Υγειονομικής ταφής παρά μόνο της μη εκτροπής της συγκεκριμένης ποσότητας απορριμμάτων.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Αστικά Στερεά Απόβλητα (Α.Σ.Α) είναι ένα αναγκαίο «παραπροϊόν» του πολιτισμού μας. Τα προηγμένα κράτη έχουν τη θέληση και τις μεθόδους διαχείρισης με τις οποίες τα σκουπίδια αναδείχθηκαν σε πλουτοπαραγωγική πηγή. Στην Ελλάδα έχουν καταντήσει κοινωνικό πρόβλημα και όχι μόνο. Και τούτο γιατί, καθομολογούμενος, το βάρος δεν έχει δοθεί στην αναζήτηση μία βέλτιστης τεχνικό-οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά λύσης. Μίας λύσης που πρέπει να συνάδει προς τις πλέον σύγχρονες τεχνολογικές κατευθύνσεις, να είναι σύννομη προς τις Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (αλλά και της Ελληνικής Νομοθεσίας, όπως αυτή έχει ενσωματώσει τις εν λόγω Οδηγίες) και να εξασφαλίζει την σε βάθος χρόνου τήρηση των αρχών της βιωσιμότητας και αειφόρου ανάπτυξης.

Η σύγχρονη αντίληψη για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη έχει επιβάλει την υιοθέτηση ορισμένων αρχών πάνω στις οποίες στηρίζονται οι επιμέρους περιβαλλοντικές πολιτικές, που με τη σειρά τους οφείλουν να ενσωματώνονται στις τομεακές αναπτυξιακές πολιτικές. Στο πεδίο των αποβλήτων και ειδικότερα των στερεών αποβλήτων βασική αρχή και κατεύθυνση είναι: η αποφυγή και η μείωση της παραγωγής απορριμμάτων μέσα από τη χρήση νέων τεχνολογικών μεθόδων καθώς και αλλαγών στις κοινωνικές και νοοτροπίες. Αυτό σημαίνει ότι η πολιτική διαχείρισης των ΑΣΑ δεν είναι μόνο θέμα μιας τεχνικής διαδικασίας άλλα είναι ευρύτερα θέμα μιας κοινωνικής και πολιτικής συμπεριφοράς.

Η οικονομική μεγέθυνση στην ΕΕ εξακολουθεί να συνοδεύεται από αυξανόμενους όγκους αποβλήτων, με αποτέλεσμα να προκαλούνται απώλεια υλικών και ενέργειας, περιβαλλοντικές ζημίες και αρνητικές συνέπειες στην υγεία και την ποιότητα ζωής. Στρατηγικός στόχος της ΕΕ είναι να περιορισθούν αυτές οι αρνητικές συνέπειες και η ΕΕ να μετατραπεί σε ενεργειακά αποδοτική «κοινωνία της ανακύκλωσης» [COM(2008) 811 τελικό].

Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες οι αλλαγές που συντελέστηκαν στη χώρα μας αφορούσαν στην ανάπτυξη μεγάλων Αστικών Κέντρων, στην ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου, στην αλλαγή των καταναλωτικών συνηθειών, στην αύξηση των επικίνδυνων βιομηχανικών και τοξικών αποβλήτων, στην εμφάνιση υλικών συσκευασίας δύσκολα αποδομήσιμων, στην αύξηση του τουρισμού και οι οποίες συνετέλεσαν στην αύξηση της παραγωγής των ΑΣΑ καθώς και στην αλλαγή της ποιοτικής τους σύστασης, καθιστούν επιτακτική ανάγκη τον ολοκληρωμένο σχεδιασμό και τη διαχείρισή τους σύμφωνα με τις νέες αρχές και αντιλήψεις που κυριαρχούν στην ΕΕ.

Μία από τις μεθόδους διαχείρισης των ΑΣΑ είναι η ΜΒΕ (Μηχανική Βιολογική Επεξεργασία). Ένα εργαλείο αξιολόγησης των μεθόδων διαχείρισης των ΑΣΑ είναι η ΑΚΖ (Αξιολόγηση του Κύκλου Ζωής).

Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να αξιολογηθεί περιβαλλοντικά η λειτουργία του ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων, αλλά και να εξαχθούν συμπεράσματα χρήσιμα για ~~την β~~τη βελτίωση της λειτουργίας του από περιβαλλοντικής σκοπιάς. Θεωρήθηκε ότι τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής, ό~~θ~~που~~ύ~~ όμοια της δεν έχει πραγματοποιηθεί ξανά, τουλάχιστον στον ελλαδικό χώρο, θα είναι χρήσιμα στον ίδιο το φορέα διαχείρισης του ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων (ΕΣΔΚΝΑ), για την όποια ενδεχομένως βελτίωση της λειτουργίας του εργοστασίου. Επίσης στην επικείμενη προσπάθεια, που γίνεται στην Περιφέρεια Αττικής, με την υλοποίηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού για ~~την Δ~~τη διαχείριση των ΑΣΑ, σχετικά με την κατασκευή των υπολοίπων εργοστασίων ΜΒΕ καθώς και των μονάδων κομποστοποίησης που πρόκειται να υλοποιηθούν στις δύο νέες ΟΕΔΑ Ανατολικής Αττικής, ώστε να αποφευχθούν πιθανές ατέλειες και λάθη, που συντελέσθηκαν στο παρελθόν.

Με τη χρήση του εργαλείου Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής SimaPro5.1 καθώς και της μεθοδολογίας εκτίμησης επιπτώσεων Eco-Indicator-99, γίνεται μια Αξιολόγηση του Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) της λειτουργίας του ΕΜΑΚ για την παραγωγή των προϊόντων του (RDF, Compost, σισηρούχα ανακύκλωσης) ώστε να αξιολογηθεί η περιβαλλοντική επιβάρυνση που προκαλείται από τον τρόπο λειτουργίας του, καθώς και να γίνει μία σύγκριση μεταξύ των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εφαρμογή τριών (3) άλλων εναλλακτικών Σεναρίων λειτουργίας, ώστε να βρεθεί το φιλικότερο περιβαλλοντικά και να βελτιωθεί όσον το δυνατόν η υφιστάμενη λειτουργία.

2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ: ΟΡΙΣΜΟΙ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Αστικά Στερεά Απόβλητα

Στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (European Waste Catalogue -EWC) δίνεται ένας λεπτομερής ορισμός των αστικών αποβλήτων (EWC 2000/532/EK). H κατηγορία αποβλήτων 20 00 00 “Δημοτικά απόβλητα από κατοικίες και παρόμοια από βιοτεχνίες, εμπόριο, γεωργία, βιομηχανίες και ιδρύματα περιλαμβανομένων κλασμάτων χωριστά συλλεχθέντων” αποτελείται από:

20 01: Χωριστά συλλεχθέντα κλάσματα αποβλήτων: χαρτί και χαρτόνι, γυαλί, μικρά πλαστικά, άλλα πλαστικά, μικρά μέταλλα, άλλα μέταλλα, ξύλο, οργανικά απόβλητα κουζίνας, ρούχα, υφάσματα, διάφοροι τύποι επικινδύνων αποβλήτων (διαλύτες, οξέα, φυτοφάρμακα, κ.λπ.).

20 02: Απόβλητα κήπων και πάρκων: απόβλητα δυνάμενα να λιπασματοποιηθούν, χώμα και πέτρες και άλλα μη δυνάμενα να λιπασματοποιηθούν απόβλητα.

20 03: Άλλα δημοτικά απόβλητα: ανάμεικτα δημοτικά απόβλητα, απόβλητα από αγορές, υπολείμματα από τον καθαρισμό δρόμων και λάσπη σηπτικής δεξαμενής.

Επιπρόσθετα, στην κατηγορία 15 00 00 "Συσκευασίες – απορροφητικά υλικά, υφάσματα σκουπίσματος, υλικά φίλτρων και προστατευτικός ρουχισμός (μη προδιαγραφόμενος άλλως)", η υποκατηγορία 15 01 αφορά τις συσκευασίες, συμπεριλαμβανομένων των χωριστά συλλεχθέντων δημοτικών αποβλήτων συσκευασιών. Αυτά περιλαμβάνουν τα ακόλουθα απόβλητα συσκευασιών: χαρτί και χαρτόνι, πλαστικό, ξύλο, μέταλλο, συνθετικά, μεικτές συσκευασίες, γυαλί, υφάσματα και συσκευασίες επικινδύνων ουσιών.

Ο ορισμός των οικιακών αποβλήτων ποικίλλει από χώρα σε χώρα. Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (European Environment Agency - EEA) ορίζει τα οικιακά απόβλητα ως στερεά απόβλητα που αποτελούνται από τα απορρίμματα τα οποία παράγονται από τα νοικοκυριά (EEA 2003a). Τα παρόμοια με τα οικιακά απόβλητα είναι εκείνα που προέρχονται από άλλες πηγές παρά από την οικογένεια, όπως γραφεία και καταστήματα, και συλλέγονται και διατίθενται με τον ίδιο τρόπο όπως τα οικιακά απόβλητα.

2.2 Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων

2.2.1 Υπάρχουσες Τεχνικές

Συστήματα χωριστής αποκομιδής

Τα συστήματα χωριστής αποκομιδής λειτουργούν με επιτυχία σε πολλές χώρες, και ιδίως η αποκομιδή των πράσινων αποβλήτων. Τα απορρίμματα των μαγειρείων συλλέγονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία πιο συχνά μαζί με τα ανάμεικτα αστικά απορρίμματα. Ανάμεσα στα οφέλη της χωριστής αποκομιδής είναι ότι τα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα δεν καταλήγουν στην υγειονομική ταφή, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η θερμογόνος αξία των ανάμεικτων αστικών απορριμμάτων που απομένουν και να παράγεται καθαρότερο κλάσμα βιολογικών αποβλήτων, το οποίο επιτρέπει την παραγωγή καλύτερης ποιότητας προϊόντος λιπασματοποίησης και διευκολύνει την παραγωγή βιοαερίου. Η χωριστή αποκομιδή βιολογικών αποβλήτων αναμένεται ότι θα διευκολύνει επίσης και άλλες μορφές ανακύκλωσης που πιθανόν θα εμφανισθούν στην αγορά στο εγγύς μέλλον (π.χ. παραγωγή χημικών ουσιών σε βιοδιυλιστήρια).

Η υγειονομική ταφή,

Αν και είναι η χειρότερη λύση με βάση την ιεράρχηση των αποβλήτων, εξακολουθεί να είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη μέθοδος διάθεσης των ανάμεικτων αστικών απορριμμάτων στην ΕΕ. Οι χώροι υγειονομικής ταφής πρέπει να κατασκευάζονται και να λειτουργούν σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων (στεγανοποιημένα φράγματα, εξοπλισμός δέσμευσης μεθανίου), ώστε να αποφεύγονται οι ζημίες στο περιβάλλον από την παραγωγή μεθανίου και λυμάτων.

Αποτέφρωση

Τα βιολογικά απόβλητα συνήθως καίγονται όταν είναι αναμεμειγμένα με ανάμεικτα αστικά απόβλητα. Ανάλογα με την ενεργειακή της απόδοση η αποτέφρωση μπορεί να θεωρηθεί ως ενεργειακή ανάκτηση ή ως διάθεση. Επειδή η απόδοση της αποτέφρωσης είναι περιορισμένη λόγω των υγρών βιολογικών αποβλήτων, είναι σκόπιμο να αφαιρούνται αυτά από τα αστικά απόβλητα Από την άλλη πλευρά, *τα βιολογικά απόβλητα που υποβάλλονται σε αποτέφρωση θεωρούνται ως ουδέτερα ως προς τον άνθρακα «ανανεώσιμα» καύσιμα* υπό την έννοια της οδηγίας για την ηλεκτροπαραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της οδηγίας που προτείνεται για την προώθηση της χρήσης της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας).

Η βιολογική επεξεργασία (*συμπεριλαμβανομένης της λιπασματοποίησης και της αναερόβιας ζύμωσης*)

Είναι δυνατόν να χαρακτηρισθεί ανακύκλωση όταν το προϊόν λιπασματοποίησης (ή το προϊόν ζύμωσης) αναμειγνύεται με το χώμα ή όταν χρησιμοποιείται για την παραγωγή μέσων καλλιέργειας. Στην αντίθετη περίπτωση, πρέπει να χαρακτηρίζεται προεπεξεργασία πριν την υγειονομική ταφή ή την αποτέφρωση. Επιπλέον, η αναερόβια ζύμωση (για την παραγωγή ενέργειας) πρέπει να εκλαμβάνεται ως ανάκτηση ενέργειας.

Η λιπασματοποίηση είναι η συνηθέστερη λύση βιολογικής επεξεργασίας (το 95% περίπου των συνήθων δραστηριοτήτων βιολογικής επεξεργασίας). Αρμόζει περισσότερο για τα πράσινα απόβλητα και τα ξυλώδη υλικά. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι, από τις οποίες οι «κλειστές» είναι μεν οι πιο δαπανηρές αλλά απαιτούν λιγότερο χώρο και είναι ταχύτερες και αυστηρότερες από άποψη ελέγχου των εκπομπών που προέρχονται από τις αντίστοιχες διεργασίες (οσμές, βιοαερολύματα).

Η αναερόβια ζύμωση αρμόζει ειδικά για την επεξεργασία υγρών βιολογικών αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένου του λίπους (π.χ. απόβλητα μαγειρείων). Παράγει μείγμα αερίων (κυρίως μεθάνιο - 50 έως 75% - και διοξείδιο του άνθρακα) μέσα σε ελεγχόμενους αντιδραστήρες.

Το βιοαέριο μπορεί να περιορίσει τις εκπομπές θερμοκηπιακών αερίων σε αξιοσημείωτο βαθμό, εάν χρησιμοποιηθεί ως βιοκαύσιμο στις μεταφορές ή εάν διοχετευθεί απευθείας στο δίκτυο διανομής αερίου. Η χρήση του ως βιοκαύσιμο μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων, με αποτέλεσμα το βιοαέριο να έχει καθαρό πλεονέκτημα έναντι άλλων μεταφορικών καυσίμων.

Το υπόλειμμα της διεργασίας, τα προϊόντα ζύμωσης, μπορούν να λιπασματοποιηθούν και να χρησιμοποιηθούν για παρεμφερείς σκοπούς με το προϊόν λιπασματοποίησης, βελτιώνοντας έτσι τη συνολική ανάκτηση πόρων από τα απόβλητα.

Η μηχανική-βιολογική επεξεργασία

Συνίσταται σε τεχνικές που συνδυάζουν τη βιολογική επεξεργασία με τη μηχανική επεξεργασία (διαλογή). Ο όρος αφορά μόνον την προεπεξεργασία των ανάμεικτων αποβλήτων με σκοπό την παραγωγή είτε σταθερότερου προϊόντος με προορισμό την υγειονομική ταφή είτε προϊόντος με βελτιωμένες ιδιότητες καύσης. Ωστόσο, η μηχανική-βιολογική επεξεργασία στην οποία χρησιμοποιείται αναερόβια ζύμωση παράγει βιοαέριο και, επομένως, μπορεί να είναι επίσης διαδικασία ανάκτησης ενέργειας. Τα καύσιμα απόβλητα που προκύπτουν από τη διεργασία μηχανική-βιολογική επεξεργασία είναι δυνατόν να υποβληθούν σε περαιτέρω αποτέφρωση λόγω του δυναμικού τους στην ανάκτηση ενέργειας.

2.3 Ευρωπαϊκή Πολιτική και Θεσμικό Πλαίσιο για τα ΑΣΑ

2.3.1 Ευρωπαϊκή Πολιτική για την Διαχείριση των ΑΣΑ (Πράσινη Βίβλος)-Στόχοι της διαχείρισης των αποβλήτων σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή πολιτική για τα απόβλητα

Παρά τα κριτήρια περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, τα συστήματα διαχείρισης ΑΣΑ πρέπει να συμμορφώνονται με τις γενικές απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής πολιτικής για τα απόβλητα. Για το σχεδιασμό της διαχείρισης των αποβλήτων σε δημοτικό επίπεδο οι περισσότερο σχετικές οδηγίες είναι οι Οδηγίες Πλαίσιο για τα απόβλητα και τα επικίνδυνα απόβλητα (Οδηγίες 75/442/ΕΟΚ και 91/689/ΕΟΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης) και η Κοινοτική Στρατηγική για τη διαχείριση των αποβλήτων (European Council Resolution: COM (96) 399 final), καθώς επίσης και οι οδηγίες για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασιών (Οδηγίες 94/62/ΕΚ και 2004/12/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης), την υγειονομική ταφή των αποβλήτων (Οδηγία 99/31/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης) και τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (Οδηγία 2002/96/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης). Για το σχεδιασμό νέων εγκαταστάσεων διαχείρισης αποβλήτων, οδηγίες για την αποτέφρωση και την υγειονομική ταφή (Οδηγίες 2000/76/ΕΚ και 99/31/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αντίστοιχα) εφαρμόζονται.

Οι κύριοι στόχοι της Οδηγίας Πλαίσιο για τα απόβλητα (75/442/ΕΟΚ) και της στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διαχείριση των αποβλήτων όσον αφορά το σχεδιασμό της διαχείρισης των ΑΣΑ μπορούν να συνοψιστούν ως εξής (ETC-WMF 2003):

- ✓ για να εξασφαλιστεί η διατήρηση της φύσης και των πόρων, η παραγωγή αποβλήτων πρέπει να ελαχιστοποιηθεί και να αποφευχθεί όπου είναι δυνατόν (αρχή πρόληψης),
- ✓ να εξασφαλιστεί μια μείωση των επιπτώσεων των αποβλήτων στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, ιδιαίτερα να μειωθούν οι επικίνδυνες ουσίες στα απόβλητα μέσω της αρχής της πρόληψης,
- ✓ να καθιερωθεί μια ολοκληρωμένη και επαρκής υποδομή με την ίδρυση ενός ολοκληρωμένου και επαρκούς δικτύου εγκαταστάσεων διάθεσης βασισμένων στην αρχή της εγγύτητας και της αυτάρκειας,
- ✓ να εφαρμοστεί μια ιεραρχία των διαδικασιών διαχείρισης αποβλήτων, η οποία δίνει στην πρόληψη αποβλήτων τη μεγαλύτερη προτεραιότητα, ακολουθούμενη από την ανακύκλωση και άλλα είδη ανάκτησης και την υγειονομική ταφή ως τη λιγότερο ευνοϊκή επιλογή. Η οδηγία για τα επικίνδυνα απόβλητα ορίζει την ανάπτυξη σχεδίων διαχείρισης για τη διαχείριση των επικινδύνων αποβλήτων.

Οι οδηγίες για τις συσκευασίες και τα απόβλητα των συσκευασιών, την υγειονομική ταφή και τα ΑΗΗΕ καθορίζουν συγκεκριμένους (ποσοτικούς) στόχους οι οποίοι πρέπει να εκπληρωθούν από τα κράτη-μέλη:

- ✓ *στόχοι ανάκτησης και ανακύκλωσης συσκευασιών,*
- ✓ *στόχοι για την εκτροπή των βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων από την υγειονομική ταφή,*
- ✓ *συλλογή και στόχοι ανάκτησης αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ).*

2.3.1.1 Άξονες πολιτικής της ΕΕ (από Μελέτη ομάδα εργασίας ΙΤΑ)

Η πολιτική της ΕΕ για τα απόβλητα στηρίζεται σε μια έννοια που είναι γνωστή ως ιεραρχία διαχείρισης των αποβλήτων, με βάση την οποία οι διάφορες εναλλακτικές επιλογές διαχείρισης των αποβλήτων χαρακτηρίζονται από «βέλτιστες» ως «χείριστες» από περιβαλλοντικής σκοπιάς. Οι επιλογές αυτές είναι:

1. Κατ’ αρχάς, πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων

2. Επαναχρησιμοποίηση του προϊόντος
3. Ανακύκλωση ή λιπασματοποίηση του προϊόντος
4. Ανάκτηση της ενέργειας μέσω αποτέφρωσης
5. Διάθεση σε χώρο υγειονομικής ταφής

Ωστόσο, η ιεράρχηση των αποβλήτων δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ως απόλυτος κανόνας, δεδομένου ιδίως ότι διαφορετικές μέθοδοι επεξεργασίας των αποβλήτων μπορεί να έχουν διαφορετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Έτσι, αν κάποια εναλλακτική επιλογή διαχείρισης αποβλήτων, που βρίσκεται κανονικά σε χαμηλότερη θέση της ιεράρχησης, προκαλεί λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε κάποια συγκεκριμένη περίπτωση, πρέπει και να εφαρμόζεται. Η εισαγωγή της νέας έννοιας του «κύκλου ζωής» έχει ως στόχο να εξασφαλίσει ότι επιλέγεται η βέλτιστη από περιβαλλοντικής σκοπιάς εναλλακτική επιλογή σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση.

Ο κύριος στόχος της στρατηγικής είναι να μετατρέψει την Ευρώπη σε κοινωνία της ανακύκλωσης, η οποία να επιδιώκει να προλάβει τη δημιουργία αποβλήτων και, στις περιπτώσεις που δεν το μπορεί, να τα χρησιμοποιεί ως πόρο. Πιο συγκεκριμένα, η θεματική στρατηγική αποβλέπει στα εξής:

1. Στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Η πολιτική για τα απόβλητα θα εστιασθεί στις σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και στη βελτίωση του τρόπου κατά τον οποίο χρησιμοποιούμε τους πόρους, μέσω της εισαγωγής της προσέγγισης με βάση τον κύκλο ζωής στην πολιτική για τα απόβλητα.

2. Στην προώθηση της πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων

Θα απαιτηθεί από τα κράτη μέλη της ΕΕ να εκπονηθούν υποχρεωτικά εθνικά προγράμματα πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων, τα οποία λαμβάνουν υπόψη την ποικιλία των συνθηκών σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο και τα οποία πρέπει να ολοκληρωθούν τρία χρόνια μετά την έναρξη ισχύος της αναθεωρημένης οδηγίας πλαίσιο. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι εφεξής τα διαχειριστικά σχέδια των στερεών αποβλήτων θα πρέπει να περιλαμβάνουν μέτρα α. για μείωση των αποβλήτων και της επικινδυνότητας αυτών κατά την παραγωγή προϊόντων, β. για μείωση των αποβλήτων κατά τη φάση κατανάλωσης των προϊόντων γ. για ανακύκλωση - ανάκτηση υλικών και ενέργειας από τα παραγόμενα απόβλητα και ασφαλή διάθεση των υπολειμμάτων

3. Στην ενίσχυση των δραστηριοτήτων ανακύκλωσης

Προβλέπεται η βελτίωση της αγοράς της ανακύκλωσης με τη θέσπιση περιβαλλοντικών προτύπων που προσδιορίζουν υπό ποίους όρους ορισμένα ανακυκλωμένα απόβλητα δεν θεωρούνται πλέον απόβλητα, αλλά υψηλής ποιότητας δευτερογενή υλικά. Τα παραπάνω θα εφαρμοστούν και στα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα. Η κατεύθυνση αυτή αναμένεται να ενισχύσει δραστικά το εμπόριο δευτερογενών προϊόντων επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων, δίνοντας μεγαλύτερα περιθώρια βιωσιμότητας στην ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών.

Παράλληλα, θα προωθηθεί η χρήση από τα κράτη μέλη οικονομικών μέσων, όπως φόρων για την υγειονομική ταφή, ώστε να προωθηθούν άλλοι τρόποι διαχείρισης των αποβλήτων και προγράμματα του τύπου «όποιος δημιουργεί απόβλητα πληρώνει», για να ενθαρρυνθούν οι πολίτες να συμμετάσχουν σε προγράμματα ανακύκλωσης.

4. Στον εκσυγχρονισμό και στην απλοποίηση της νομοθεσίας για τα απόβλητα

Αυτό θα επιτευχθεί με αποσαφήνιση των ορισμών, εξορθολογισμό των διατάξεων και συγχώνευση στο κείμενο της οδηγίας-πλαίσιο για τα απόβλητα ολόκληρης της οδηγίας για τα επικίνδυνα απόβλητα και μέρους της οδηγίας για τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια. Θα αποσαφηνιστεί επίσης ότι για τις βιομηχανίες που χρησιμοποιούν απόβλητα δεν χρειάζονται δύο ξεχωριστές άδειες, μία με βάση την νομοθεσία για τα απόβλητα και μία με βάση την οδηγία για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης (ΟΠΕΡ) (Οδηγία 96/61/ΕΚ)

5. Στη βελτίωση της εφαρμογής των νομοθετικών πράξεων

2.3.2 Εθνικό θεσμικό Πλαίσιο για τη Διαχείριση των ΑΣΑ

Στον Πίνακα 2-1 που ακολουθεί συνοψίζεται το βασικό θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση των ΑΣΑ στην Ελλάδα.

Πίνακας 2-1: βασικό θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση των ΑΣΑ στην Ελλάδα

Νομοθεσία	Στοιχεία Ενδιαφέροντος

ΚΥΑ 50910/2727	➢ Εθνικός Σχεδιασμός διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων ➢ Καθορισμός Φορέων διαχείρισης και των υποχρεώσεών τους ➢ Τεχνικές προδιαγραφές για τη σύνταξη των περιφερειακών σχεδίων διαχείρισης στερεών αποβλήτων ➢ Στόχοι για βιοαποικοδομήσιμα, ελαστικά, λάσπες ΕΕΛ, κλπ. ➢ Κατάλογος Αποβλήτων ➢ Κωδικοποίηση των εργασιών διάθεσης και αξιοποίησης ➢ Υποχρεώσεις για την παρακολούθηση της προόδου και την ενημέρωση των αρμόδιων αρχών
ΚΥΑ 29407/3508	➢ Κατηγορίες χώρων υγειονομικής ταφής ➢ Αποδεκτά/ μη αποδεκτά απόβλητα κατά κατηγορία χώρου υγειονομικής ταφής ➢ Τεχνικές Προδιαγραφές ανά κατηγορία χώρου υγειονομικής ταφής ➢ Ελάχιστες πληροφορίες που απαιτούνται για αίτηση άδειας για ΧΥΤ ➢ Δαπάνες ταφής που πρέπει να καλύπτονται από το τέλος χρήσης ➢ Διαδικασίες αποδοχής αποβλήτων ➢ Διαδικασίες ελέγχου και παρακολούθησης κατά τη φάση λειτουργίας ➢ Διαδικασία παύσης λειτουργίας και μετέπειτα φροντίδας ➢ Αναφορά στους υφιστάμενους ΧΥΤΑ, για τους οποίους ορίζονται συγκεκριμένες προθεσμίες λήψης μέτρων διευθέτησης ➢ Τίθενται στόχοι για τη μείωση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των αποβλήτων που καταλήγει σε ΧΥΤ

ΚΥΑ 114218/1997	➢ Τεχνικές προδιαγραφές συλλογής, προσωρινής αποθήκευσης και μεταφοράς στερεών αποβλήτων ➢ Τεχνικές προδιαγραφές μεταφόρτωσης στερεών αποβλήτων ➢ Όρους και κριτήρια καταλληλότητας και επιλογής θέσεων εγκατάστασης διαχείρισης αποβλήτων ➢ Τεχνικές προδιαγραφές για συστήματα διαλογής στην πηγή ➢ Τεχνικές προδιαγραφές για τους χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων ➢ Τεχνικές προδιαγραφές για τους χώρους υγειονομικής ταφής αδρανών αποβλήτων ➢ Τεχνικές προδιαγραφές για τις εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής και Κομποστοποίησης ➢ Τεχνικές προδιαγραφές θερμικής επεξεργασίας στερεών αποβλήτων ➢ Τεχνικές προδιαγραφές διαχείρισης ιλύων από την επεξεργασία υγρών αστικών αποβλήτων ➢ Περιγραφή γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων
ΚΥΑ 4661/232	➢ Τεχνικές προδιαγραφές για χώρους υγειονομικής ταφής μικρής δυναμικότητας (σε νησιά ή απομονωμένους οικισμούς) με δυναμικότητα έως 1.000 τόνους ετησίως ή συνολική δυναμικότητα 15.000 τόνων οι οποίοι ανήκουν ταυτόχρονα στον κατάλογο του ΥΠΕΧΩΔΕ (απόφαση της 10/11/2005). ➢ Μεθοδολογία εκτίμησης κινδύνων για την επιλογή των απαιτούμενων τεχνικών μέτρων

ΚΥΑ Η.Π. 13588/725	➢ Ορισμός των «επικίνδυνων» αποβλήτων ➢ Αρχές και στόχοι της διαχείρισης των Επικινδύνων Αποβλήτων, ➢ Εθνικός Σχεδιασμός και Γενικές Τεχνικές Προδιαγραφές Διαχείρισης ➢ Χαρακτηρισμός αποβλήτων και Σύσταση Επιστημονικής Επιτροπής για το χαρακτηρισμό ενός αποβλήτου ως «επικίνδυνο» ➢ Εξυγίανση ή/και αποκατάσταση χώρων και Οριστική παύση λειτουργίας εγκαταστάσεων ή χώρων διαχείρισης επικινδύνων αποβλήτων ➢ Υποχρεώσεις του κατόχου επικινδύνων αποβλήτων ➢ Υποχρεώσεις παραγωγών και φορέων διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων ➢ Εξυγίανση - αποκατάσταση χώρων ρυπασμένων από επικίνδυνα απόβλητα ➢ Ελέγχους από αρμόδιες υπηρεσίες ➢ Διαδικασίες ενημέρωσης του ΥΠΕΧΩΔΕ

ΕΙΔΙΚΑ ΡΕΥΜΑΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	➢ Νόμος 2939/2001, ΦΕΚ 179Α/2001, σχετικά με τις συσκευασίες και την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων, ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) ➢ Π.Δ 115/2004 σχετικά με τα μέτρα, όρους και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των χρησιμοποιημένων Ηλεκτρικών Στηλών και Συσσωρευτών. ➢ Π.Δ 109/2004 για την εναλλακτική διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών των οχημάτων. ➢ Π.Δ 116/2004 (ΦΕΚ 81Α / 5.3.2004) αναφορικά με τα μέτρα, τους όρους και το πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των ΟΤΚΖ, των χρησιμοποιημένων ανταλλακτικών τους και των απενεργοποιημένων καταλυτικών μετατροπέων. ➢ Π.Δ 117/2004, σχετικά με τα μέτρα και όρους για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών στα είδη αυτά. Πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους. ➢ Π.Δ 82/2-3-2004, σχετικά με τα μέτρα για τη διαχείριση και διάθεση των απόβλητων λιπαντικών ελαίων. ➢ Η κοινοτική οδηγία 94/62 για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας. ➢ Η ΚΥΑ 80568/4225/1991 (ΦΕΚ 641/7.8.91) αναφορικά με τις μεθόδους, όρους και περιορισμούς για τη χρησιμοποίηση στη γεωργία της ιλύος που προέρχεται από την επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων ➢ Η ΚΥΑ 7589/731/2000 (ΦΕΚ Β 514/11.4.00) σχετικά με τον καθορισμός μέτρων και όρων για τη διαχείριση των πολυχλωροδιφαινυλίων και των πολυχλωροτριφαινυλίων (PCB/PCT) ➢ Η ΚΥΑ 18083/1098 Ε.103/ 2003 (ΦΕΚ Β 606/15.5.03) αναφορικά με τα σχέδια διάθεσης /απολύμανσης συσκευών που περιέχουν PCB -Γενικές κατευθύνσεις για τη συλλογή και μετέπειτα διάθεση συσκευών και αποβλήτων με PCB, σύμφωνα με το άρθρο 7 της κοινής υπουργικής απόφασης 7589/731/2000 (Β' 514) ➢ Η ΚΥΑ 37591/2031/2003 (ΦΕΚ Β1419/ 1.10.03) σχετικά με τα μέτρα και όρους για τη διαχείριση ιατρικών αποβλήτων από υγειονομικές μονάδες.

Από όλα τα παραπάνω, ιδιαίτερη μνεία αξίζει να γίνει στην ΚΥΑ 29407/3508 που αποτελεί την εναρμόνιση του εθνικού πλαισίου με την οδηγία 99/31 περί υγειονομικής ταφής.

Στην ΚΥΑ αυτή:

- ✓ ορίζεται ο γενικός στόχος, που είναι ο καθορισμός μέτρων, διαδικασιών και κατευθύνσεων για την κατά το δυνατόν πρόληψη ή μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και οποιουδήποτε κινδύνου που προκύπτει για την υγεία του ανθρώπου από την υγειονομική ταφή των αποβλήτων, καθ' όλο τον κύκλο ζωής του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (ΧΥΤΑ)
- ✓ κατηγοριοποιούνται οι ΧΥΤΑ ανάλογα με τα απόβλητα που υποδέχονται (αδρανή, επικίνδυνα, μη επικίνδυνα)
- ✓ περιλαμβάνονται τα αποδεκτά απόβλητα κατά κατηγορία χώρου υγειονομικής ταφής
- ✓ καθορίζονται τα μη αποδεκτά απόβλητα σε ΧΥΤΑ και οι επεξεργασίες τους
- ✓ τίθενται όροι και στόχοι για τη μείωση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των αποβλήτων που καταλήγει σε ΧΥΤ αλλά και την προεπεξεργασία των αποβλήτων πριν την ταφή
- ✓ αναφέρονται οι δαπάνες ταφής που πρέπει να καλύπτονται από την τιμή που χρεώνει ο φορέας εκμετάλλευσης
- ✓ καταγράφονται οι διαδικασίες αποδοχής αποβλήτων
- ✓ αναλύονται οι διαδικασίες ελέγχου και παρακολούθησης κατά τη φάση λειτουργίας
- ✓ γίνεται αναφορά στη διαδικασία παύσης λειτουργίας και μετέπειτα φροντίδας
- ✓ γίνεται αναφορά στους υφιστάμενους ΧΥΤΑ, για τους οποίους ορίζονται συγκεκριμένες προθεσμίες λήψης μέτρων διευθέτησής τους

Πρέπει να τονιστεί στο σημείο αυτό, ότι η ΚΥΑ Η.Π. 29407 αποτελεί ίσως το πλέον βασικό κείμενο αναφοράς σε κάθε διαδικασία σχεδιασμού της συνολικής διαχείρισης των αποβλήτων. Η διαπίστωση αυτή εξηγείται εύκολα αν κάποιος αναλογιστεί ότι η εφαρμογή της εν λόγω ΚΥΑ, όπως θα αναλυθεί και στην συνέχεια:

- ✓ Δεσμεύει την χώρα σε άμεση εισαγωγή τεχνολογιών επεξεργασίας αποβλήτων

- ✓ Κάνει πολύ αυστηρότερους τους κανόνες λειτουργίας των ΧΥΤΑ.
- ✓ Εισάγει σημαντικές αλλαγές στην κοστολόγηση των παρεχόμενων υπηρεσιών.
- ✓ Απαιτεί σημαντική αναβάθμιση και μετασχηματισμό των φορέων διαχείρισης.
- ✓ Απαιτεί αλλαγές στην διαδικασία σχεδιασμού και αδειοδότησης των έργων.

Οι απαιτήσεις που απορρέουν από την παραπάνω στοχοθεσία και φιλοσοφία, ουσιαστικά καταδεικνύουν ότι ο ΧΥΤΑ θα εξακολουθήσει να υπάρχει σαν τρόπος διαχείρισης αλλά επειδή η μέθοδος αυτή είναι τελευταία στην ιεράρχηση των αρχών ΔΣΑ, θα πρέπει να κατασκευάζονται όσο το δυνατόν λιγότεροι και πιο ελεγχόμενοι ΧΥΤΑ.

Οι πλέον ουσιαστικές υποχρεώσεις που προκύπτουν περιλαμβάνουν:

Α. Την υλοποίηση προγραμμάτων επεξεργασίας αποβλήτων, με την έννοια που αποδίδεται στον όρο «επεξεργασία» στην ΚΥΑ Η.Π. 29407/3508, σε όλα τα απόβλητα πριν αυτά οδηγηθούν προς υγειονομική ταφή.

Β. Την δέσμευση για μία μέγιστη ποσότητα ΒΑΑ που επιτρέπεται να οδηγείται σε χώρους ταφής, η οποία βαίνει σταδιακά μειούμενη μέχρι το 2020.

Γ. Τις αλλαγές που προβλέπονται για τον σχεδιασμό, την κατασκευή, αδειοδότηση και την λειτουργία των ΧΥΤΑ

Δ. Τις αλλαγές στην κοστολόγηση των παρεχόμενων υπηρεσιών

2.3.2.1 Στόχοι για τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα

Οι στόχοι που θέτει η ΚΥΑ Η.Π. 29407/3508 είναι :

- ❖ Μέχρι την 16 Ιουλίου του 2010, τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους ταφής πρέπει να μειωθούν στο 75% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995
- ❖ Μέχρι την 16 Ιουλίου του 2013, τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους ταφής πρέπει να μειωθούν στο 50% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995

❖ Μέχρι την 16 Ιουλίου του 2020, τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους ταφής πρέπει να μειωθούν στο 35% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995

❖ Τα μέτρα για την επίτευξη των προηγούμενων στόχων αναφέρονται κυρίως στην προώθηση της αξιοποίησης των αποβλήτων και ειδικότερα στην ανακύκλωση, λιπασματοποίηση ή παραγωγή βιομεθανίου ή ανάκτηση υλικών/ ενέργειας (άρθρο 21 Παράρτημα ΙΙΒ της 69728/96).

3 LCA - ΑΚΖ (ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ)

3.1 Τι είναι η Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής

Η Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) είναι μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, εκτιμώντας τις επιπτώσεις από τη χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων και αναγνωρίζοντας και εκτιμώντας τις δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων. Η ανάλυση περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής (Σχήμα 1) του προϊόντος, της διεργασίας ή της δραστηριότητας: εξαγωγή και επεξεργασία πρώτων υλών, κατασκευή, μεταφορά, διανομή, χρήση, συντήρηση και διαχείριση των αποβλήτων (SETAC 1991). Πρόκειται δηλαδή για ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και υποστήριξης αποφάσεων που σκοπό έχει να αποτιμήσει τις επιδράσεις από τη χρήση ενέργειας και την επεξεργασία υλικών, συμπεριλαμβανομένης της απόρριψης αποβλήτων στο περιβάλλον και να εκτιμήσει τις δυνατότητες επίτευξης περιβαλλοντικών βελτιώσεων σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση πρώτων υλών και ενέργειας σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής ενός προϊόντος.

Σχήμα 3-1: Κύκλος Ζωής ενός Προϊόντος

Οι ρίζες της τεχνικής της ΑΚΖ επεκτείνονται πίσω στη δεκαετία του 70 όταν ακαδημαϊκοί στην Ελβετία, Γερμανία και τις ΗΠΑ ανέπτυξαν τεχνικές για ενεργειακούς και περιβαλλοντικούς υπολογισμούς κατά το στάδιο του σχεδιασμού προϊόντων. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του '80 τα οφέλη της τεχνικής έγιναν αισθητά στη βιομηχανία, ενώ στις αρχές της δεκαετίας του '90 ένα κύμα ερευνητικών προγραμμάτων, κάτω από τις οδηγίες και την επίβλεψη της SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) έδωσε ιδιαίτερη ώθηση, κατά κοινή ομολογία, στην ΑΚΖ (Consoli et al., 1993, Fava et al., 1993, Udo de Haes, 1996, Udo de Haes et al., 2002). Εντούτοις, θεωρείται ότι η καθιέρωση της ως περιβαλλοντικό εργαλείο έγινε μόλις στα τέλη της δεκαετίας του 90 με την έκδοση της σχετικής σειράς διεθνών προτύπων ISO 14040 - 14049. Η ΑΚΖ, ήδη από το 1995, εφαρμόζεται για το σχεδιασμό βιώσιμων συστημάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Güereca et al., 2006).

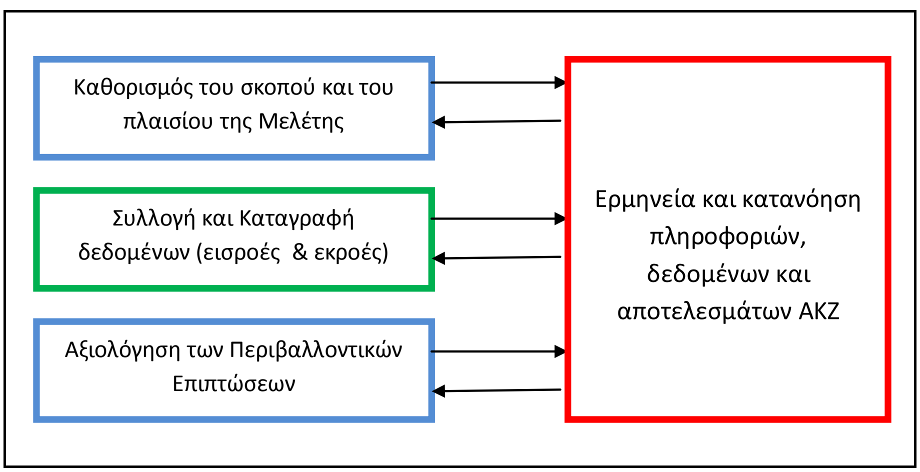
Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής παρέχει στο Μηχανικό Περιβάλλοντος αλλά και στον Παραγωγό ενός Προϊόντος, ένα μεθοδολογικό πλαίσιο για την εκτίμηση και ανάλυση των επιπτώσεων στο περιβάλλον που μπορούν να αποδοθούν άμεσα ή έμμεσα στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος (Tan R., Culaba B.A. 2004). Το πεδίο εφαρμογής της ΑΚΖ έχει διευρυνθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια. Ενδεικτικά, η ΑΚΖ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαγνωστικό εργαλείο για τον προσδιορισμό των διεργασιών του κύκλου ζωής που χρήζουν περιβαλλοντικής βελτίωσης, για την περιβαλλοντική σύγκριση προϊόντων με την ίδια λειτουργία ή χρήση, για την περιβαλλοντική πιστοποίηση προϊόντων ή υπηρεσιών (eco-labelling), τον οικολογικό σχεδιασμό νέων προϊόντων (eco-design) αλλά και για την επιλογή κατάλληλων περιβαλλοντικών δεικτών. Η Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής είναι ένα αντικειμενικό και συστημικό εργαλείο, το οποίο και έχει εφαρμοσθεί στην αποτίμηση/αξιολόγηση των δημοτικών αστικών αποβλήτων. (Barlaz et al., 1995; Barton et al., 1996; Bjorklund et al., 1999; Finnveden, 1999; Finnveden et al., 1995; McDougall et al., 2001; Mendes et al., 2003; Sonesson et al., 2000; Turkulainen and Katajajuuri, 2000; White et al., 1995)

Η τεχνική βασίζεται στη δημιουργία ενός είδους μοντέλου, το οποίο διαμορφώνει ο χρήστης προσπαθώντας να περιγράψει όσο το δυνατό πιο ρεαλιστικά ένα σύστημα. Το σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ένα στατικό μοντέλο προσομοίωσης που αποτελείται από διεργασίες (unit processes), η κάθε μια από τις οποίες αντιπροσωπεύει μια ή περισσότερες δραστηριότητες. Η ΑΚΖ ποσοτικοποιεί όλες τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις και κατά συνέπεια τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου της ζωής προϊόντων ή διεργασιών (Rebitzer et al., 2004). Η ΑΚΖ μελετά τις περιβαλλοντικές όψεις και τις δυνητικές επιδράσεις μέσω της ζωής ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας, που μπορεί να έχει από την εξαγωγή των πρώτων υλών, την παραγωγή, τη χρήση έως την τελική διάθεση. Αυτό ουσιαστικά σημαίνει να αναπτυχθεί μία απογραφή με τις κατάλληλες εισροές και εκροές του συστήματος (inventory analysis), να γίνει αποτίμηση των επιδράσεων που έχουν (impact assessment) και να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα σε σχέση με τους προτεινόμενους στόχους (interpretation) Guereca et al. (2006).

3.1.1 Η Μεθοδολογία της ΑΚΖ

Η εφαρμογή της ΑΚΖ χωρίζεται σε τέσσερα βασικά στάδια (Σχήμα 3-2):

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



Σχήμα 3-2: Μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (Tan R., Culaba B.A. 2004)

Η προσέγγιση της ΑΚΖ είναι ολιστική για δύο λόγους: Καταρχάς, στην αξιολόγηση συμπεριλαμβάνονται όλα τα στάδια του κύκλου της ζωής ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Κατά δεύτερο, έχει στόχο να συμπεριλάβει στην αξιολόγηση όλες τις γνωστές περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας δραστηριότητας (Αμπελιώτης Κ. 2009)

3.1.2 Σκοπός και Πλαίσιο

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

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

Ο καθορισμός του σκοπού και του πλαισίου προκύπτει από την ανάγκη για συνέπεια κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της ΑΚΖ. Στην πράξη, το πλαίσιο της μελέτης είναι ο προσδιορισμός του επιπέδου λεπτομέρειας που απαιτείται για την εφαρμογή των αποτελεσμάτων. Το αποτέλεσμα της μελέτης εξαρτάται κυρίως από την ακρίβεια των στοιχείων που εισάγονται.. Ο σκοπός μιας συγκριτικής ΑΚΖ είναι να αντικατοπτρίσει τις περιβαλλοντικές συνέπειες του να επιλέγεται η μία ή η άλλη εναλλακτική (Wenzel et al. 2005).

3.1.3 Λειτουργική Μονάδα

Η λειτουργική μονάδα είναι ένα βασικό στοιχείο της ΑΚΖ που πρέπει να καθοριστεί. Η λειτουργική μονάδα είναι ένα μέτρο της λειτουργίας του συστήματος υπό μελέτη και παρέχει μια αναφορά τόσο για τα εισαγόμενα στοιχεία όσο και για τα αποτελέσματα, επιτρέποντας τη σύγκριση δύο διαφορετικών συστημάτων. Ο καθορισμός μιας λειτουργικής μονάδας πιθανό να είναι δύσκολος, καθώς αυτή πρέπει να είναι ακριβής και συγκρίσιμη έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ολόκληρη τη μελέτη. Για παράδειγμα, η λειτουργική μονάδα για ένα σύστημα που αφορά μία βαφή, μπορεί να οριστεί ως η μονάδα επιφάνειας που καλύπτεται για 10 έτη. Μια σύγκριση περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός συστήματος βαφής και ενός συστήματος χαρτιού ταπετσαρίας τοίχου με την ίδια λειτουργική μονάδα είναι επομένως δυνατή.

3.1.4 Όρια του Συστήματος

Τα όρια του συστήματος καθορίζουν ποιες διεργασίες θα πρέπει να συμπεριληφθούν στη μελέτη ΑΚΖ. Ο καθορισμός των ορίων του συστήματος, είναι εν μέρει υποκειμενικός, και γίνεται συνήθως κατά τον ορισμό του πλαισίου. Όρια που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι για παράδειγμα τα όρια μεταξύ τεχνόσφαιρας (διεργασίες, υλικά και άλλα είδη που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας) και οικόσφαιρας (διεργασίες και υλικά που δεν προκύπτουν από κάποια ανθρώπινη δραστηριότητα), γεωγραφικά και χρονικά όρια και τα όρια μεταξύ του κύκλου ζωής υπό μελέτη και των κύκλων ζωής άλλων συστημάτων (π.χ. παραγωγή κεφαλαιουχικών αγαθών). Οι Wenzel et al. (2005) τόνισαν τις σημαντικές διαφορές στις παραδοχές των ορίων του συστήματος, και πως αυτές οι διαφορές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όταν χαράζονται πιο γενικά συμπεράσματα. Μία από τις απαιτήσεις των πιο πρόσφατων κατευθυντήριων οδηγιών για την ΑΚΖ είναι ότι οι περιλαμβανόμενες διαδικασίες και συστήματα πρέπει να είναι τα οριακά (δηλ αυτά που ανταποκρίνονται σε μια αλλαγή της ζήτησης) Wenzel et al. (2005).

Η ΑΚΖ ως εργαλείο αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μιας διαδικασίας, είναι πολύ χρήσιμη και πολύ κατανοητή, όμως όσον αφορά τα αποτελέσματα που δίνει πολύ συχνά χρειάζονται προσεκτική και «λεπτή» ερμηνεία ούτως ώστε να εφαρμοσθούν ορθά (Villanueva et al. 2006). Τα όρια του συστήματος καθορίζουν ποιες διεργασίες θα συμπεριληφθούν στον κύκλο ζωής που εξετάζεται και ποιες όχι. Οι πιο συνηθισμένοι περιορισμοί είναι οι εξής:

Όρια μεταξύ της παραγωγικής μονάδας και του περιβάλλοντος: Ένας κύκλος ζωής συνήθως αρχίζει από το στάδιο συλλογής των πρώτων υλών και τελειώνει με το στάδιο της παραγωγής αποβλήτων.

Γεωγραφικοί περιορισμοί: Αποτελεί σημαντικό περιορισμό δεδομένου ότι παρατηρείται χωρική διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών που υπεισέρχονται στην ανάπτυξη του μοντέλου π.χ. α) διαφοροποίηση στις υποδομές όπως συστήματα παραγωγής και μεταφοράς της απαιτούμενης ενέργειας, συστήματα μεταφοράς πρώτων υλών και τελικών προϊόντων, συστήματα διαχείρισης των παραγόμενων αποβλήτων κ.λπ. β). ύπαρξη περιβαλλοντικά ευαίσθητων οικοσυστημάτων, περιοχές περιβαλλοντικά υποβαθμισμένες κ.λπ.

Χρονικοί περιορισμοί: Το υπολογιστικό μοντέλο αναπτύσσεται, εξάγει και αξιολογεί αποτελέσματα για τις δεδομένες χρονικές περιόδους όπως επίσης και προβλέψεις με βάση μελλοντικά σενάρια. Με βάση το γεγονός αυτό, ενδέχεται να υπάρξουν περιορισμοί αναφορικά με την εξέλιξη και βελτίωση της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας παραγωγής του προϊόντος, των αντιρρυπαντικών τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται, τη δυνατότητα αφομοίωσης ενός ρύπου από το περιβάλλον κ.λπ.

Περιορισμοί ανάμεσα στον κύκλο ζωής και τους κύκλους ζωής άλλων σχετικών τεχνικών συστημάτων: Οι περισσότερες διεργασίες στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος είναι αλληλένδετες και πρέπει να διαχωριστούν για την εφαρμογή της ΑΚΖ. Για παράδειγμα, η παραγωγή καταναλωτικών αγαθών και η οικονομική βιωσιμότητα νέων και περιβαλλοντικά φιλικών προϊόντων μπορεί να αξιολογηθεί μόνο με βάση την υπάρχουσα τεχνολογία. Η αλληλεπίδραση των διαφόρων διεργασιών είναι πολύπλοκη. Η ιδανική εφαρμογή μιας ΑΚΖ θα ανέλυε εξίσου τον κύκλο ζωής των ίδιων των πρώτων υλών. Αυτό όμως θα οδηγούσε σε μία αέναη διαδικασία. Για το λόγο αυτό, τίθενται περιορισμοί για την αποκλεισμό από τη μελέτη κάποιων διεργασιών, οι οποίες παρόλα αυτά μπορούν να έχουν σημαντικές επιδράσεις στο τελικό προϊόν (Αβρααμίδης Μ. et al. 2007).

3.1.5 Ποιότητα δεδομένων

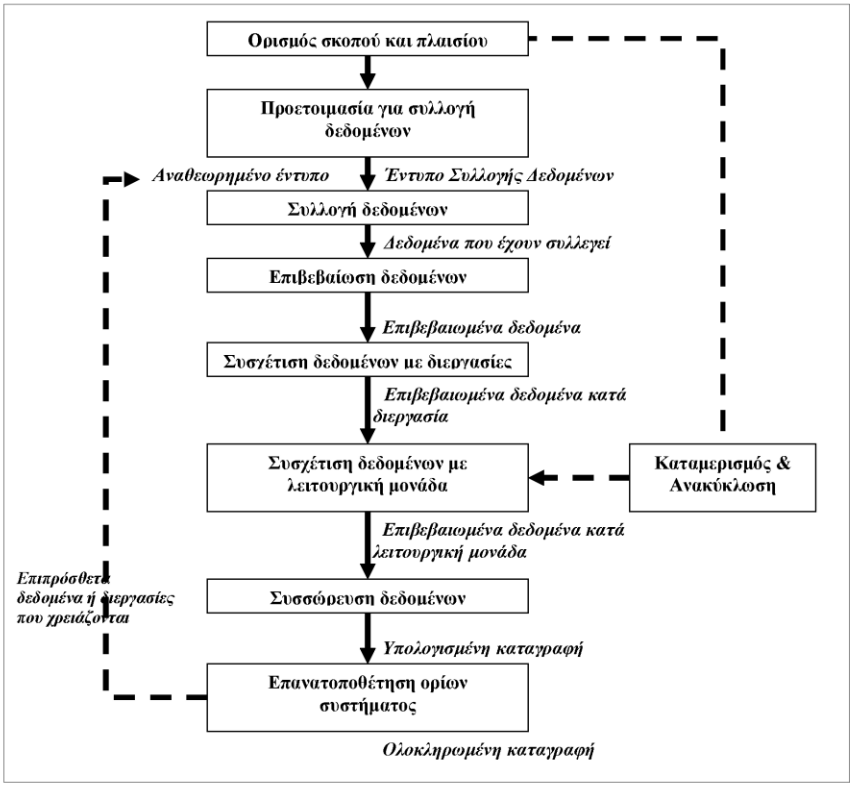
Η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων από τις μελέτες ΑΚΖ, εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων που εισάγονται. Οι ακόλουθες παράμετροι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη: χρονική, γεωγραφική και τεχνολογική κάλυψη, ακρίβεια και αντιπροσωπευτικότητα των δεδομένων, συνέπεια και επαναληψιμότητα των μεθόδων που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

Η ΑΚΖ αξιολογεί όλες τις γνωστές περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός προϊόντος, υλικού ή υπηρεσίας διάμεσο ολόκληρης της ζωής του. Είναι μία φιλόδοξη μεθοδολογία η οποία καλύπτει όλα τα στάδια της ζωής των προς εξέταση προϊόντων ή συστημάτων, από την εξόρυξη του υλικού έως την ταφή του. Η ΑΚΖ επιχειρεί να καλύψει άλλες τις φυσικές ανταλλαγές στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος μαζί με τις ανταλλαγές/αλλαγές που το περιβάλλουν με τις εισροές κατανάλωσης ενέργειας ή τις εκροές εκπομπών, απορριμμάτων και χρησιμοποιημένης ενέργειας. Σε μια ιδανική ΑΚΖ, όλες οι εισροές και οι εκροές θα πρέπει να καλύπτονται (Villanueva et al. 2006).

3.1.6 Συλλογή Δεδομένων: Καταγραφή Κύκλου Ζωής

Για την ολοκλήρωση του μοντέλου είναι αναγκαία η συλλογή δεδομένων για κάθε διεργασία που βρίσκεται εντός των ορίων του συστήματος. Τα δεδομένα που χρειάζονται είναι συνδυασμός εισροών και εκροών σε κάθε διεργασία που περιλαμβάνεται στα όρια του συστήματος. Για τη συλλογή δεδομένων πρέπει, μεταξύ άλλων, να σχεδιάζονται κατάλληλα έντυπα συλλογής δεδομένων. Στη συνέχεια τα δεδομένα επαληθεύονται και σχετίζονται με τη λειτουργική μονάδα προκειμένου να επιτραπεί η συνάθροιση των αποτελεσμάτων. Ένα πολύ ευαίσθητο βήμα σε αυτήν τη διαδικασία υπολογισμού είναι η κατανομή των ροών στο περιβάλλον π.χ. εκπομπές στον αέρα, νερό και έδαφος. Επίσης, ένα άλλο πρόβλημα προκύπτει από το γεγονός ότι αρκετές διεργασίες παράγουν περισσότερα από ένα προϊόντα, που πιθανόν να μην βρίσκονται εντός των ορίων του συστήματος. Επομένως, τόσο οι εξαγωγές πρώτων υλών όσο και οι περιβαλλοντικές εκπομπές που σχετίζονται με τη συνολική διεργασία, θα πρέπει να καταμερίζονται στα διαφορετικά προϊόντα της διεργασίας. Η ΑΚΖ είναι μια μεθοδολογία η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποτίμηση της περιβαλλοντικής και/ή την κοινωνικοοικονομική συνέπεια μίας απόφασης, για παράδειγμα εάν οι πολίτες μιας κοινωνίας ή μιας χώρας πρέπει να ανακυκλώνουν ή όχι τα χάρτινα απορρίμματα, τα γυάλινα μπουκάλια ή τα αλουμινένια κουτάκια των αναψυκτικών. Ωστόσο η ΑΚΖ βοηθά στο να ελαχιστοποιηθούν οι βλαβερές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η ΑΚΖ είναι ένα εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων και όχι εργαλείο λήψης αποφάσεων, κι αυτό γιατί παρέχει πληροφόρηση η οποία χρειάζεται να συμπληρωθεί με νομικές, κοινωνικές, οικονομικές ή τεχνικές πληροφορίες πριν παρθούν οι αποφάσεις. (Villanueva et al. 2006).

Η συλλογή δεδομένων είναι το στάδιο με τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε πόρους και χρόνο σε μία ΑΚΖ. Η συλλογή δεδομένων παραμένει ένας κρίσιμος παράγοντας για την επιτυχή ολοκλήρωση μιας ΑΚΖ. Η πρόσβαση σε αξιόπιστα δεδομένα συνεχίζει, ακόμα και σήμερα που οι βάσεις δεδομένων είναι τεράστιες, να αποτελεί ένα σημαντικό εμπόδιο για την επέκταση της χρήσης της ΑΚΖ στην περιβαλλοντική διαχείριση (Curran et. Al., 2005). Το **Σχήμα 3-3** δείχνει τις απαιτήσεις σε στοιχεία κατά τη διάρκεια μίας ΑΚΖ, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14041. Τα συστήματα παραγωγής προϊόντων συνήθως περιλαμβάνουν ορισμένες διεργασίες οι οποίες είναι οι ίδιες σχεδόν για όλες τις μελέτες, όπως, η προμήθεια ενέργειας, οι μεταφορές, οι υπηρεσίες επεξεργασίας αποβλήτων και η παραγωγή χημικών ουσιών. Οι διεργασίες αυτές ονομάζονται διεργασίες παρασκηνίου (background processes). Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμες βάσεις δεδομένων με στοιχεία για πολλές από αυτές. Η επαναχρησιμοποίηση στοιχείων από προηγούμενες μελέτες μπορεί να απλοποιήσει την εργασία συλλογής δεδομένων, εντούτοις αυτό πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή έτσι ώστε τα δεδομένα να είναι αντιπροσωπευτικά.



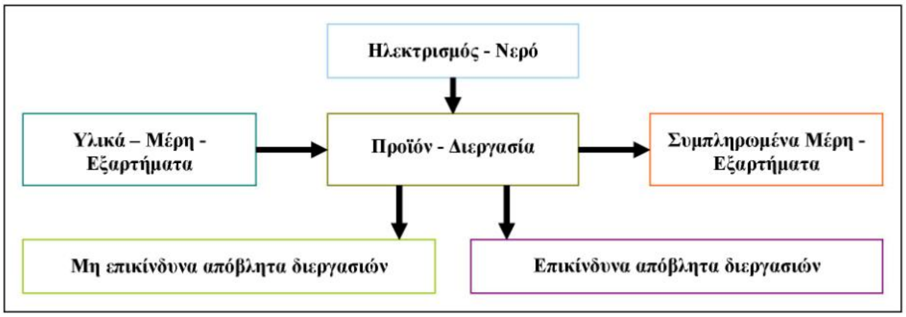
Διάγραμα 3-1: Σχηματική επεξήγηση των αναγκών σε στοιχεία για το στάδιο καταγραφής κατά την Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ISO/EN 14041. 1998)

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

3.1.7 Διάγραμμα Ροής (Flow Diagram)

Το διάγραμμα ροής των διαδικασιών διαμορφώνει μια ποιοτική γραφική απεικόνιση όλων των σχετικών διεργασιών που περιλαμβάνονται στον κύκλο ζωής του συστήματος που μελετάται. Αποτελείται από μια ακολουθία διαδικασιών που συνδέονται από τις ροές υλικών και ενέργειας. Στόχος του είναι η επικέντρωση του ενδιαφέροντος στις πιο σχετικές διεργασίες παρά η πλήρης αποτύπωση του συστήματος. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις διεργασίες που πιθανότατα παράγουν τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επεμβάσεις.

Τα περιεχόμενα μιας διεργασίας σε ένα διάγραμμα ροής για ένα συγκεκριμένο οριακό σύστημα παρουσιάζονται στο **Σχήμα 3-4**. Εξαιρετικά σημαντικό είναι όλες οι αναφορές κατά την εισαγωγή των συλλεγμένων στοιχείων στο μοντέλο, να γίνονται ως προς τη λειτουργική μονάδα για να διατηρούνται τα ισοζύγια μάζας και ενέργειας, θεμέλιος λίθος για την ΑΚΖ.



Διάγραμμα 3-2: Πρότυπο αναγκών σε δεδομένα για διεργασίες (Udo de Haes et al. 2002). Για κάθε μονάδα οι διαδικασίες είναι: εισαγωγή των στοιχείων (πόροι, εκπομπές, και περιβαλλοντικές ανταλλαγές), και ενδιάμεσες ροές προϊόντων (που συνδέουν τις διαδικασίες).

Κατά τη διάρκεια της ζωής ενός προϊόντος όλες οι διαδικασίες και οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον λόγω της κατανάλωσης πόρων, των εκπομπών από τα συστατικά στο φυσικό περιβάλλον και άλλων περιβαλλοντικών αλληλεπιδράσεων. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι: επιδράσεις στην κλιματική αλλαγή, στη στιβάδα του στρατοσφαιρικού όζοντος, στη δημιουργία τροποσφαιρικού όζοντος, στην ανάπτυξη του φαινομένου του ευτροφισμού και της όξυνσης, στην ανάπτυξη οικοτοξικότητας κ.λπ. (Αβρααμίδης Μ. et al. 2007)

Δεν υπάρχει συγκεκριμένη μέθοδος ή κατευθυντήριες οδηγίες για την Ανάλυση Κύκλου Ζωής παρά μόνο διαφορετικές τεχνικές προσεγγίσεις οι οποίες προσαρμόζονται στις ανάγκες της εκάστοτε μελέτης. Η βασική αρχή στην ανάπτυξη του αντίστοιχου μοντέλου είναι ο προσδιορισμός και η περιγραφή όλων των μεμονωμένων σταδίων που αποτελούν τον πλήρη κύκλο ζωής του προϊόντος, όπως προμήθεια και επεξεργασία των πρώτων υλών, η μετατροπή τους σε ενδιάμεσα και τελικά προϊόντα, η μεταφορά πρώτων υλών και παραγόμενων προϊόντων, η προώθηση – διανομή του προϊόντος στον καταναλωτή, η χρήση του προϊόντος και η διαχείρισή του μετά την ολοκλήρωση (Αβρααμίδης Μ. et al. 2007)

Αλλά και σε πολιτικό επίπεδο, η θεώρηση ολόκληρου του κύκλου της ζωής αποτελεί βασικό συστατικό στοιχείο της θεματικής στρατηγικής της Ε.Ε. για τη βιώσιμη κατανάλωση των φυσικών πόρων, την πρόληψη της ρύπανσης και την αξιοποίηση των αποβλήτων (European Commission-JRC, 2009). Η προσέγγιση της ΑΚΖ υπάρχει επίσης στην ολοκληρωμένη πολιτική της Ε.Ε. για τα προϊόντα καθώς και στην πρόσφατη οδηγία για τα απόβλητα (Οδηγία

2008/98/ΕΚ). Ως αποτέλεσμα αυτής της στροφής της πολιτικής της Ε.Ε. προς την ΑΚΖ, έχουν διοργανωθεί από το JRC, το ερευνητικό κέντρο της Ε.Ε., δύο διασκέψεις (το 2004 στην Πράγα και το 2005 στη Μάλτα) με αντικείμενο την εφαρμογή της ΑΚΖ στην ολοκληρωμένη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Σύμφωνα με τους Koneczny and Pennington (2007), η θεώρηση των πραγμάτων στη διαχείριση των αποβλήτων με όρους ΑΚΖ μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των πιέσεων προς το τοπικό περιβάλλον και του κόστους διαχείρισης.

3.2 Ο Ρόλος της ΑΚΖ στη Διαδικασία Λήψης Αποφάσεων για τη Διαχείριση των ΑΣΑ

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής έχει να προσφέρει σημαντικές πληροφορίες και μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στη διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Ο Αμπελιώτης (2009) παρουσιάζει ένα πλήθος εφαρμογών της ΑΚΖ, των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν και των αποτελεσμάτων που βρέθηκαν, με την εφαρμογή της Αξιολόγησης του Κύκλου Ζωής στη διαχείριση των ΑΣΑ. Πλείστα είναι τα παραδείγματα που υπάρχουν και από άλλες σχετικές έρευνες, όπως αυτή των Ayalon et al (2000) που, έκαναν μια συγκριτική έρευνα σχετικά με την εφαρμογή της πολυδιάστατης Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής στην πολιτική διαχείρισης των στερεών αποβλήτων και συγκεκριμένα στην περίπτωση των δοχείων που περιέχουν αναψυκτικά. Οι Wenzel & Villanueva (2007) επίσης χρησιμοποίησαν την ΑΚΖ για τη διαχείριση του χαρτιού ως απόβλητο. Στη συγκεκριμένη έρευνα έχουν συλλέξει 9 μελέτες Ανάλυσης Κύκλου Ζωής οι οποίες περιλαμβάνουν 73 σενάρια, για το ποια μέθοδος ανάμεσα στην ταφή, την καύση και την ανακύκλωση, του χαρτιού είναι πιο φιλική προς το περιβάλλον.

Ο Robert Hunt (1995), μελέτησε για τις εναλλακτικές λύσεις διαχείρισης για το χαρτί και τα πλαστικά, τις θεωρήσεις της ανάλυσης κύκλου ζωής στη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Επίσης, ο Goran Finnveden (1999), μελέτησε ορισμένες μεθοδολογικές απόψεις της εκτίμησης κύκλου ζωής των ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Οι Björklund et al. (1999) έκαναν αξιολόγηση ανάμεσα στο υφιστάμενο σύστημα διαχείρισης (αποτέφρωση) έναντι της εισαγωγής αναερόβιας επεξεργασίας για το οργανικό κλάσμα των ΑΣΑ, για την Uppsala της Σουηδίας και χρησιμοποίησαν το εργαλείο ORWARE. Η μελέτη προέκρινε την αναερόβια χώνευση ως μέθοδο επεξεργασίας του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ. Επίσης σύγκριση δύο εναλλακτικών συστημάτων διαχείρισης, του υφιστάμενου και ενός μελλοντικού έκαναν οι Güereca et al. (2006), για τη Διαχείριση οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ στη Βαρκελώνη. Στη συγκεκριμένη μελέτη ΑΚΖ, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο TRACI και το συμπέρασμα που προέκυψε είναι ότι η λύση της υγειονομικής ταφής είναι η χειρότερη περιβαλλοντικά για το οργανικό κλάσμα των ΑΣΑ και προέκριναν τη λύση της ξεχωριστής διαλογής για κομποστοποίηση. Στην ίδια χώρα Ισπανία, αλλά σε διαφορετική πόλη, την επαρχία Asturias οι Rodríguez-Iglesias et al. (2003) κάνουν, χρησιμοποιώντας το εργαλείο IWM-1, σύγκριση 19 εναλλακτικών Σεναρίων διαχείρισης ΑΣΑ με αντικείμενο την ενεργειακή κατανάλωση που υπάρχει στο κάθε σενάριο και καταλήγουν στο ότι, η καλύτερη αξιοποίηση της ενέργειας επιτυγχάνεται μέσω της αποτέφρωσης. Αντίθετα οι βιολογικές επεξεργασίες απαιτούν μεγαλύτερες εισροές ενέργειας λόγω της ξεχωριστής διαλογής που απαιτείται. Για τη διαχείριση των αποβλήτων εφημερίδων στη Φινλανδία, οι Dahlbo et al. (2005), έκαναν σύγκριση πέντε εναλλακτικών Σεναρίων και συμπέραναν ότι τα σενάρια, που προβλέπουν ανάκτηση ενέργειας είναι προτιμητέα σε σχέση με αυτά της υγειονομικής ταφής.

Οι Ozeler et al (2006), χρησιμοποιώντας το εργαλείο IWM-1, έκαναν μια μελέτη για τις μεθόδους εκτίμησης κύκλου ζωής της διαχείρισης των δημοτικών στερεών αποβλήτων στην Άγκυρα στην Τουρκία. Το σενάριο που προκρίνεται ως φιλικότερο περιβαλλοντικά είναι αυτό που προβλέπει μείωση στην πηγή, συλλογή, μεταφορά και υγειονομική ταφή. Οι Buttol et al (2007), χρησιμοποιώντας το εργαλείο WISARD, έκαναν μια μελέτη εφαρμόζοντας την Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής και κάνοντας σύγκριση τριών διαφορετικών Σεναρίων, για τη διαχείριση των δημοτικών στερεών αποβλήτων στην περιφέρεια της Μπολόνια στην Ιταλία, έφθασαν στο συμπέρασμα ότι η αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης των υλικών καθώς επίσης και η αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας παρουσιάζουν θετικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά. Με τη διαχείριση των ΑΣΑ στην Ταϋλάνδη ασχολείται η μελέτη των Wanichpongpan and Gheewala (2007). Πιο συγκεκριμένα αφορά, σε όρους ΑΚΖ, τη μελέτη της μετατροπής του παραγόμενου από τον ΧΥΤΑ βιοαερίου σε ηλεκτρική ενέργεια, με βάση τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Βάση αυτής της μελέτης προκρίνεται, για την διαχείριση των ΑΣΑ, η δημιουργία ενός κεντρικού ΧΥΤΑ (έναντι της ύπαρξης πολλών μικρότερων) και η συλλογή του βιοαερίου για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Επίσης οι Liamsanguan and Gheewala (2008) κάνουν μία σύγκριση μεταξύ δύο Σεναρίων διαχείρισης των ΑΣΑ: α) της υγειονομικής ταφής χωρίς ανάκτηση ενέργειας και β) της αποτέφρωσης με ανάκτηση ενέργειας για την Διαχείριση των ΑΣΑ στην πόλη Pukhet επίσης της Ταϋλάνδης. Το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουν είναι ότι η αποτέφρωση είναι προτιμητέα. Όταν όμως, υπάρχει ανάκτηση ενέργειας από το ΧΥΤΑ για την παραγωγή ηλεκτρισμού, το αποτέλεσμα είναι το αντίστροφο. Οι Banar et al. (2009), χρησιμοποιώντας το SimaPro7 έκαναν μία συγκριτική μελέτη πέντε (5) υποθετικών Σεναρίων, διαχείρισης των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων στην πόλη Εσκισεχίρ στην Τουρκία, για την εύρεση της φιλικότερης περιβαλλοντικά στρατηγικής διαχείρισης τους.

Επίσης στην Δανία, για το πεδίο της εφαρμογής του επεξεργασμένου οργανικού κλάσματος ΑΣΑ σε γεωργική γη και πιο συγκεκριμένα κάνοντας σύγκριση τεσσάρων εναλλακτικών Σεναρίων για υποκατάσταση χημικών λιπασμάτων οι Hansen et al. (2006), χρησιμοποιώντας το εργαλείο EASEWASTE καταλήγουν στο ότι η εφαρμογή του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ για γεωργικούς σκοπούς πρέπει να εξετάζεται κατά περίπτωση. Με την μετατροπή των ΑΣΑ σε ενέργεια ασχολείται η μελέτη των Chaya and Gheewala (2007), στην Ταϋλάνδη. Χρησιμοποιώντας το εργαλέιο της ΑΚΖ SimaPro5, γίνεται σύγκριση σε όρους Αξιολόγισης Κύκλου Ζωής, για την παραγωγή ηλεκτρισμού από την αποτέφρωση ή την αναερόβια επεξεργασία των ΑΣΑ. Η μελέτη καταλήγει ότι λόγω του μεγάλου ποσοστού του οργανικού κλάσματος στα ΑΣΑ, προκρίνεται η αναερόβια επεξεργασία ως λιγότερο επιβαρυντική περιβαλλοντικά.

Ακολούθως θα παρουσιαστούν πιο αναλυτικά δύο από τις προαναφερθείσες περιπτώσεις (Ιταλία/Μπολόνια/ Buttol et al (2006) και Τουρκία/Εσκισεχίρ/ Banar et al (2009) ούτως ώστε να εντοπιστούν καλύτερα τα στοιχεία που καθιστούν την ΑΚΖ ως ένα χρήσιμο εργαλείο αξιολόγησης για τη διαχείριση των ΑΣΑ.

Στην Τουρκία, στο αστικό κέντρο του Εσκισεχίρ έγινε μια μελέτη ανάλυσης κύκλου ζωής της διαχείρισης των δημοτικών στερεών αποβλήτων. Πιο συγκεκριμένα, Banar et al (2009), ανέπτυξαν πέντε διαφορετικά σενάρια για ένα σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων το οποίο σύγκριναν με το ήδη υπάρχον Σύστημα Διαχείρισης των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων του Εσκισεχίρ κάνοντας χρήση της μεθόδου της εκτίμησης κύκλου ζωής. Οι μελετητές συμπεριέλαβαν στα σενάρια που ανέπτυξαν, τη συλλογή & μεταφορά των αποβλήτων, τη μείωση της παραγωγής τους, την Εγκατάσταση Ανάκτησης Υλικών / τους Σταθμούς Μεταφοράς, την καύση, την αναερόβια χώνευση και την ταφή. Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να καθορίσει την πιο φιλική προς το περιβάλλον επιλογή του Συστήματος Διαχείρισης των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων για το Εσκισεχίρ. Το πρακτικό τμήμα της μελέτης είναι το παραγόμενο ποσό των στερεών αποβλήτων που αφορά τις περιοχές του συστήματος, οι οποίες είναι οι περιοχές του Εσκισεχίρ. Επίσης, η καταγεγραμμένη ανάλυση κύκλου ζωής πραγματοποιήθηκε με χρήση του μοντέλου SimaPro7, Banar et al (2009). Με το μοντέλο καθορίζονται οι εισροές και οι εκροές για κάθε στάδιο διαχείρισης και υπολογίζονται οι σχετικές εκπομπές. Επιπλέον έγινε ταξινόμηση των καταγεγραμμένων εκπομπών σε κατηγορίες επίδρασης, οι οποίες είναι η ενδεχόμενη εξάντληση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα τελικά στερεά απόβλητα επικίνδυνα και μη, η κλιματική αλλαγή, η οξίνιση, ο ευτροφισμός και η τοξικότητα στους ανθρώπους. Οι επιδράσεις μετρήθηκαν με συντελεστές βαρύτητας σε κάθε κατηγορία αναπτύσσοντας περιβαλλοντικά προφίλ για κάθε σενάριο. Για τις περισσότερες κατηγορίες επιπτώσεων, το Σενάριο της Μείωσης στην Πηγή φαίνεται να είναι η καταλληλότερη μέθοδος διαχείρισης, με εξαίρεση την κατηγορία που αφορά την κλιματική αλλαγή. Η χαμηλότερη συνεισφορά στην Κλιματική Αλλαγή υπολογίστηκε για την διαδικασία αναερόβιας χώνευσης. Στο στάδιο της εκτίμησης της βελτίωσης και της ερμηνείας, τα αποτελέσματα εκτιμήθηκαν σημαντικά και οι προτάσεις οδήγησαν στη βελτίωση του τρέχοντος συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων του Εσκισεχίρ, Banar et al (2009).

Η δεύτερη περίπτωση μελέτης που θα σταθούμε είναι στην Ιταλία, και πιο συγκεκριμένα στην Περιφέρεια της Μπολόνια, όπου έγινε μια μελέτη ανάλυσης κύκλου ζωής της διαχείρισης των δημοτικών στερεών αποβλήτων. Ειδικότερα, οι Buttol et al (2006), μελέτησαν την ανάλυση κύκλου ζωής ως ένα εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων στον ολοκληρωμένο σχεδιασμό διαχείρισης δημοτικών στερεών αποβλήτων. Η μελέτη σχετίζεται με την εφαρμογή της μεθόδου Ανάλυσης Κύκλου Ζωής για να υποστηρίξει την ανάπτυξη του νέου σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων για την Περιφέρεια της Μπολόνια. Ο κύριος στόχος της μελέτης είναι να δείξει τα πλεονεκτήματα της χρήσης της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής, όσον αφορά τον καθορισμό των ενδεχόμενων περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις διαφορετικές στρατηγικές διαχείρισης αποβλήτων. Το Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης των Αποβλήτων της Περιφέρειας της

Μπολόνια περιλαμβάνει τη συλλογή και μεταφορά των αποβλήτων, την ταξινόμηση, την ανακύκλωση, την κομποστοποίηση, την καύση και την ταφή Buttol et al (2006).

Τρία σενάρια αναφέρονται για το 2006, για πληθυσμό 950.000 κατοίκων και παραγωγή αποβλήτων 566.000 τόνων περίπου στην περιοχή και τα αποτελέσματά τους συγκρίνονται. Ένα λεπτομερές μοντέλο έχει αναπτυχθεί προκειμένου να συσχετιστούν τα αποτελέσματα των εισαγόμενων στοιχείων για το διαχωρισμό των αποβλήτων και τις διαφορετικές επεξεργασίες τους. Η συζήτηση των αποτελεσμάτων επικεντρώνεται ιδιαίτερα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και στο ενδεχόμενο της οξίνισης. Με βάση τα αποτελέσματα του μοντέλου, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ενός πρόσθετου Σεναρίου, το οποίο προβλέπει περεταίρω αύξηση στη χωριστή διαλογή Buttol et al (2006). Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής έχει το ρόλο ενός εργαλείου στη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση των αποβλήτων, με σκοπό την καλύτερη, αποτελεσματικότερη και πιο φιλική προς το περιβάλλον διαχείρισή τους. Στην παράγραφο 3.4, θα γίνει αναφορά σε ορισμένα εργαλεία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής που έχουν γενικότερα χρησιμοποιηθεί και για τη διαχείριση των αποβλήτων.

Εφαρμογές στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, πρόσφατα, δημοσιοποιήθηκε η μελέτη των Λάλα κ.ά. (2007) σχετικά με την ανάλυση εναλλακτικών Σεναρίων διαχείρισης ΑΣΑ στην Αττική. Η μελέτη αυτή στηρίζεται στην ΑΚΖ για την περιβαλλοντική αξιολόγηση των Σεναρίων. Οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν το υπολογιστικό πακέτο IWM-2 για την ανάλυση των Σεναρίων τους. Το κύριο συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι στην περίπτωση της Αττικής απαιτείται συνδυασμός όλων των σύγχρονων μεθόδων επεξεργασίας των ΑΣΑ. Η ανάλυση αναδεικνύει επίσης τη θετική περιβαλλοντική συνεισφορά της θερμικής επεξεργασίας με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας.

Το 2005, από το Εργαστήριο Οργάνωσης και Προγραμματισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστήμιου Θράκης, στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος "The Use of Life Cycle Assessment Tools for the Development of Integrated Waste Management Strategies for Cities and Regions with Rapid Growing Economies", το οποίο χρηματοδοτήθηκε από το 5ο Πρόγραμμα Πλαίσιο της Ε.Ε., εκδόθηκε το εγχειρίδιο «Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση Συστημάτων Διαχείρισης Αστικών Αποβλήτων: Εγχειρίδιο για την πρόγνωση των αστικών αποβλήτων και την αξιολόγηση της βιωσιμότητας των συστημάτων διαχείρισής των» το οποίο μελετά εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης στερεών αποβλήτων για την πόλη της Ξάνθης (LCA-IWM, 2009).

Ο Skordilis (2004) συνδυάζει την ανάλυση κόστους-οφέλους και την ΑΚΖ για τη μελέτη του συστήματος διαχείρισης των ΑΣΑ στην Κέρκυρα. Η ανάλυση δείχνει ότι ο συνδυασμός της ανάκτησης των υλικών με διαλογή στη πηγή με παράλληλη αξιοποίηση του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ αποτελεί τη βέλτιστη επιλογή για τους μικρούς νησιωτικούς δήμους.

3.3 Εργαλεία της ΑΚΖ για την Διαχείριση των Αποβλήτων

Σίγουρα η ΑΚΖ είναι μια μεθοδολογία η οποία απαιτεί πλήθος αξιόπιστων δεδομένων Αμπελιώτης (2009). Τα λογισμικά εργαλεία που είναι διαθέσιμα για διεξαγωγή μιας μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) είναι πάρα πολλά και παρόλο που το καθένα έχει τα δικά του χαρακτηριστικά, σχεδόν όλα βασίζονται στην ίδια μεθοδολογία και έχουν κοινά στοιχεία. Τα εργαλεία κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α) αυτά τα οποία εκτελούν γενικευμένη μοντελοποίηση διαφόρων προϊόντων και υπηρεσιών σύμφωνα με την ΑΚΖ (SimaPro, Umberto, GaBi) και β) αυτά τα οποία έχουν αναπτυχθεί αποκλειστικά για την ανάλυση συστημάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων (IWM-2, WISARD, ORWARE, EASEWASTE, WRATE, TRACI, LCA-IWM) Αμπελιώτης (2009). Το πεδίο χρήσης τους ποικίλει και περιλαμβάνει όλες τις φάσεις ανάπτυξης του προϊόντος – από τη σύλληψη της ιδέας για κάποιο προϊόν, στη φάση όπου το προϊόν είναι έτοιμο για την αγορά και μέχρι τη φάση που το προϊόν αποσυναρμολογείται και προετοιμάζεται για επαναχρησιμοποίηση ή για τελική διάθεση.

- Το **SimaPro** αποτελεί το πιο διαδεδομένο λογισμικό ΑΚΖ το οποίο έχει πολλά χαρακτηριστικά που διευκολύνουν τις μελέτες ΑΚΖ. Ανάπτυξη: Pre Product Ecology Consultants, Amersfoort, the Netherlands

- Το **Umberto** είναι ένα ισχυρό και εύκολα προσαρμόσιμο λογισμικό για την εκπόνηση ΑΚΖ και την ανάλυση των ροών ενέργειας και μάζας σε μία διεργασία. Ανάπτυξη: ifu - Institute for Environmental Informatics Hamburg GmbH and ifeu - Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg GmbH

- Το **GaBi 4** αποτελεί ένα λογισμικό σύστημα Μηχανικής Κύκλου Ζωής. Ανάπτυξη: Institute for Polymer Testing and Polymer Science (IKP), University of Stuttgart in co-operation with PE Europe GmbH (PE), Dettingen/Teck

- Το **ECO-it** αποτελεί ένα φιλικό προς το χρήστη λογισμικό οικολογικού σχεδιασμού. Ανάπτυξη: Pre Product Ecology Consultants, Amersfoort, the Netherlands

- Το **ECO-edit** σας επιτρέπει να τροποποιήσετε και να δημιουργήσετε βάσεις δεδομένων για το ECO-it. Ανάπτυξη: Pre Product Ecology Consultants, Amersfoort, the Netherlands

- Το λογισμικό **EcoScan 3.0** διευκολύνει την ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και κόστους των προϊόντων. Ανάπτυξη: TNO Industrial Technology, Eidhoven, Netherlands

- Το **TEAM™** αποτελεί ένα δυναμικό και ευέλικτο λογισμικό ΑΚΖ της εταιρείας Ecobilan. Ανάπτυξη: The Ecobilan Group, Arundel, United Kingdom

- Το **EcoLab** αποτελεί ένα δυναμικό λογισμικό εργαλείο για μελέτες ΑΚΖ. Ανάπτυξη: Nordic Port, Göteborg, Sweden

- Το **ATHENA Model** αποτελεί ένα πρακτικό, εύχρηστο εργαλείο υποστήριξης της διαδικασίας λήψης αποφάσεων που παρέχει υψηλής ποιότητας περιβαλλοντικά δεδομένα και βοηθά τις περίπλοκες αξιολογήσεις που απαιτούνται για τη λήψη ενημερωμένων περιβαλλοντικών επιλογών. Ανάπτυξη: Athena Sustainable Materials Institute, Ottawa, Canada

- Το **KCL-ECO 3.01** είναι λογισμικό για ΑΚΖ. Ανάπτυξη: Oy Kesuslaboratorio-Centrallaboratorium Ab (KLC). Espoo, Finland

- Το **Design System 4.0** αποτελεί λογισμικό Αποτίμησης Επιπτώσεων ΑΚΖ για Βιώσιμη Ανάπτυξη Προϊόντων. Ανάπτυξη: Assess Ecostrategy Scandinavia AB, Göteborg, Sweden

- Το **LCAiT - CIT Ekologik** είναι λογισμικό ΑΚΖ με γραφικό περιβάλλον χρήσης σχετικά με την αγορά. Ανάπτυξη: Chalmers Sciencepark, Göteborg, Sweden

- Η δεύτερη έκδοση του **Integrated Waste Management (IWM-2)**, μιας εφαρμογής που αναπτύχθηκε από την εταιρεία Procter & Gamble αρχικά ως IWM-1 (McDougall et al., 2001). Είναι μια αυτόνομη εφαρμογή η οποία περιέχει περιβαλλοντικά δεδομένα σχετικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων καθώς επίσης και οικονομικά στοιχεία. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα πρόγραμμα απογραφής δεδομένων (life cycle inventory).

- To Waste Integrated Systems for Assessment of Recovery and Disposal (**WISARD**) είναι ένα εμπορικό προϊόν το οποίο αναπτύχθηκε από την Ecobilan με χρηματοδότηση από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος του Ηνωμένου Βασιλείου (Ecobilan, 2009).

- Το Organic Waste Research (**ORWARE**), προϊόν της συνεργασίας 4 ακαδημαϊκών ιδρυμάτων της Σουηδίας, αποτελείται από διαφορετικά υποσυστήματα τα οποία συνδυαζόμενα αναπαριστούν τον κύκλο ζωής των αποβλήτων (Eriksson et al., 2002). Είναι χαρακτηριστικό ότι η συγκεκριμένη εφαρμογή διαθέτει ως υποσύστημα την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

- Το **EASEWASTE**, το οποίο αναπτύχθηκε στο Πολυτεχνείο της Δανίας, περιλαμβάνει δύο κατηγορίες επιπτώσεων οι οποίες σχετίζονται άμεσα με την εδαφική διάθεση των στερεών αποβλήτων: «κατεστραμμένοι υπόγειοι υδατικοί πόροι» και «συσσωρευμένη οικοτοξικότητα» (Kirkeby et al., 2006).

- Το **WRATE**, το οποίο αποτελεί προϊόν της Υπηρεσίας Περιβάλλοντος του Ηνωμένου Βασιλείου, απευθύνεται αποκλειστικά σε διαχειριστές συστημάτων στερεών αποβλήτων. Πέρα από την κλασσική μοντελοποίηση των συστημάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων, το συγκεκριμένο πακέτο προσφέρει τη μοντελοποίηση μέσω γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (Environment Agency, 2009).

- Το **TRACI** το οποίο αποτελεί προϊόν της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος των Η.Π.Α. το οποίο δίνει έμφαση στη μοντελοποίηση των χημικών παραγόντων (U.S. EPA, 2009).

- Το **LCA-IWM**, το οποίο αποτελεί προϊόν του ερευνητικού προγράμματος "The Use of Life Cycle Assessment Tools for the Development of Integrated Waste Management Strategies for Cities and Regions with Rapid Growing Economies", το οποίο ήδη αναφέρθηκε. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα απογραφής δεδομένων σχετικά με τη διαχείριση των ΑΣΑ το οποίο χρησιμοποιεί για την αξιολόγηση των επιπτώσεων την «έτοιμη» μέθοδο CML 2001 (den Boer, 2007).

3.4 Το Πλαίσιο ISO 14040

Ο ISO (Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης) είναι ένας παγκόσμιος ιδιωτικός οργανισμός που περιλαμβάνει εθνικά σώματα τόσο από βιομηχανικές όσο και από αναπτυσσόμενες χώρες, που στοχεύει στην τυποποίηση ενός μεγάλου φάσματος από προϊόντα και δραστηριότητες. Τα πρότυπα ISO περιλαμβάνουν τις σειρές 9000 και 14000. Η σειρά 14000 των προτύπων ISO περιλαμβάνει το πρότυπο 14001 για Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης όπως επίσης και μια σειρά από πρότυπα που σχετίζονται με την ΑΚΖ (σειρά 14040). Αυτές οι δραστηριότητες του ISO ξεκίνησαν το 1994 και στοχεύουν στην δημιουργία της πρώτης πλήρους σειράς προτύπων για την ΑΚΖ. Τα πρότυπα ISO για την ΑΚΖ αφορούν τόσο τις τεχνικές όσο και τις οργανωτικές πτυχές ενός έργου ΑΚΖ. Οι οργανωτικές πτυχές επικεντρώνονται κυρίως στο σχεδιασμό κρίσιμων διαδικασιών αναθεώρησης, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή σε δηλώσεις που απευθύνονται στο κοινό. Καλύπτουν επίσης θέματα όπως η συμμετοχή των εμπλεκομένων φορέων. Τα ακόλουθα γενικά πρότυπα και τεχνικές αναφορές έχουν δημιουργηθεί από τον ISO στη σειρά 14040 (Περιβαλλοντική διαχείριση – Ανάλυση κύκλου ζωής):

- **ISO 14040:** Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Ανάλυση κύκλου ζωής – Αρχές και πλαίσιο (1997). Το πρότυπο ISO 14040 παρέχει μια σαφή ανασκόπηση της πρακτικής, των εφαρμογών και των περιορισμών της ΑΚΖ σε ένα μεγάλο πεδίο πιθανών χρηστών και εμπλεκομένων φορέων, συμπεριλαμβανομένων αυτών που έχουν περιορισμένη γνώση για την ανάλυση κύκλου ζωής.

- **ISO 14041:** Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Ανάλυση κύκλου ζωής – Καθορισμός στόχων και πλαισίου και ανάλυση καταλόγου απογραφής (1998). Το πρότυπο ISO 14041 παρέχει ειδικές απαιτήσεις και οδηγίες για την προετοιμασία, διεξαγωγή και κρίσιμη ανασκόπηση της ανάλυσης του καταλόγου απογραφής του κύκλου ζωής (η φάση της ΑΚΖ που περιλαμβάνει τη σύνθεση και την ποσοτικοποίηση των σχετικών περιβαλλοντικών εισροών και εκροών κάποιου συστήματος προϊόντος).

- **ISO/CD 14042:** Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Ανάλυση κύκλου ζωής – Αποτίμηση επιπτώσεων κύκλου ζωής (2000). Το πρότυπο ISO 14042 παρέχει καθοδήγηση για τη φάση της αποτίμησης επιπτώσεων της ΑΚΖ (η φάση στην οποία η ΑΚΖ στοχεύει στην αξιολόγηση της σημασίας των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα της ανάλυσης του καταλόγου απογραφής του κύκλου ζωής).

- **ISO/DIS 14043:**Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Ανάλυση κύκλου ζωής – Ερμηνεία κύκλου ζωής (2000). Το πρότυπο ISO 14043 παρέχει καθοδήγηση για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της ΑΚΖ σε σχέση με τη φάση καθορισμού των στόχων της μελέτης ΑΚΖ και περιλαμβάνει ανασκόπηση του πλαισίου της ΑΚΖ όπως επίσης και της φύσης και ποιότητας των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί.
- **ISO/TS 14048:** Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Ανάλυση κύκλου ζωής – Τύπος τεκμηρίωσης των δεδομένων της ανάλυσης κύκλου ζωής (2002).
- **ISO/TR 14049:** Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Ανάλυση κύκλου ζωής – Παραδείγματα για την εφαρμογή του προτύπου ISO 14041 (2000).

3.5 Περιγραφή του Μοντέλου SimaPro 5.1 και η χρήση του στην Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής

Σε αυτό το σημείο πρέπει να έχει γίνει αντιληπτό ότι η ΑΚΖ είναι μια μεθοδολογία που απαιτεί μεγάλο αριθμό δεδομένων για την εφαρμογή της. Η σύγχρονη πληροφορική επιστήμη προσφέρει όλα εκείνα τα εργαλεία τα οποία επιτρέπουν τη δημιουργία μεγάλων βάσεων δεδομένων και την ταχύτατη εκτέλεση των υπολογισμών.

Η επεξεργασία και ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας θα γίνει με τη βοήθεια του προγράμματος SimaPro5, για το οποίο παραπάνω έχει γίνει μια μικρή αναφορά.. Το SimaPro είναι ένα ευρύτατα χρησιμοποιούμενο λογισμικό για την ΑΚΖ. Βοηθά στη εύκολη μοντελοποίηση των συστημάτων που εξετάζονται, αναλύει και ελέγχει τις περιβαλλοντικές πληροφορίες για τα υπό εξέταση προϊόντα και υπηρεσίες. Με αυτό το μοντέλο θα αναπτύξουμε ορισμένα σενάρια για την καλύτερη δυνατή περιβαλλοντικά διαχείριση των στερεών αποβλήτων στο ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων

Το SimaPro μπορεί εύκολα να αναπαραστήσει και να αναλύσει σύνθετους κύκλους ζωής με ένα συστηματικό και διαφανή τρόπο, με βάση τις προδιαγραφές του προτύπου ISO 14040. Τα αρχικά του SimaPro αντιστοιχούν στο «System for Integrated Environmental Assessment of Products». Πρωτοκυκλοφόρησε το 1990 και έκτοτε χρησιμοποιείται από εκατοντάδες πολυεθνικών εταιρειών, σύμβουλων- μελετητών ΑΚΖ, ερευνητικών ιδρυμάτων και πανεπιστημίων. Μεταξύ αυτών και στο Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Έχει αναπτυχθεί και υποστηρίζεται από τους Pré Consultants στην Ολλανδία.

Το μοντέλο Sima Pro για να τρέξει χρειάζεται δεδομένα όπως, το ποσό των παραγόμενων αποβλήτων ανά έτος, ο χαρακτηρισμός των αποβλήτων (σε χαρτί, γυαλί, πλαστικό, ζυμώσιμα, κλπ) στην περιοχή μελέτης μας. Επιπλέον, χρειάζεται δεδομένα όπως, οι ενεργειακές απαιτήσεις, το λειτουργικό κόστος και η απόδοση, τα οποία περιγράφουν κάθε τμήμα της διαχείρισης των αποβλήτων από τη διαδικασία της εισόδου, της ταξινόμησης, τη βιολογική και ενδεχομένως θερμική επεξεργασία μέχρι την ταφή.

Ο στόχος αυτού του μοντέλου είναι να μπορέσει να προβλέψει, όσο γίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια, τα περιβαλλοντικά φορτία και τα οικονομικά κόστη σε ένα συγκεκριμένο σύστημα διαχείρισης αποβλήτων, όπως είναι για παράδειγμα το ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων. Σκοπός του είναι να επιτρέψει να πραγματοποιηθεί η Αξιολόγηση του Κύκλου Ζωής του συγκεκριμένου συστήματος διαχείρισης αποβλήτων. Τέλος, το λειτουργικό τμήμα του μοντέλου θα παρουσιάσει το κατάλληλο σενάριο διαχείρισης των συνολικών Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων που εισέρχονται στο εργοστάσιο κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης χρονικής περιόδου (π.χ. έτος)

Σ' αυτό το μοντέλο τα φορτία του συστήματος, «από την κούνια στον τάφο» είναι τα εισαγόμενα και εξαγόμενα στοιχεία (inputs and outputs) που είναι τα εξής:

1. **Εισαγόμενα Στοιχεία (Inputs):**

- Απόβλητα > το σημείο που τα απόβλητα φεύγουν απ' τα νοικοκυριά
- Ενέργεια η εξόρυξη των ενεργειακών πόρων
- H_2O > Το Χρησιμοποιούμενο Νερό
- Χημικά > Χρησιμοποιούμενα στο Βιολογικό Καθαρισμό
- Πετρέλαιο > Στον κινητό εξοπλισμό του ΕΜΑΚ

2. **Εξαγόμενα Στοιχεία (Outputs):**

- Αέριες Εκπομπές > Τα αιωρούμενα Σωματίδια στον Περιβάλλοντα Χώρο
- RDF >Καύσιμο υλικό, υποκατάστατο του πετρελαίου/Λιγνίτη
- Σιδηρούχα (Al, Fe)
- Κομπόστ > Υποκατάστατο εδαφοβελτιωτικού
- Ενέργεια > η ηλεκτρική ενέργεια εξέρχεται από μία Εγκατάσταση Θερμικής Επεξεργασίας αποβλήτων ή από μία εγκατάσταση παραγωγής βιοαερίου από την καύση των αποβλήτων (η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται αφαιρείται από την κατανάλωση της ενέργειας, που χρησιμοποιείται)

3.5.1 Η Απογραφή Δεδομένων στο SimaPro

Οι ακόλουθες βάσεις δεδομένων είναι διαθέσιμες στο πακέτο του SimaPro. Περιέχουν στοιχεία από μια μεγάλη γκάμα βιομηχανικών διεργασιών που καλύπτουν γεωγραφικά δεδομένα από την Ευρώπη και Βόρεια Αμερική. Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη περιγραφή αυτών των βάσεων δεδομένων:

1. **Ecoinvent v1:** Επικεντρώνεται στην Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και σχετικές διαδικασίες όπως τη μεταφορά και επεξεργασία αποβλήτων.
2. **ETH – ESU 96**: Οικονομική βάση δεδομένων.
3. **BUWAL 250:** Για υλικά συσκευασίας (πλαστικό, χαρτοκιβώτιο, έγγραφο, γυαλί, κασσίτερος, χάλυβας, αλουμίνιο), ενέργεια, μεταφορά, επεξεργασίες αποβλήτων. Είναι βάση δεδομένων που συγκροτήθηκε από το Ελβετικό Υπουργείο Περιβάλλοντος.
4. **Dutch Input-Output Database**.
5. **US Input Output database**.
6. **Industry data:** Δεδομένα από διάφορες ενώσεις κλάδων της βιομηχανίας.
7. **IDEMAT 2001:** Υλικά εφαρμοσμένης μηχανικής όπως μέταλλα, κράματα, πλαστικά, ξύλο, ενέργεια, μεταφορά.
8. **Franklin US LCI database:** Δεδομένα από τη Βόρεια Αμερική για την ενέργεια, μεταφορά, χάλυβα, πλαστικά, επεξεργασία.
9. **Data archive:** Υλικά, ενέργεια, μεταφορά, επεξεργασία, επεξεργασία αποβλήτων.
10. **Dutch Concrete database**: Βασίζεται σε Ολλανδικά στοιχεία σχετικά με όλες τις πτυχές της παραγωγής και της χρήσης σκυροδέματος.
11. **IVAM**: Υλικά, μεταφορά, επεξεργασίες ενέργειας και αποβλήτων. Περιέχει, επίσης, δεδομένα από την Ολλανδία.
12. **FEFCO**: Ευρωπαϊκά στοιχεία όσον αφορά την παραγωγή χάρτινων υλικών συσκευασίας, μερικώς βασισμένα στη βάση δεδομένων BUWAL 250.

3.5.2 Η Εκτίμηση Επιπτώσεων στο SimaPro 5.1

Οι ακόλουθες μέθοδοι Εκτίμησης Επιπτώσεων περιέχονται στο SimaPro:

- Eco - Indicator 99
- Eco - Indicator 95
- CML 92

- CML 2 (2001)
- EDIP/UMIP
- EPS 2000
- Ecopoints 97

Η βασική δομή όλων των παραπάνω μεθόδων Εκτίμησης Επιπτώσεων του SimaPro 5 είναι, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ακολουθεί το πρότυπο ISO 14042, δηλαδή περιλαμβάνει, κατά περίπτωση, τα παρακάτω στάδια:

- χαρακτηρισμό
- εκτίμηση των απωλειών (προαιρετικά)
- κανονικοποίηση (προαιρετικά)
- στάθμιση (προαιρετικά)

Η έννοια του προαιρετικού σταδίου είναι ότι δεν περιλαμβάνεται σε όλες από τις προαναφερθείσες μεθόδους εκτίμησης των επιπτώσεων. Για παράδειγμα, η εκτίμηση των απωλειών είναι ένα νέο στοιχείο στις μεθόδους Eco-indicator 99 και EPS 2000, το οποίο επιτρέπει την άθροιση ορισμένων κατηγοριών χαρακτηρισμού σε μία κατηγορία απωλειών. Στις επόμενες παραγράφους, παρουσιάζονται συνοπτικά τα παραπάνω 4 στάδια της Εκτίμησης Επιπτώσεων στο SimaPro 5.

Χαρακτηρισμός

Οι ουσίες που συνεισφέρουν σε μια κατηγορία επιπτώσεων, πολλαπλασιάζονται με ένα συντελεστή χαρακτηρισμού, ο οποίος δηλώνει τη σχετική συνεισφορά της ουσίας. Για παράδειγμα, ο συντελεστής χαρακτηρισμού για το CO_2 στην κατηγορία επίπτωσης «Κλιματική Αλλαγή» είναι 1, ενώ ο αντίστοιχος συντελεστής για το CH_4 είναι 21. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η έκλυση 1 kg CH_4 στην ατμόσφαιρα προκαλεί την ίδια επίπτωση με 21 kg CO_2.

Εκτίμηση απωλειών

Κατηγορίες επιπτώσεων που έχουν κοινές μονάδες μπορούν να αθροιστούν σε επίπεδο απωλειών. Για παράδειγμα, όλες οι κατηγορίες επιπτώσεων που αποτιμούνται σε ανθρώπινες απώλειες (δηλαδή, σε συνολικά έτη ζωής που χάνονται) μπορούν να αθροιστούν. Δηλαδή οι ανθρώπινες απώλειες λόγω καρκινογένεσης αθροίζονται με τις ανθρώπινες απώλειες λόγω κλιματικής αλλαγής.

Κανονικοποίηση

Πολλές μέθοδοι επιτρέπουν τα αποτελέσματα των διαφόρων κατηγοριών επιπτώσεων να συγκρίνονται με μια πρότυπη (ή κανονική) τιμή. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η κατηγορία επιπτώσεων διαιρείται με την τιμή αναφοράς. Οποιαδήποτε τιμή μπορεί να επιλεγεί ως τιμή αναφοράς, αλλά συνήθως αυτή η τιμή αναφοράς είναι οι ετήσιες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις σε μια χώρα ή μια ήπειρο, διαιρεμένες με τον αντίστοιχο αριθμό κατοίκων. Ακολουθώντας αυτή την προσέγγιση, μετά την κανονικοποίηση, όλες οι κατηγορίες επιπτώσεων έχουν την ίδια μονάδα (1/yr) γεγονός που επιτρέπει τη ευκολότερη σύγκρισή τους. Η κανονικοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε επίπεδο αποτελεσμάτων χαρακτηρισμού όσο και σε επίπεδο εκτίμησης απωλειών.

Στάθμιση

Ορισμένες μέθοδοι επιτρέπουν τη στάθμιση όλων των κατηγοριών επιπτώσεων. Αυτό σημαίνει ότι οι επιπτώσεις ή και οι απώλειες πολλαπλασιάζονται με συντελεστές βαρύτητας και έτσι σχηματίζεται ένα τελικό σκορ. Η στάθμιση μπορεί να γίνει τόσο σε κανονικοποιημένες όσο και σε μη κανονικοποιημένες τιμές. Από τις παραπάνω μεθόδους, οι μέθοδοι Eco-indicator 95 και η μεταγενέστερη Eco-indicator 99 έχουν προταθεί από την ίδια επιστημονική ομάδα που ανέπτυξε το πακέτο SimaPro. Ως εκ τούτου, η προεπιλεγμένη μέθοδος εκτίμησης επιπτώσεων στο SimaPro είναι αυτή του Eco-indicator 99. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε και για την ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας. Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται κάποια αναλυτικότερα στοιχεία για αυτή.

3.6 Η μεθοδολογία εκτίμησης επιπτώσεων Eco-indicator 99

Η χρονολογικά πρώτη μέθοδος Eco – Indicator 95, αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του ολλανδικού προγράμματος NOH σε ένα έργο με συμμετοχή των εταιρειών Philips, NedCar (VOLVO/Mitshubishi), Schuurink, και των ερευνητικών κέντρων των Πανεπιστημίων CML LEIDEN, TU-DELFT, IVAN-ER (Άμστερνταμ) και CE Delft (Goedkoop, 1995). Η παραπάνω μέθοδος εξελίχθηκε και πλέον ονομάζεται Ecoindicator 99.

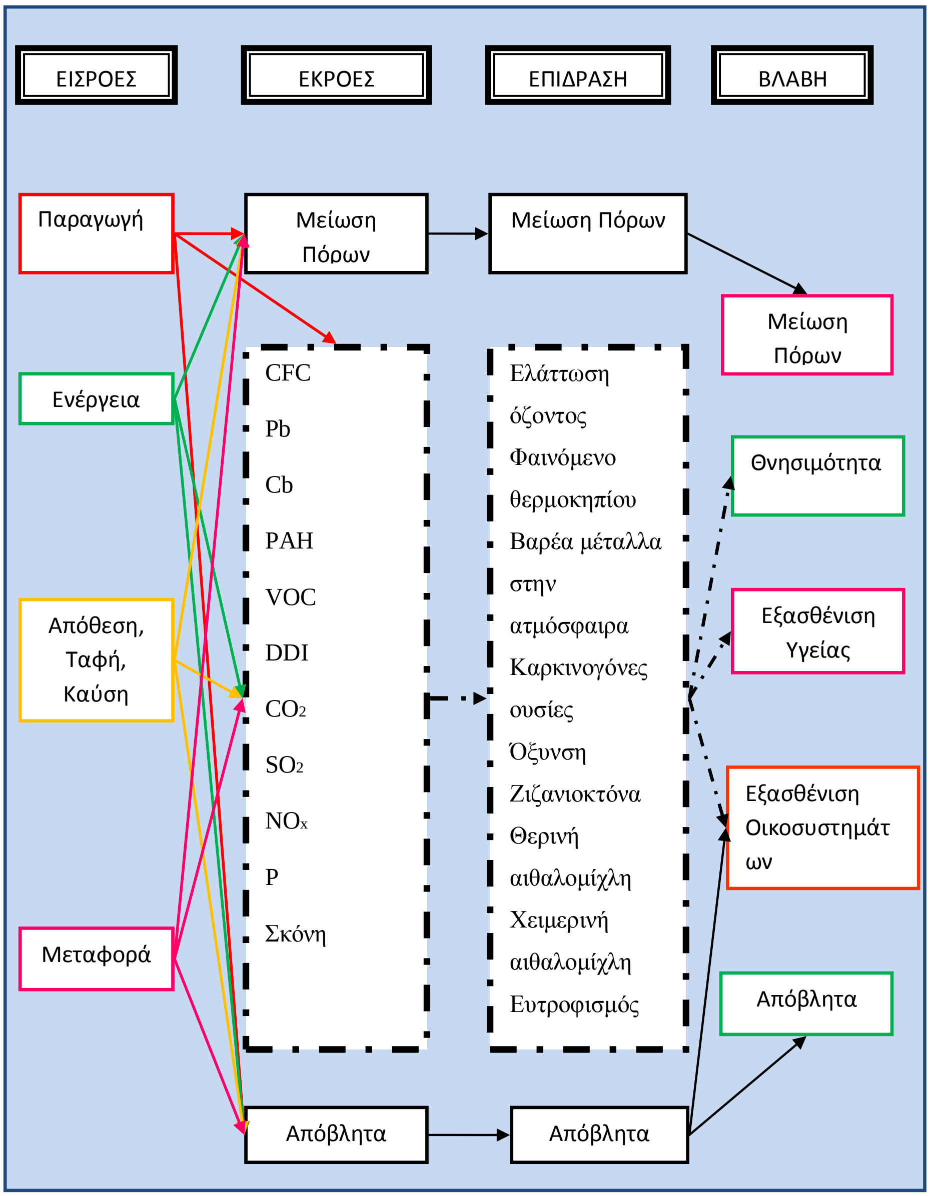
Η μεθοδολογία του Eco-indicator 99 στοχεύει στην αποτύπωση των τελικών απωλειών (damage-oriented) που επιφέρουν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Goedkoop and Spriesma, 1999). Παραδοσιακά στην ΑΚΖ οι εκπομπές ρύπων και η εξόρυξη των πόρων αποτυπώνονται ως 11 κατηγορίες επιπτώσεων, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Ακόμα και για ειδικούς επιστήμονες, πόσο μάλλον για το ευρύ κοινό, είναι πολύ δύσκολο να αποδοθούν κοινά αποδεκτοί συντελεστές βαρύτητας στις 11 κατηγορίες επιπτώσεων. Αυτό λοιπόν που έγινε, είναι ότι ζητήθηκε από ένα πάνελ 365 Ελβετών ειδικών σε θέματα ΑΚΖ να αποδώσει συντελεστές βαρύτητας όχι στις 11 κατηγορίες επιπτώσεων αλλά σε 3 μεγαλύτερες κατηγορίες (τελικών) απωλειών. Ειδικότερα, οι απώλειες που επιφέρουν οι επιπτώσεις κατατάσσονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Απώλειες στην ανθρώπινη υγεία, οι οποίες εκφράζονται ως το άθροισμα των ετών ζωής που χάνονται συν των ετών που ζει κάποιος ασθενής. Αυτό το άθροισμα εκφράζεται ως DALYs (Disability Adjusted Life Years). Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται, επίσης, από την Παγκόσμια Τράπεζα και την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WHO).

- Απώλειες στην ποιότητα του οικοσυστήματος, οι οποίες εκφράζονται ως απώλειες ειδών σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή και κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου.

- Απώλειες στους πόρους, οι οποίες εκφράζονται ως η επιπλέον ενέργεια που απαιτείται για τις μελλοντικές εξορύξεις ορυκτών και ορυκτών καυσίμων.

Για να είναι εφικτή η χρήση των σταθμικών συντελεστών για τις τρεις κατηγορίες απωλειών, έχουν αναπτυχθεί μια σειρά από πολύπλοκα μοντέλα απωλειών. Η συσχέτιση των σταδίων ζωής ενός προϊόντος με τις τελικές επιπτώσεις, μέσω αυτών των μοντέλων, αναπαριστάται στο Διάγραμμα 3-3.



Διάγραμα 3-3: Η συσχέτιση των σταδίων ζωής ενός προϊόντος με τις τελικές επιπτώσεις

3.6.1 Χαρακτηρισμός στο Eco-indicator 99

Οι συντελεστές χαρακτηρισμού για τις εκπομπές προς ατμόσφαιρα, υδρόσφαιρα και το έδαφος υπολογίζονται στο τελικό επίπεδο επιπτώσεων, δηλαδή στο επίπεδο των απωλειών. Το μοντέλο που εκτιμά τις απώλειες είναι συνάρτηση της έκθεσης (exposure), της κατάληξης των ρύπων (fate analysis) και της ανάλυσης των αποτελεσμάτων (effect analysis). Πιο συγκεκριμένα το μοντέλο εφαρμόζεται στις ακόλουθες κατηγορίες επιπτώσεων:

1. **Καρκινογένεση**: εξετάζονται οι επιπτώσεις στην καρκινογένεση λόγω των εκπομπών καρκινογόνων ουσιών σε ατμόσφαιρα, υδρόσφαιρα και το έδαφος. Οι απώλειες μετρούνται σε DALY/kg εκπομπής.

2. **Εισπνεύσιμα οργανικά:** εξετάζονται τα αναπνευστικά προβλήματα που δημιουργούνται από τη θερινή αιθαλομίχλη λόγω της εκπομπής οργανικών ουσιών στην ατμόσφαιρα. Οι απώλειες μετρούνται σε DALY/kg εκπομπής.

3. **Εισπνεύσιμα ανόργανα:** εξετάζονται τα αναπνευστικά προβλήματα που δημιουργούνται από τη χειμερινή αιθαλομίχλη λόγω της εκπομπής σκόνης, θείου και οξειδίων του αζώτου στην ατμόσφαιρα. Οι απώλειες μετρούνται σε DALY/kg εκπομπής.

4. **Κλιματική αλλαγή:** εξετάζεται η αύξηση των ασθενειών και των θανάτων λόγω της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής. Οι απώλειες μετρούνται σε DALY/kg εκπομπής.

5. **Ακτινοβολία:** εξετάζεται η επίδραση της ραδιενεργούς ακτινοβολίας. Οι απώλειες μετρούνται σε DALY/kg εκπομπής.

6. **Στοιβάδα του όζοντος:** εξετάζεται η αύξηση των ασθενειών και των θανάτων λόγω της αυξημένης υπεριώδους ακτινοβολίας που προκύπτει ως αποτέλεσμα της εκπομπής ουσιών που καταστρέφουν το στρατοσφαιρικό όζον. Οι απώλειες μετρούνται σε DALY/kg εκπομπής.

7. **Οικοτοξικότητα:** εξετάζεται η επίδραση στην ποιότητα του οικοσυστήματος ως αποτέλεσμα της εκπομπής οικοτοξικών ουσιών στην ατμόσφαιρα, στην υδρόσφαιρα και το έδαφος. Οι απώλειες μετρούνται σε Potentially Affected Fraction (PAF)*m2*year/kg εκπομπής.

8. **Οξίνιση/Ευτροφισμός:** εξετάζεται η επίδραση στην ποιότητα του οικοσυστήματος ως αποτέλεσμα της εκπομπής ουσιών που προκαλούν οξίνιση

στην ατμόσφαιρα. Οι απώλειες μετρούνται σε Potentially Disappeared Fraction (PDF)*m2*year/kg εκπομπής.

Οι παραπάνω 8 κατηγορίες επιπτώσεων αναφέρονται σε εκπομπές. Στη συνέχεια εξετάζονται οι χρήσεις γης. Οι χρήσεις γης, στα ανθρωπογενή συστήματα, έχουν επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα. Η βιοποικιλότητα εξαρτάται από το είδος των χρήσεων γης και από την έκταση της περιοχής. Σε αυτή την κατηγορία επιπτώσεων λαμβάνονται υπόψη τόσο τα τοπικά όσο και τα περιφερειακά αποτελέσματα.

9. **Χρήση γης:** εξετάζεται η επίδραση είτε της μετατροπής των χρήσεων γης είτε της κατάληψης εδάφους. Οι απώλειες μετρούνται σε Potentially Disappeared Fraction (PDF)*m2*year/m2.

Σε σχέση με την εξόρυξη των πόρων, η βασική παραδοχή που γίνεται είναι ότι η ανθρωπότητα θα αντλεί πρώτα τους καλύτερους πόρους, αφήνοντας τους υποδεέστερους για αργότερα. Για τις μελλοντικές γενιές θα απαιτείται επιπλέον προσπάθεια για την εξόρυξη των πόρων του πλανήτη. Αυτή η επιπλέον προσπάθεια εκφράζεται ως «επιπλέον ενέργεια» (surplus energy).

10. **Ορυκτοί πόροι:** Οι απώλειες μετρούνται σε επιπλέον ενέργεια ανά kg ορυκτού ή μεταλλεύματος, ως αποτέλεσμα της χαμηλότερης ποιότητας των ορυκτών.

11. **Ορυκτά καύσιμα:** Οι απώλειες μετρούνται σε επιπλέον ενέργεια ανά MJ, kg ή m3 ορυκτού καυσίμου, ως αποτέλεσμα χαμηλότερης ποιότητας καυσίμων.

Οι αβεβαιότητες σε σχέση με τις παραπάνω κατηγορίες πηγάζουν τόσο από την αβεβαιότητα των μοντέλων (υποκειμενικές) όσο και από την αβεβαιότητα των δεδομένων (αντικειμενικές). Οι αβεβαιότητες στη μεθοδολογία Eco-indicator 99 δεν εκφράζονται ως κατανομές. Αντιθέτως, χρησιμοποιούνται τρία αρχέτυπα, δανεισμένα από την Κοινωνική Θεωρία:

1. Το αρχέτυπο της ισότητας
2. Το ιεραρχικό αρχέτυπο
3. Το ατομικιστικό αρχέτυπο

Τα χαρακτηριστικά του κάθε ενός αρχετύπου παρουσιάζονται στη συνέχεια:

Το αρχέτυπο της ισότητας (The egalitarian perspective)

Σε αυτή την επιλογή, η χρονική περίοδος εκτίμησης των επιπτώσεων είναι εξαιρετικά μακροχρόνια. Οι ουσίες λαμβάνονται υπόψη αν υπάρχει έστω και ένδειξη για τα αρνητικά αποτελέσματά τους. Π.χ. όλες οι ουσίες ύποπτες για καρκινογένεση των ομάδων 1, 2a, 2b και 3 της IARC συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς. Στην επιλογή αυτή, οι απώλειες είναι αναπόφευκτες και μπορεί να οδηγήσουν σε καταστροφικά αποτελέσματα. Τα ορυκτά καύσιμα δεν αντικαθίστανται. Στους υπολογισμούς για τα DALY δεν περιλαμβάνεται διόρθωση για την επίδραση της ηλικιακής δομής.

Το ιεραρχικό αρχέτυπο (The hierarchist perspective)

Σε αυτή την επιλογή, ο χρόνος εκτίμησης των επιπτώσεων είναι μεγάλος. Οι ουσίες λαμβάνονται υπόψη αν υπάρχει επιστημονική συναίνεση για τα αρνητικά αποτελέσματά τους. Έτσι, όλες οι ουσίες ύποπτες για καρκινογένεση των ομάδων 1, 2a και 2b της IARC συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς.

Οι απώλειες είναι δυνατόν να αποφευχθούν λαμβάνοντας τα κατάλληλα διαχειριστικά μέτρα. Τα ορυκτά καύσιμα δεν είναι εύκολο να αντικατασταθούν. Το αργό πετρέλαιο και το φυσικό αέριο αντικαθίστανται από αργιλικούς σχιστόλιθους (shale) ενώ το κάρβουνο αντικαθίσταται από καφέ άνθρακα. Στους υπολογισμούς για τα DALY δεν περιλαμβάνεται διόρθωση για την επίδραση της ηλικιακής δομής. Το ιεραρχικό αρχέτυπο είναι το προεπιλεγμένο (default) στη μεθοδολογία του Eco-indicator 99 καθώς οι παραδοχές του φαίνεται να είναι επιστημονικά και πολιτικά παραδεκτές.

Το ατομικιστικό αρχέτυπο (The individualist perspective)

Σε αυτή την εκδοχή, ο χρόνος των επιπτώσεων είναι εξαιρετικά περιορισμένος (100 χρόνια ή λιγότερο). Οι καρκινογόνες ουσίες συμπεριλαμβάνονται μόνο όταν υπάρχει πλήρης απόδειξη για το αποτέλεσμά τους. Έτσι λοιπόν, μόνο ουσίες της κλάσης 1 της IARC συμπεριλαμβάνονται στο μοντέλο. Οι απώλειες, σε αυτή την προσέγγιση πάντα, είναι αναστρέψιμες λόγω της τεχνολογικής και της οικονομικής ανάπτυξης. Η παραδοχή για τα ορυκτά καύσιμα είναι ότι δεν εξαντλούνται. Τέλος, στους υπολογισμούς για τα DALY περιλαμβάνεται διόρθωση για την επίδραση της ηλικιακής δομής.

3.6.2 Εκτίμηση των απωλειών στο Eco-indicator 99

- Απώλειες στην **ανθρώπινη υγεία**, οι οποίες εκφράζονται ως το άθροισμα των ετών ζωής που χάνονται συν των ετών που ζει κάποιος ασθενής. Αυτό το άθροισμα εκφράζεται ως DALYs (Disability Adjusted Life Years). Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται, επίσης, από την Παγκόσμια Τράπεζα και την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WHO).

- Απώλειες στην **ποιότητα του οικοσυστήματος**, οι οποίες εκφράζονται ως απώλειες ειδών σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή και κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου.

- Απώλειες στους **πόρους**, οι οποίες εκφράζονται ως η επιπλέον ενέργεια που απαιτείται για τις μελλοντικές εξορύξεις ορυκτών και ορυκτών καυσίμων.

3.6.3 Κανονικοποίηση στο Eco-indicator 99

Η κανονικοποίηση των δεδομένων γίνεται στο επίπεδο των 3 κατηγοριών απωλειών. Η κανονικοποίηση γίνεται με σημείο αναφοράς Ευρωπαϊκά δεδομένα του 1993 (ή μεταγενέστερα, όταν υπάρχουν). Η κανονικοποίηση (Normalization) των αποτελεσμάτων είναι το βήμα στο οποίο το συνολικό αποτέλεσμα ενός δείκτη κατηγορίας επίπτωσης κανονικοποιείται σε σχέση με μια τιμή αναφοράς (για παράδειγμα το μέσο ετήσιο περιβαλλοντικό φορτίο σε μια χώρα ή μια ήπειρο). Ο συνολικός δείκτης κατηγορίας επίπτωσης διαιρείται με την τιμή αναφοράς. Για παράδειγμα έστω ότι υπολογίζουμε τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη ζωική παραγωγή στην Ελλάδα ως το δείκτη της επίπτωσης «κλιματική αλλαγή». Αυτός ο αριθμός πρέπει να κανονικοποιηθεί διαιρώντας τον με τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα. Αυτό, μας επιτρέπει να βρούμε τη σχετική βαρύτητα των εκπομπών της ζωικής παραγωγής σε σχέση με τις συνολικές εκπομπές της Ελλάδας.

Ο στόχος της κανονικοποίησης είναι διπλός (Pennington et al., 2004):

- Να τοποθετήσει τα αποτελέσματα της εκτίμησης επιπτώσεων σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, και
- Να ρυθμίσει τα αποτελέσματα ώστε να έχουν κοινές διαστάσεις.

Το άθροισμα κάθε κατηγορίας επιπτώσεων διαιρείται με μια τιμή αναφοράς,

$$N_k = S_k / R_k$$

όπου: ο δείκτης Κ δηλώνει την κατηγορία επίπτωσης,

N *είναι ο δείκτης κανονικοποίησης,*
S *είναι το άθροισμα από τη φάση χαρακτηρισμού, και*
R *είναι η τιμή αναφοράς.*

Το σύστημα αναφοράς επιλέγεται χρησιμοποιώντας τα συνολικά αποτελέσματα δεικτών επιπτώσεων για μια συγκεκριμένη περιοχή, π.χ για μια χώρα, και για ένα συγκεκριμένο έτος (π.χ. οι συνολικές ετήσιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την Ελλάδα κατά το έτος 2008 εκφρασμένες σε ισοδύναμα CO2). Η τιμή αναφοράς αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο σύστημα αναφοράς. Τα συστήματα αναφοράς μπορεί να αντιστοιχούν είτε σε μια συγκεκριμένη χωρική κλίμακα (π.χ. οι συνολικές εκπομπές τροποσφαιρικού όζοντος στο Λεκανοπέδιο της Αττικής), ή χρονική κλίμακα (π.χ. οι συνολική παραγωγή στερεών αποβλήτων κατά το έτος 2008).

3.6.4 Στάθμιση στο Eco-indicator 99

Η στάθμιση των δεδομένων γίνεται επίσης σε επίπεδο απωλειών (3 κατηγορίες). Οι συντελεστές στάθμισης, όπως εξηγήθηκε και παραπάνω, είναι το προϊόν των απόψεων ενός πάνελ ειδικών. Κάθε ένα από τα τρία παραπάνω αρχέτυπα έχει το δικό του σετ συντελεστών στάθμισης.

4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΕΕ

4.1 Βιολογικά Απόβλητα

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η διαχείριση των αποβλήτων διέπεται ήδη από μεγάλο όγκο κανονιστικών ρυθμίσεων, υπάρχουν όμως ακόμη δυνατότητες περαιτέρω βελτίωσης της διαχείρισης ορισμένων κύριων ροών αποβλήτων.

Ως βιολογικά απόβλητα νοούνται τα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα κήπων και πάρκων, τα απορρίμματα τροφών και μαγειρείων νοικοκυριών, εστιατορίων, μονάδων εστίασης και καταστημάτων λιανικής πώλησης, και παρεμφερή απόβλητα εγκαταστάσεων επεξεργασίας τροφίμων. Στον ορισμό δεν περιλαμβάνονται τα δασικά ή γεωργικά κατάλοιπα, η κοπριά, η ιλύς επεξεργασίας λυμάτων ή άλλα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα όπως οι φυσικές ίνες, το χαρτί ή το κατεργασμένο ξύλο. Εξαιρούνται επίσης τα παραπροϊόντα της παραγωγής τροφίμων που δεν μετατρέπονται ποτέ σε απόβλητα [COM(2007)59].

Υπολογίζεται ότι στην ΕΕ παράγονται ετησίως 76,5-102 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων από τρόφιμα και κήπους που περιέχονται σε ανάμεικτα αστικά απορρίμματα και έως 37 εκατομμύρια τόνοι από τη βιομηχανία ειδών διατροφής και ποτών (Eurostat 2008). Τα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα είναι συνήθως υγρά απόβλητα που υφίστανται σήψη. Υπάρχουν δύο κύριες ροές τέτοιων αποβλήτων – τα πράσινα που προέρχονται από κήπους, πάρκα κ.α. και τα απόβλητα μαγειρείων. Τα πρώτα έχουν συνήθως 50-60% περιεκτικότητα σε νερό και περισσότερη ξυλώδη ουσία (λιγνοκυτταρίνη), ενώ τα δεύτερα δεν περιέχουν ξυλώδη ουσία αλλά νερό σε ποσοστό 80%.

Μεταξύ των λύσεων διαχείρισης των βιολογικών αποβλήτων, πέραν της πρόληψης στην πηγή τους, είναι η αποκομιδή (χωριστή ή μαζί με άλλα απόβλητα), η αναερόβια ζύμωση και η λιπασματοποίηση, η αποτέφρωση και η υγειονομική ταφή. Τα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη των διαφόρων μεθόδων επεξεργασίας εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις κατά τόπους συνθήκες, όπως είναι η πυκνότητα πληθυσμού, οι υποδομές και το κλίμα, καθώς και από τις αγορές των αντίστοιχων προϊόντων (ενέργεια και προϊόντα λιπασματοποίησης).

Σήμερα, εφαρμόζονται πολύ διαφορετικές εθνικές πολιτικές διαχείρισης των βιολογικών αποβλήτων, οι οποίες κυμαίνονται από ελάχιστα μέτρα σε ορισμένα κράτη μέλη έως φιλόδοξες πολιτικές σε άλλα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και σε παρεμπόδιση ή καθυστέρηση της πλήρους χρήσης προηγμένων τεχνικών διαχείρισης των βιολογικών αποβλήτων.

4.2 Υπάρχουσες Τεχνικές Διαχείρισης

4.2.1 Τα συστήματα χωριστής αποκομιδής

Τα συστήματα χωριστής αποκομιδής λειτουργούν με επιτυχία σε πολλές χώρες, και ιδίως η αποκομιδή των πράσινων αποβλήτων. Τα απορρίμματα των μαγειρείων συλλέγονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία πιο συχνά μαζί με τα ανάμεικτα αστικά απορρίμματα. Ανάμεσα στα οφέλη της χωριστής αποκομιδής είναι ότι τα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα δεν καταλήγουν στην υγειονομική ταφή, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η θερμογόνος αξία των ανάμεικτων αστικών απορριμμάτων που απομένουν και να παράγεται καθαρότερο κλάσμα βιολογικών αποβλήτων, το οποίο επιτρέπει την παραγωγή καλύτερης ποιότητας προϊόντος λιπασματοποίησης και διευκολύνει την παραγωγή βιοαερίου. Η χωριστή αποκομιδή βιολογικών αποβλήτων αναμένεται ότι θα διευκολύνει επίσης και άλλες μορφές ανακύκλωσης που πιθανόν θα εμφανισθούν στην αγορά στο εγγύς μέλλον (π.χ. παραγωγή χημικών ουσιών σε βιοδιυλιστήρια).

4.2.2 Η υγειονομική ταφή

Η υγειονομική ταφή αν και είναι η χειρότερη λύση με βάση την ιεράρχηση των αποβλήτων, εξακολουθεί να είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη μέθοδος διάθεσης των ανάμεικτων αστικών απορριμμάτων στην ΕΕ. Οι χώροι υγειονομικής ταφής πρέπει να κατασκευάζονται και να λειτουργούν σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία (Οδηγία 1999/31/ΕΚ) για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων (στεγανοποιημένα φράγματα, εξοπλισμός δέσμευσης μεθανίου), ώστε να αποφεύγονται οι ζημίες στο περιβάλλον από την παραγωγή μεθανίου και λυμάτων.

4.2.3 Αποτέφρωση

Τα βιολογικά απόβλητα συνήθως καίονται όταν είναι αναμεμειγμένα με ανάμεικτα αστικά απόβλητα. Ανάλογα με την ενεργειακή της απόδοση, η αποτέφρωση μπορεί να θεωρηθεί ως ενεργειακή ανάκτηση ή ως διάθεση. Επειδή η απόδοση της αποτέφρωσης είναι περιορισμένη λόγω των υγρών βιολογικών αποβλήτων, είναι σκόπιμο να αφαιρούνται αυτά από τα αστικά απόβλητα. Από την άλλη πλευρά, τα βιολογικά απόβλητα που υποβάλλονται σε αποτέφρωση θεωρούνται ως ουδέτερα ως προς τον άνθρακα «ανανεώσιμα» καύσιμα υπό την έννοια της οδηγίας για την ηλεκτροπαραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της οδηγίας που προτείνεται για την προώθηση της χρήσης της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας) (COM(2008)19).

4.2.4 Η βιολογική επεξεργασία

Η βιολογική επεξεργασία (συμπεριλαμβανομένης της λιπασματοποίησης και της αναερόβιας ζύμωσης) είναι δυνατόν να χαρακτηρισθεί ανακύκλωση όταν το προϊόν λιπασματοποίησης (ή το προϊόν ζύμωσης) αναμειγνύεται με το χώμα ή όταν χρησιμοποιείται για την παραγωγή μέσων καλλιέργειας. Στην αντίθετη περίπτωση, πρέπει να χαρακτηρίζεται προεπεξεργασία πριν την υγειονομική ταφή ή την αποτέφρωση. Επιπλέον, η αναερόβια ζύμωση (για την παραγωγή ενέργειας) πρέπει να εκλαμβάνεται ως ανάκτηση ενέργειας.

Η λιπασματοποίηση είναι η συνηθέστερη λύση βιολογικής επεξεργασίας (το 95% περίπου των συνήθων δραστηριοτήτων βιολογικής επεξεργασίας) (ORBIT/ECN, 2008). Αρμόζει περισσότερο για τα πράσινα απόβλητα και τα ξυλώδη υλικά. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι, από τις οποίες οι «κλειστές» είναι μεν οι πιο δαπανηρές αλλά απαιτούν λιγότερο χώρο και είναι ταχύτερες και αυστηρότερες από άποψη ελέγχου των εκπομπών που προέρχονται από τις αντίστοιχες διεργασίες (οσμές, βιοαερολύματα).

Η αναερόβια ζύμωση αρμόζει ειδικά για την επεξεργασία υγρών βιολογικών αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένου του λίπους (π.χ. απόβλητα μαγειρείων). Παράγει μείγμα αερίων (κυρίως μεθάνιο - 50 έως 75% - και διοξείδιο του άνθρακα) μέσα σε ελεγχόμενους αντιδραστήρες.

Το βιοαέριο μπορεί να περιορίσει τις εκπομπές θερμοκηπιακών αερίων σε αξιοσημείωτο βαθμό, εάν χρησιμοποιηθεί ως βιοκαύσιμο στις μεταφορές ή εάν διοχετευθεί απευθείας στο δίκτυο διανομής αερίου. Η χρήση του ως βιοκαύσιμο μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων, με αποτέλεσμα το βιοαέριο να έχει καθαρό πλεονέκτημα έναντι άλλων μεταφορικών καυσίμων.

Το υπόλειμμα της διεργασίας, τα προϊόντα ζύμωσης, μπορούν να λιπασματοποιηθούν και να χρησιμοποιηθούν για παρεμφερείς σκοπούς με το προϊόν λιπασματοποίησης, βελτιώνοντας έτσι τη συνολική ανάκτηση πόρων από τα απόβλητα.

Ακολούθως θα γίνει μια εκτενέστερη αναφορά και ανάλυση της βιολογικής επεξεργασίας και των μεθόδων που αυτή επιτυγχάνεται.

4.2.5 Η Μηχανική-Βιολογική Επεξεργασία (ΜΒΕ)

Η Μηχανική-Βιολογική Επεξεργασία (ΜΒΕ) συνίσταται σε τεχνικές που συνδυάζουν τη βιολογική επεξεργασία με τη μηχανική επεξεργασία (διαλογή). Στην παρούσα εργασία, ο όρος αφορά μόνον την προεπεξεργασία των ανάμεικτων αποβλήτων με σκοπό την παραγωγή είτε σταθερότερου προϊόντος με προορισμό την υγειονομική ταφή είτε προϊόντος με βελτιωμένες ιδιότητες καύσης. Ωστόσο, η Μηχανική-Βιολογική Επεξεργασία (ΜΒΕ) στην οποία χρησιμοποιείται αναερόβια ζύμωση παράγει βιοαέριο και, επομένως, μπορεί να είναι επίσης διαδικασία ανάκτησης ενέργειας. Τα καύσιμα απόβλητα που προκύπτουν από τη διεργασία μηχανική-βιολογική επεξεργασία είναι δυνατόν να υποβληθούν σε περαιτέρω αποτέφρωση λόγω του δυναμικού τους στην ανάκτηση ενέργειας.

Επειδή και η περίπτωση μελέτης που θα αξιολογήσουμε (Το ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων) είναι μία περίπτωση ΜΒΕ, παρακάτω θα αναλύσουμε εκτενέστερα αυτή την Τεχνική Διαχείρισης ώστε να υπάρχει μία πιο πληρέστερη εικόνα των τεχνικών αυτών.

5 MBT: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

5.1 Βασικές Αρχές και συνοπτική περιγραφή λειτουργίας

Η Μηχανική-Βιολογική Επεξεργασία (ΜΒΕ) δεν είναι μια σαφώς καθορισμένη μέθοδος επεξεργασίας, αλλά περισσότερο ένας γενικευμένος όρος που περιγράφει μια ευρεία ομάδα διεργασιών που συνδυάζονται με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους προκειμένου να διαχωρίσουν και να ανακτήσουν υλικά από τα ΑΣΑ. Πρόκειται δηλαδή για μια «οικογένεια» τεχνολογιών επεξεργασίας, που μπορεί να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους τόσο ως προς την πολυπλοκότητα, και συνεπώς το κόστος, όσο και ως προς τους τελικούς στόχους της επεξεργασίας. Η απόδοση των διαφορετικών συνδυασμών μπορεί να ποικίλει ευρέως και κάθε προσέγγιση προσφέρει έχει διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Κατά συνέπεια δεν υπάρχει συνδυασμός που να αποτελεί την «βέλτιστη λύση» αλλά κάποιοι συνδυασμοί μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο κατάλληλοι για συγκεκριμένες συνθήκες και έργα (DEFRA, 2005b, Archer et al. 2005a).

Οι εγκαταστάσεις ΜΒΕ συνδυάζουν μια ποικιλία μηχανικών και βιολογικών διεργασιών με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τα επιθυμητά προϊόντα και τους στόχους της επεξεργασίας. Οι μηχανικές διεργασίες χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση των ξηρών ανακυκλώσιμων και ενός ομογενοποιημένου στερεού καυσίμου (RDF - refuse derived fuel ή SRF - solid refuse fuel) ενώ οι βιολογικές για την απομάκρυνση της υγρασίας από τα απόβλητα (βιολογική ξήρανση), τη σταθεροποίηση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος και την παραγωγή (χαμηλής ποιότητας) κομπόστ και/ή βιοαερίου. Σε πολύ αδρές γραμμές η ΜΒΕ μπορεί να θεωρηθεί ως ένας συνδυασμός δύο μονάδων: ενός Κέντρου Διαλογής και Ανάκτησης Υλικών (ΚΔΑΥ) και μιας μονάδας βιολογικής επεξεργασίας. Οι κυριότερες διεργασίες που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν:

- Τεχνικές διάνοιξης σάκων (διατάξεις τύπου μεταλλικών ταινιών, κοχλία, χτενιού, λάμας, κλπ).
- Τεχνικές μείωσης του μεγέθους (κονιορτοποίηση και τεμαχισμός, σε τεμαχιστές, περιστρεφόμενα τύμπανα, κλπ).
- Τεχνικές διαχωρισμού (βάση μεγέθους, αεροδιαχωρισμού, βαλλιστικού διαχωρισμού και άλλες διεργασίες μηχανικής ταξινόμησης των αποβλήτων)
- Τεχνικές μαγνητικού διαχωρισμού για το διαχωρισμό των σιδηρούχων μετάλλων και επαγωγικών ρευμάτων, για το αλουμίνιο.
- Βιολογική ξήρανση.
- Κομποστοποίηση του εμπλουτισμένου οργανικού κλάσματος.

- Αναερόβια χώνευση.

Το κοινό στοιχείο όλων των μονάδων ΜΒΕ είναι ότι χρησιμοποιούν διεργασίες μηχανικού διαχωρισμού για να διαχωρίσουν σύμμεικτα απόβλητα σε διαφορετικά ρεύματα και να ανακτήσουν κάποια ξηρά ανακυκλώσιμα. Επιπλέον, ανάλογα με το σχεδιασμό τους έχουν έναν ή περισσότερους από τους ακόλουθους στόχους:

- Να σταθεροποιήσουν επαρκώς το βιοαποδομήσιμο κλάσμα, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό επικάλυψης σε ΧΥΤΑ ή να ταφεί χωρίς να θεωρείται ως βιοαποδομήσιμο απόβλητο για τους στόχους της Οδηγίας για την Υγειονομική Ταφή.

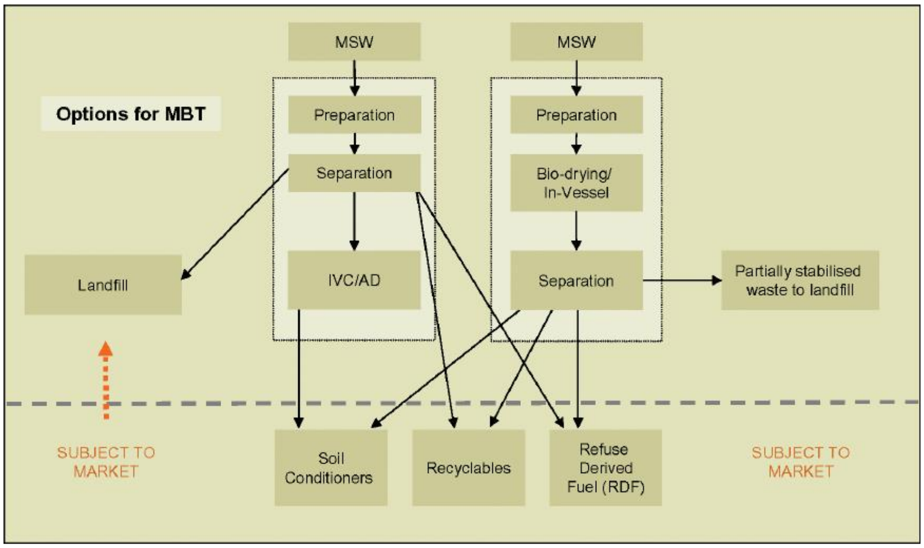
- Να παράγουν ένα εμπλουτισμένο οργανικό κλάσμα για κομποστοποίηση ή αναερόβια χώνευση. Το παραγόμενο υπόστρωμα σε αυτή την περίπτωση είναι χαμηλής ποιότητας και περιορισμένης χρήσης (π.χ. υλικό κάλυψης σε ΧΥΤΑ ή για αποκατάσταση λατομείων, ορυχείων κλπ.).

- Να παράγουν ένα διαχωρισμένο, σχετικά ομογενοποιημένο κλάσμα υψηλής θερμογόνου δύναμης, το οποίο αποτελείται κυρίως από χαρτί, πλαστικά και άλλα καύσιμα υλικά (RDF ή SRF), προς αξιοποίηση σε ειδική εγκατάσταση καύσης με ανάκτηση ενέργειας ή σε υπάρχοντες βιομηχανικούς καυστήρες (π.χ. τσιμεντοβιομηχανία).

Το βιολογικό τμήμα της επεξεργασίας της ΜΒΕ μπορεί να λάβει χώρα πριν ή μετά τη μηχανική διαλογή, όπως παρουσιάζεται σχηματικά στο Διάγραμμα 5-1. Καθεμιά από αυτές τις δύο προσεγγίσεις παρουσιάζει διαφορετικά πλεονεκτήματα, ενώ επιτυχημένες εφαρμογές έχουν και οι δύο.

5.2 Συστήματα και Τεχνολογίες ΜΒΕ

Η ΜΒΕ μπορεί να διακριθεί σε ένα τμήμα μηχανικής επεξεργασίας, που απαρτίζεται από τεχνολογίες προετοιμασίας και διαχωρισμού των αποβλήτων και ένα τμήμα βιολογικής επεξεργασίας, αερόβιας ή αναερόβιας (Διάγραμμα 5-1). Οι κυριότερες τεχνολογίες προετοιμασίας και διαχωρισμού αποβλήτων παρουσιάζονται συνοπτικά ακολούθως, για λόγους πληρότητας της μελέτης, καθώς πρόκειται για ένα πολύ τεχνικό θέμα που αποτελεί αντικείμενο μελέτης και επιλογής συγκεκριμένων έργων και όχι στρατηγικών επιλογών.



Διάγραμμα 5-1: Σχηματική αναπαράσταση των βασικών επιλογών διαμόρφωσης ενός Συστήματος ΜΒΕ (Defra 2005b)

5.3 Βιολογική Επεξεργασία -Composting

5.3.1 Εισαγωγή

Το παρόν κείμενο περιγράφει τις μεθόδους βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων. Οι μέθοδοι αυτοί εφαρμόζονται σε απόβλητα που επιδέχονται τέτοιου είδους επεξεργασία, δηλαδή σε οργανικά, βιοαποδομήσιμα απόβλητα που περιλαμβάνουν μια μεγάλη ποικιλία αγροτικών αποβλήτων και υπολειμμάτων, στερεά απόβλητα και ιλύες από βιομηχανίες τροφίμων, την ιλύ των βιολογικών καθαρισμών αστικών λυμάτων καθώς και το βιοαποδομήσιμο κλάσμα των αστικών αποβλήτων (ΒΑΑ). Το τελευταίο, το οποίο συνήθως περιλαμβάνει τα υπολείμματα κουζίνας και το χαρτί, υπόκειται στους περιορισμούς της Οδηγίας για την Υγειονομική Ταφή (99/31/ΕΕ, αντίστοιχη ελληνική ΚΥΑ Η.Π. 290407/3508), που επιβάλουν τη σταδιακή εκτροπή του από τη διάθεση σε ΧΥΤΑ, από το 2010 έως το 2020 για την Ελλάδα.

5.3.2 Περιγραφή της Μεθόδου

Οι μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας βασίζονται στην ελεγχόμενη ανάπτυξη και δράση των μικροοργανισμών, οι οποίοι επεξεργάζονται τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα. Σκοπός της βιολογικής επεξεργασίας είναι η εξασφάλιση των κατάλληλων συνθηκών εντός της εγκατάστασης οι οποίες θα ευνοούν το μέγιστο δυνατό ρυθμό αναπαραγωγής των μικροοργανισμών και διάσπασης των αποβλήτων.

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

- Το βιοαποδομήσιμο κλάσμα μετά από διαλογή στην πηγή, το οποίο μετά από μια αερόβια φάση βιοσταθεροποίησης μπορεί να χαρακτηριστεί ως «κομπόστ» και χαρακτηρίζεται από υψηλή ποιότητα, χαμηλές συγκεντρώσεις ρύπων και πολλές διεξόδους αξιοποίησης (π.χ. ως εδαφοβελτιωτικό), και

- Ένα εμπλουτισμένο σε βιοαποδομήσιμα υλικά κλάσμα, που προέρχεται από εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής. Δεδομένου ότι η μηχανική διαλογή (δηλαδή οι μηχανικοί διαχωρισμοί με χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού όπως κόσκινα, μαγνήτες, κ.λπ.), εφαρμόζεται σε σύμμεικτα απορρίμματα όπως αυτά έρχονται με τα απορριμματοφόρα, η ποιότητα του εμπλουτισμένου αυτού κλάσματος και κατ' επέκταση του προϊόντος μετά τη βιολογική επεξεργασία, εξαρτάται από τις επιμέρους διεργασίες της μηχανικής διαλογής. Σε κάθε περίπτωση όμως η ποιότητα του τελικού προϊόντος είναι πολύ χαμηλότερη από αυτή του κομπόστ που περιγράφηκε παραπάνω, γι' αυτό και συνήθως αναφέρεται ως υλικό «τύπου κομπόστ» (CLO-Compost Like Output).

Οι **βασικές μορφές βιολογικής επεξεργασίας** των οργανικών βιοαποδομήσιμων αποβλήτων είναι οι ακόλουθες:

- η αερόβια επεξεργασία (κομποστοποίηση ή βιολογική ξήρανση) και

- η αναερόβια χώνευση.

Η **κομποστοποίηση** οδηγεί στην παραγωγή ενός σταθεροποιημένου υλικού (κομπόστ υψηλής ποιότητας ή υλικό τύπου κομπόστ), η **βιολογική ξήρανση** στην παραγωγή δευτερογενούς καυσίμου εμπλουτισμένου σε βιοαποδομήσιμα υλικά και υψηλής θερμογόνου δύναμης, ενώ η **αναερόβια χώνευση** στην παραγωγή ενέργειας (βιοαέριο) και ενός σχετικά σταθεροποιημένου, υδαρούς υπολείμματος.

Το υπόλειμμα της αναερόβιας χώνευσης μοιάζει με λάσπη και απαιτεί αφαίρεση υγρασίας και περαιτέρω αερόβια σταθεροποίηση ώστε να μετατραπεί επίσης σε υλικό «τύπου κομπόστ» και να έχει ανάλογες χρήσεις (**σημείωση**: *όταν η αναερόβια χώνευση εφαρμόζεται σε οργανικά από διαλογή στην πηγή μπορεί επίσης να οδηγήσει σε κομπόστ καλής ποιότητας μέσω του δρόμου: αναερόβια χώνευση - παραγωγή βιοαερίου & υπολείμματος - αφαίρεση υγρασίας από το υπόλειμμα - αερόβια σταθεροποίηση υπολείμματος*).

5.3.3 Προεπεξεργασία ΑΣΑ

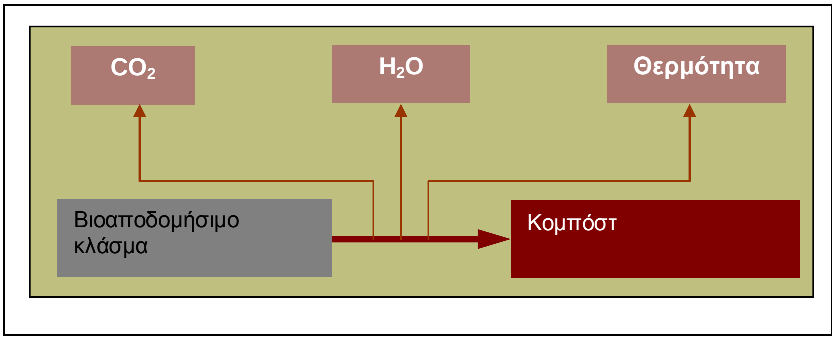
Πριν την είσοδό τους στην βιολογική επεξεργασία, τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) πρέπει να υποβληθούν σε προεπεξεργασία που βασίζεται κυρίως σε μηχανικές μεθόδους. Η μέθοδος της προεπεξεργασίας των εισερχόμενων αποβλήτων, που επιλέγεται κάθε φορά, εξαρτάται από το είδος και την καθαρότητα των αποβλήτων. Στην περίπτωση των ΑΣΑ, οι απαιτούμενες διεργασίες είναι άμεσα συνδεδεμένες με το σύστημα αποκομιδής τους. Σε περίπτωση αποκομιδής σύμμεικτων ΑΣΑ, απαιτούνται πολύπλοκες εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής, για τον διαχωρισμό των ΑΣΑ κατά είδος, με τη βοήθεια μηχανικών και φυσικών μεθόδων. Τέτοια συστήματα απαιτούν προηγμένη τεχνολογία και σημαντική επένδυση. Η απόδοση των συστημάτων αυτών είναι περιορισμένη αλλά συνεισφέρουν σημαντικά στην επίτευξη των στόχων της Οδηγίας για την υγειονομική ταφή με έναν ευέλικτο και συχνά ανταγωνιστικό οικονομικά και περιβαλλοντικά τρόπο, ανάλογα με τις τοπικές περιστάσεις.

Στην περίπτωση που το οργανικό κλάσμα των ΑΣΑ συλλέγεται χωριστά, με διαλογή στην πηγή (**ΔσΠ**), απαιτείται πάλι μια προεπεξεργασία, ο βαθμός της οποίας εξαρτάται από την καθαρότητα του συλλεγόμενου υλικού και κατά συνέπεια, από την ενεργό συμμετοχή των πολιτών στο πρόγραμμα χωριστής διαλογής. Στην περίπτωση που εφαρμόζεται κάποιο πρόγραμμα διαλογής στην πηγή για άλλο ρεύμα των ΑΣΑ (π.χ. υλικά συσκευασίας), η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ότι δεν παρατηρείται αξιόλογη βελτίωση στην ποιότητα του οργανικού κλάσματος και έτσι απαιτούνται περίπου οι ίδιες πολύπλοκες εγκαταστάσεις προεπεξεργασίας όπως και στην περίπτωση συλλογής σύμμεικτων αποβλήτων.

5.4 Αερόβια Επεξεργασία (Κομποστοποίηση)

Κατά την αερόβια επεξεργασία, τα ΒΑΑ αποδομούνται σε διοξείδιο του άνθρακα (CO2), νερό (H2O) και θερμότητα μέσω της διαδικασίας μικροβιακής αναπνοής παρουσία οξυγόνου. Το τελικό προϊόν είναι ένα σταθεροποιημένο στερεό υλικό, το κομπόστ.

Η μικροβιολογικές διαδικασίες λαμβάνουν χώρα σε μικρό σχετικά διάστημα (2-8 εβδομάδες). Το παραγόμενο «φρέσκο» κομπόστ, υποβάλλεται σε μια μεγάλη περίοδο χουμοποίησης και ωριμάζει. Η διαδικασία ωρίμανσης διαρκεί 3-6 μήνες. Το "ώριμο κομπόστ" είναι χρήσιμο υλικό για την παρασκευή τεχνητού υποστρώματος που έρχεται σε επαφή με τις ρίζες μεταφυτευμένων φυτών. Υγειονομικά είναι ασφαλές και η χρησιμότητα του στα φυτώρια, για την καλλιέργεια λουλουδιών και την εντατική καλλιέργεια και μπορεί να συγκριθεί μόνο μ' αυτήν του φυσικού χούμου.



Διάγραμμα 5-2: Διαδικασία κομποστοποίησης μέσω αερόβιας επεξεργασίας

Από τη στιγμή που η βιολογική επεξεργασία βασίζεται στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών που θα συμβάλλουν στην βιοδιάσπαση των αποβλήτων, είναι προφανές ότι δεν υπάρχουν συστήματα που να επιτυγχάνουν την επεξεργασία των απορριμμάτων σε μικρό χρονικό διάστημα (2-3 ημέρες). Τέτοια συστήματα μπορούν να προσφέρουν μια εντατική προεπεξεργασία η οποία θα ακολουθηθεί από μια πιο εκτεταμένη περίοδο κύριας επεξεργασίας, με τεχνολογίες σχετικά χαμηλότερου κόστους

Οι πιο σημαντικοί **παράμετροι που επηρεάζουν** την πορεία της κομποστοποίησης είναι οι ακόλουθοι:

α) Θερμοκρασία: όπως προαναφέρθηκε η δράση των μικροοργανισμών προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας. Αν δεν γίνεται συνεχής έλεγχος της θερμοκρασίας, αυτή μπορεί να ξεπεράσει τους 75oC, προκαλώντας αδρανοποίηση ή και θερμικό θάνατό των μικροοργανισμών. Γενικά, στα κεντρικά συστήματα κομποστοποίησης, η θερμοκρασία ελέγχεται ώστε να παραμένει πάνω από τους 55 oC και συχνά πάνω από τους 65 oC για τρεις τουλάχιστον ημέρες. Αυτό έχει ως συνέπεια την εξαφάνιση των παθογόνων μικροοργανισμών και την εξυγίανση του προϊόντος.

β) Αναλογία θρεπτικών συστατικών: Για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και την επίτευξη του βέλτιστου βαθμού βιοσταθεροποίησης, είναι απαραίτητο να υπάρχουν τα θρεπτικά συστατικά στις κατάλληλες αναλογίες. Τα βακτήρια χρησιμοποιούν τον άνθρακα (C) ως πηγή ενέργειας και το άζωτο (N) για την ανάπτυξή τους. Έτσι η αναλογία C/N είναι σε μεγάλο βαθμό καθοριστικός του ρυθμού της όλης διαδικασίας.

Το οργανικό κλάσμα των ΑΣΑ έχει συνήθως λόγο C/N κυμαινόμενο από 20:1 μέχρι 60:1 (μεγάλος λόγος σημαίνει π.χ. αυξημένη ποσότητα χαρτιού που προσφέρει C, έναντι υπολειμμάτων τροφών που προσφέρουν N). Για την επίτευξη του καλύτερου ρυθμού βιοαποδόμησης, ο λόγος C/N πρέπει να κυμαίνεται από 25:1 μέχρι 35:1. Στην περίπτωση που το κλάσμα C/N είναι μεγαλύτερο του 35:1 αυξάνεται σημαντικά ο χρόνος επεξεργασίας αφού η αποσύνθεση προχωράει με αργό ρυθμό. Αν το αρχικό οργανικό υλικό παρουσιάζει τιμές C/N πάρα πολύ χαμηλές ευνοούνται απώλειες αζώτου με άμεση επίπτωση στο ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών. Όταν το κλάσμα C/N είναι υψηλό, ευνοείται η προσθήκη ιλύος από βιολογικούς καθαρισμούς που έχουν χαμηλό κλάσμα C/N, ενώ στην αντίθετη περίπτωση -χαμηλού κλάσματος C/N- ενδείκνυται η προσθήκη πράσινων αποβλήτων που έχουν υψηλά επίπεδα άνθρακα.

Το κλάσμα C/N παίζει σημαντικό ρόλο και στο τελικό προϊόν (κομπόστ). Το κλάσμα αυτό πρέπει να είναι μικρότερο από 30:1 γιατί υπάρχει ο κίνδυνος συνέχειας της αποδόμησης του οργανικού υλικού κατά τη χρησιμοποίηση του κομπόστ και την απορρόφηση ποσοτήτων αζώτου από το έδαφος για το οποίο αποτελεί πολύτιμο στοιχείο.

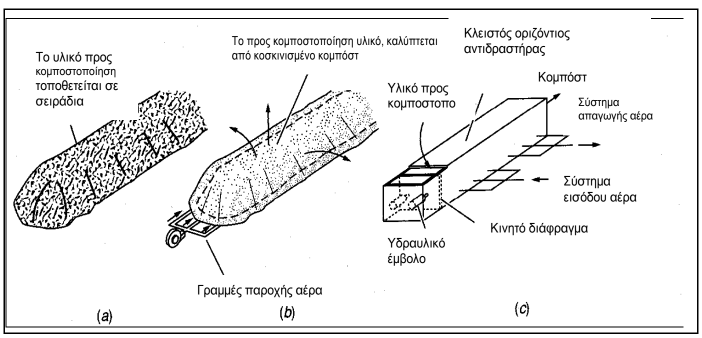
γ) Αερισμός − Παροχή οξυγόνου: Σημαντικότατος παράγοντας για την επιτυχία της διαδικασίας της κομποστοποίησης αποτελεί το επίπεδο του οξυγόνου στο οργανικό υλικό. Το οξυγόνο είναι απαραίτητο για το μεταβολισμό και τη μικροβιακή αναπνοή καθώς και για την οξείδωση των οργανικών ενώσεων. Για το λόγο αυτό στις μονάδες βιολογικής επεξεργασίας προβλέπεται εγκατάσταση αερισμού της οργανικής μάζας, ο οποίος από τη μία εξασφαλίζει την παρουσία του οξυγόνου, ενώ από την άλλη αποτελεί και μέσο διατήρησης της θερμοκρασίας σε επιθυμητά επίπεδα.

Τα συστήματα αερόβιας επεξεργασίας αποβλήτων διαχωρίζονται σε ανοικτά και κλειστά (βλ. Πίνακα 5-1). Στα ανοιχτά συστήματα η κομποστοποίηση λαμβάνει χώρα στην ύπαιθρο ή σε ημίκλειστα κτίρια. Στα κλειστά συστήματα η κομποστοποίηση λαμβάνει χώρα σε ειδικά σχεδιασμένους βιοαντιδραστήρες ή σε κλειστά κτίρια, απ’ όπου είναι εφικτή η απαγωγή και επεξεργασία του αέρα και των οσμών, οι οποίες αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για πολλές μονάδες κομποστοποίησης, ειδικά όταν είναι εγκατεστημένες κοντά σε κατοικημένες περιοχές.

Πίνακας 5-1: Τύποι συστημάτων αερόβιας επεξεργασίας

ΚΛΕΙΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (βιοαντιδραστήρες και κλειστά κτίρια)	ΑΝΟΙΚΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (σειράδια)
5.4.1.1 Κάθετοι αντιδραστήρες - συνεχούς ροής - ασυνεχούς ροής *5.4.1.2 Οριζόντιοι αντιδραστήρες* - στατικοί - με κίνηση του υλικού	Αναδευόμενοι σωροί (windrows) Στατικοί σωροί (aerated static piles – ASP) • με απορρόφηση αέρα • με εμφύσηση αέρα • με μεταβαλλόμενο αερισμό (απορρόφηση και εμφύσηση) • με εμφύσηση ή/και απορρόφηση αέρα σε συνδυασμό με έλεγχο θερμοκρασίας

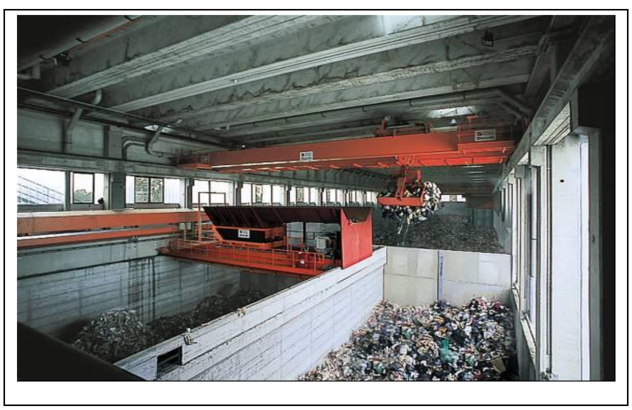
Αν το βιοαποδομήσιμο κλάσμα προέρχεται από μηχανική διαλογή σύμμεικτων Α.Σ.Α. χρησιμοποιούνται κλειστά συστήματα για τον καλύτερο έλεγχο της διεργασίας και την αποφυγή έκλυσης οσμών



Εικόνα 5-1: Απλουστευμένη σχηματική αναπαράσταση των τριών βασικών συστημάτων κομποστοποίησης: (a) αναδευόμενα σειράδια, (b) αεριζόμενοι στατικοί σωροί, (c) κλειστά συστήματα

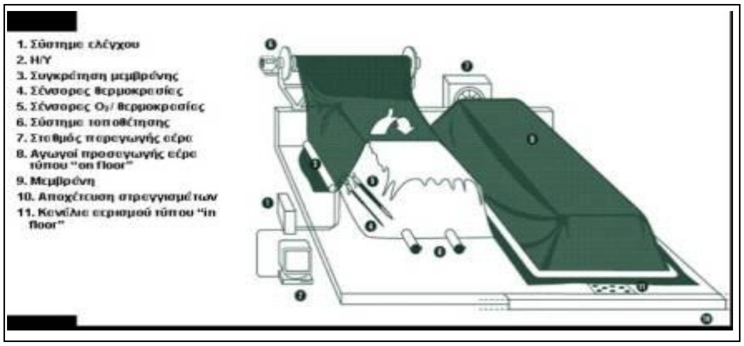
Εναλλακτική τεχνική της αερόβιας κομποστοποίησης είναι η αερόβια ξήρανση. Με τη μέθοδο αυτή το νερό που βρίσκεται στα απόβλητα απομακρύνεται σε μικρό χρονικό διάστημα με την ανάπτυξη βιοθερμικής ενέργειας. Η πιο σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την εφαρμογή της μεθόδου είναι ο βαθμός ομογενοποίησης των αποβλήτων που εισέρχονται στους ξηραντήρες. Οι ξηραντήρες είναι συνήθως είτε κλειστές δεξαμενές εντός βιομηχανικών κτιρίων είτε κουτιά ορθογώνιου σχήματος (bio-boxes) τα οποία είναι αεροστεγώς κλειστά ώστε να αποφεύγονται οι εκπομπές οσμών και άλλων αερίων.

Εικόνα 5-2: Κουτιά Βιοξύρανσης



Εικόνα 5-3: Βιολογική Ξήρανση σε Δεξαμενή εντός κλειστού κτιρίου

Τα απόβλητα παραμένουν στους ξηραντήρες για 5 – 14 ημέρες σε αερόβιες συνθήκες. Ο αέρας παρέχεται από τον πυθμένα των κουτιών και ανακυκλοφορείται μέχρι η τιμή του CO_2 να ανεβεί σε υψηλά επίπεδα. Στη συνέχεια τα απαέρια οδηγούνται σε βιόφιλτρα ή σε σύστημα αναγεννητικής θερμικής οξείδωσης (regenerative thermal oxidation - RTO) ώστε οι εκπομπές οργανικών ουσιών να οξειδωθούν και να μετατραπούν σε CO_2 και ατμό.



Εικόνα 5-4: Βιολογική Ξήρανση σε καλυμμένους σωρούς

Εναλλακτικά και για μικρές ποσότητες αποβλήτων, η ξήρανση μπορεί να λαμβάνει χώρα σε σωρούς, οι οποίοι είναι καλυμμένοι με ειδική μεμβράνη. Η μεμβράνη αυτή είναι κατασκευασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει την έξοδο του παραγόμενου $CO2$ και των υδρατμών, αλλά να αποτρέπει την έξοδο των οσμών. Η μεμβράνη επιπρόσθετα δεν επιτρέπει την είσοδο όμβριων στο σωρό. Το οξυγόνο παρέχεται από κατάλληλα συστήματα φυσητήρων και με κατάλληλο σύστημα διάτρητων σωλήνων εξασφαλίζεται η διασπορά του σε όλη την μάζα των απορριμμάτων. Οι αγωγοί μπορούν να τοποθετηθούν με δύο τρόπους: είτε με χρήση διάτρητου δαπέδου (in floor pipes) είτε με την τοποθέτηση πλέγματος αγωγών πάνω στην επιφάνεια τοποθέτησης του σωρού (on floor pipes)

Η βιολογική ξήρανση μπορεί να λάβει χώρα είτε πριν είτε μετά την μηχανική επεξεργασία. Συνήθως συνοδεύεται από μηχανική ανάκτηση μετάλλων.

Το τελικό προϊόν της επεξεργασίας είναι ένα σταθεροποιημένο υλικό, το οποίο ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δευτερογενές καύσιμο ή να οδηγηθεί σε ταφή καλύπτοντας τις απαιτήσεις της ΚΥΑ 29407/3508 για την υγειονομική ταφή

5.5 Αερόβια επεξεργασία (Διύλιση)

Με τη διύλιση (percolation) το οργανικό κλάσμα τω αποβλήτων «ξεπλένεται» με τη χρήση νερού. Η διύλιση επιτυγχάνει:

- Τη μείωση των εκπομπών οσμών
- Τη μείωση της μάζας των οργανικών αποβλήτων
- Τη διευκόλυνση της ανάκτησης ενέργειας
- Το «ξέπλυμα» των ρυπαντών οι οποίοι μπορεί να δυσχεραίνουν τη βιοαποδόμηση
- Την ομογενοποίηση των αποβλήτων

Εικόνα 5-5: Εσωτερικό δεξαμενής διύλισης

Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, τα απόβλητα ξεπλένονται με νερό θερμοκρασίας περίπου 37oC για 2 - 7 ημέρες. Τα διαλυόμενα οργανικά και ανόργανα υλικά διαχωρίζονται αφού πλέον βρίσκονται σε υγρή φάση. Συνήθως, για τη διευκόλυνση της μεταφοράς μάζας μεταξύ στερεάς και υγρής φάσης τα απόβλητα ανακατεύονται.

Η υγρή φάση, μετά από επεξεργασία (καθίζηση) οδηγείται προς αναερόβια επεξεργασία για την παραγωγή βιοαερίου.

Τα στερεά υπολείμματα, τα οποία περιέχουν σημαντική ποσότητα οργανικών, υπόκεινται σε κάποια από τις βιολογικές επεξεργασίες που έχουν αναφερθεί παραπάνω.

5.6 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Αερόβιας Επεξεργασίας

Τα κυριότερα περιβαλλοντικά θέματα που σχετίζονται με την κομποστοποίηση αφορούν στις αέριες εκπομπές, συμπεριλαμβανομένων των οσμών, κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης, την πιθανή ρύπανση των υδάτων από τα στραγγίσματα της διεργασίας, τη ρύπανση του εδάφους κατά τη χρήση του κομπόστ, το θόρυβο, τη διάδοση παθογόνων μικροοργανισμών και την κατανάλωση ενέργειας (EA, 2002a,b, Lasaridi et al., 2006, Imppola et al., 2004, McDougall et al., 2001).

5.6.1 Επιπτώσεις στον αέρα

Οι αέριες εκπομπές της αερόβιας επεξεργασίας έχουν σχέση με τον τύπο της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται, με τα ανοικτά συστήματα να παρουσιάζουν περισσότερες εκπομπές, που δεν είναι εύκολο να ελεγχθούν. Τα κυριότερα προβλήματα εστιάζονται στις εκπομπές βιο-αερολυμάτων, πτητικών οργανικών ενώσεων, οσμών και σκόνης.

Τα βιο-αερολύματα είναι αιωρούμενα στον αέρα σωματίδια, βιολογικής προέλευσης και αποτελούνται από ζωντανούς ή νεκρούς μικρο-οργανισμούς, ή τμήματά τους ή σπόρια που αυτοί παράγουν. Βιο-αερολύματα παράγονται από όλες τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων και μπορούν να προκαλέσουν αλλεργίες ή και ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος, κυρίως στους εργαζόμενους. Οι εκπομπές βιο-αερολυμάτων είναι πιο έντονες κατά τη φάση αναστροφής των σειραδιών σε ανοικτά ή στεγαζόμενα συστήματα και είναι σημαντικά χαμηλότερες όταν χρησιμοποιούνται συστήματα βιοαντιδραστήρων.

Οι οσμές είναι το πρόβλημα που προκαλεί τις περισσότερες διαμαρτυρίες για τις ανοικτές εγκαταστάσεις κομποστοποίησης, ενώ δεν είναι λίγες οι μονάδες που αναγκάστηκαν σε προσωρινή ή και μόνιμη παύση λειτουργίας λόγω των οσμών, ειδικά όταν είναι εγκατεστημένες κοντά σε κατοικημένες περιοχές. Οι οσμές μπορούν να περιοριστούν με πρακτικές καλού χειρισμού της διεργασίας, έτσι ώστε να μην αναπτύσσονται έντονες αναερόβιες συνθήκες στη μάζα του υλικού (η αναερόβια αποδόμηση δημιουργεί πολύ εντονότερες οσμές από την αερόβια). Ωστόσο, ακόμη και στην καλύτερα διαχειριζόμενη διεργασία κομποστοποίησης σε ανοιχτούς χώρους, κατά διαστήματα παράγονται έντονες οσμές, οι οποίες, σε κάποιες τεχνολογίες δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν ικανοποιητικά (π.χ. κατά την αναστροφή ανοικτών σειραδιών). Αντίθετα, τα κλειστά συστήματα κομποστοποίησης, βιολογικής ξήρανσης ή διύλισης, όπως και οι στατικοί αεριζόμενοι σωροί με απορρόφηση αέρα, επιτρέπουν τη χρήση συστημάτων για την επεξεργασία των οσμών από τα απαέρια της διεργασίας με χρήση βιόφιλτρων, αναγεννητικής θερμικής οξείδωσης ή φυσικοχημικών επεξεργασιών.

5.6.2 Επιπτώσεις στα νερά

Η απορροή του νερού της βροχής σε ανοικτά συστήματα καθώς και τα στραγγίσματα που πιθανόν να δημιουργηθούν κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης μπορούν να ρυπάνουν επιφανειακά και υπόγεια νερά, αν διαφύγουν στο περιβάλλον χωρίς επεξεργασία. Ωστόσο, το πρόβλημα δεν είναι σημαντικό και μπορεί να αντιμετωπιστεί με απλά μέτρα κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία της εγκατάστασης. Πιο συγκεκριμένα, τα στραγγίσματα που παράγονται – συνήθως σε περιορισμένες ποσότητες – μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαβροχή των αποβλήτων στα διάφορα στάδια της διεργασίας όπου απαιτείται προσθήκη νερού, για την αποφυγή της πρώιμης ξήρανσης του υλικού και τη συνεπαγόμενη παρεμπόδιση των βιολογικών διεργασιών. Όλες οι εγκαταστάσεις αερόβιας επεξεργασίας (με εξαίρεση πολύ μικρές μονάδες επεξεργασίας πράσινων αποβλήτων) θα πρέπει να διαθέτουν μια αδιαπέρατη επιφάνεια, από σκυρόδεμα ή άσφαλτο, πάνω στην οποία εκτελείται η επεξεργασία (ιδιαίτερα σε ανοιχτούς χώρους). Η επιφάνεια αυτή θα πρέπει να διαθέτει κατάλληλη κλίση και συστήματα για τη συλλογή των στραγγισμάτων και της απορροής, τα οποία θα πρέπει κατόπιν να υφίστανται κατάλληλη επεξεργασία (συμπεριλαμβανομένης της επαναχρησιμοποίησης τους για διαβροχή των αποβλήτων).

5.6.3 Επιπτώσεις στο έδαφος

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της αερόβιας επεξεργασίας στο έδαφος έχουν σχέση με την εφαρμογή και τη σύσταση του παραγόμενου κομπόστ. Τόσο στη νομοθεσία των κρατών-μελών της ΕΕ, όσο και στην θεματική στρατηγική της ΕΕ για το έδαφος, προβλέπονται κάποια ανώτατα επιτρεπτά όρια για ανεπιθύμητες ουσίες όπως τα βαρέα μέταλλα, κάποιες οργανικές ενώσεις και ξένες προσμίξεις όπως το γυαλί και το πλαστικό, καθώς και κατώτατα όρια για κάποια επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως η οργανική ουσία. Η απουσία ενιαίων προδιαγραφών σε επίπεδο ΕΕ αποτελεί σημαντικό πρόβλημα το οποίο αναμένεται να λυθεί σύντομα αφού συζητείται στην ΕΕ μια νέα πρόταση Οδηγίας για την ποιότητα του παραγόμενου κομπόστ.

Η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων και λοιπών προσμίξεων στο κομπόστ εξαρτάται από την «καθαρότητα» του αρχικού υλικού της επεξεργασίας και δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα από τη διαδικασία της βιολογικής επεξεργασίας που θα ακολουθηθεί. Για παράδειγμα, το κομπόστ που παράγεται από πράσινα απόβλητα έχει συνήθως πολύ χαμηλές προσμείξεις και ρύπους, ενώ χαμηλές είναι και οι συγκεντρώσεις στο κομπόστ που παράγεται με διαλογή στην πηγή του ΒΑΑ των ΑΣΑ. Αντίθετα, το «κομπόστ» που παράγεται από το εμπλουτισμένο οργανικό κλάσμα που λαμβάνεται μετά από Μηχανική – Βιολογική Επεξεργασία (ΜΒΕ) είναι περισσότερο επιβαρυμένο και σε αρκετές χώρες η χρήση του περιορίζεται σε αποκατάσταση χώρων και ως υλικό επικάλυψης σε ΧΥΤΑ. Είναι γενικά πλέον παραδεκτό ότι υψηλής ποιότητας κομπόστ από ΑΣΑ, που να ικανοποιεί τις όλο και αυστηρότερες προδιαγραφές για αγρονομικές χρήσεις μπορεί να παραχθεί μόνο μέσα από συστήματα χωριστής διαλογής του οργανικού κλάσματος στην πηγή.

5.6.4 Επιπτώσεις στο ακουστικό περιβάλλον

Ο θόρυβος στις εγκαταστάσεις αερόβιας επεξεργασίας παράγεται κυρίως από τους εγκατεστημένους τεμαχιστές και από το σήμα οπισθοχώρησης του κινητού εξοπλισμού. Ο θόρυβος από τους τεμαχιστές μπορεί να φτάσει τα 90 dB, επίπεδο που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα σε ανοικτά συστήματα, μπορεί όμως να αντιμετωπιστεί με κατάλληλη χωροθέτηση του τεμαχιστή στην εγκατάσταση και χρήση των σειραδιών ως ηχοπετασμάτων. Το προειδοποιητικό σήμα οπισθοκίνησης για τους φορτωτές συνδέεται άμεσα με την υγιεινή και ασφάλεια της εργασίας στο χώρο και δεν πρέπει να αδρανοποιείται, μπορούν όμως να επιλεχθούν λιγότερο ενοχλητικοί ήχοι.

5.6.5 Κόστος Αερόβιας Επεξεργασίας

Το κόστος κατασκευής και λειτουργίας μιας μονάδας αερόβιας επεξεργασίας εξαρτάται από τον τύπο της εγκατάστασης, την «καθαρότητα» του εισερχόμενου φορτίου, την τεχνολογία που ακολουθείται και τη δυναμικότητα της εγκατάστασης. Η οικονομικότερη επεξεργασία επιτυγχάνεται στην κομποστοποίηση πράσινων αποβλήτων με ανοιχτά σειράδια. Στην περίπτωση αυτή το κόστος επεξεργασίας (συμπεριλαμβανομένου του ανοιγμένου κόστους κατασκευής της μονάδας) ανέρχεται σε 20-35 €/τόνο αποβλήτων. Στις περιπτώσεις αυτές το παραγόμενο κομπόστ, μπορεί να επιτύχει υψηλές τιμές πώλησης που μπορεί να φτάνουν τα 10-15 €/τόνο για χύμα διάθεση και τα 100 – 120 €/τόνο για ενσακισμένο στην αγορά λιπασμάτων κι εδαφοβελτιωτικών.

Ωστόσο η μέθοδος των ανοικτών σειραδίων δεν ενδείκνυται όταν στο εισερχόμενο φορτίο εμπεριέχονται και τροφικά υπολείμματα, ακόμα δε περισσότερο όταν το προς επεξεργασία κλάσμα προέρχεται από μηχανική προεπεξεργασία και όχι από διαλογή στη πηγή. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται κλειστά συστήματα με κόστος που παρουσιάζει σημαντική διακύμανση.

Σε ένα τέτοιο ανοικτό σύστημα αερόβιας επεξεργασίας «βέλτιστης διαθέσιμης τεχνολογίας» για την επεξεργασία του βιοαποδομήσιμου κλάσματος, κι αφού έχει επιτευχθεί σημαντικό ποσοστό διαλογής στη πηγή, το λειτουργικό κόστος ανέρχεται σε 35-60 €/τόνο για μια μονάδα δυναμικότητας 20.000 τόνων, χωρίς να συνυπολογίζονται τα πιθανά έσοδα πώλησης των προϊόντων. Σε αυτό το ποσό πρέπει να υπολογιστεί ότι το κόστος επένδυσης αντιστοιχεί σε 150 €/τόνο εγκατεστημένης δυναμικότητας.

Τα αντίστοιχα κόστη για κλειστά συστήματα με σημαντικά ποσοστά καθαρότητας εισερχόμενου φορτίου κινούνται σε υψηλότερες τιμές οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

- κόστος εγκατάστασης από 600 €/τόνο (για δυναμικότητα μικρότερη των 20.000 τν/έτος) έως 180 €/τόνο (για δυναμικότητα 120.000 τν/έτος)
- κόστος λειτουργίας από 120 €/τόνο (για δυναμικότητα μικρότερη των 20.000 τν/έτος) έως 30 €/τόνο (για δυναμικότητα 120.000 τν/έτος)

Αναφορικά με τις άλλες τεχνολογίες αερόβιας επεξεργασίας αποβλήτων, τα ενδεικτικά κόστη περιλαμβάνουν:

- βιολογική ξήρανση: κόστος επένδυσης 150 – 300 €/τ και κόστος λειτουργίας 25 – 40 €/τ
- διύλιση: κόστος επένδυσης της τάξης των 250 €/τ και κόστος λειτουργίας της τάξης του 50 – 70€/τ

Να σημειωθεί ότι τα λειτουργικά κόστη που αναφέρθηκαν, αφορούν το κόστος λειτουργίας των μονάδων (προσωπικό, ενέργεια, κ.λπ.). Τα τελικά gate fee (τέλος εισόδου) των μεθόδων διαμορφώνονται με βάση τον τρόπο χρηματοδότησης του έργου.

5.7 Αναερόβια Επεξεργασία

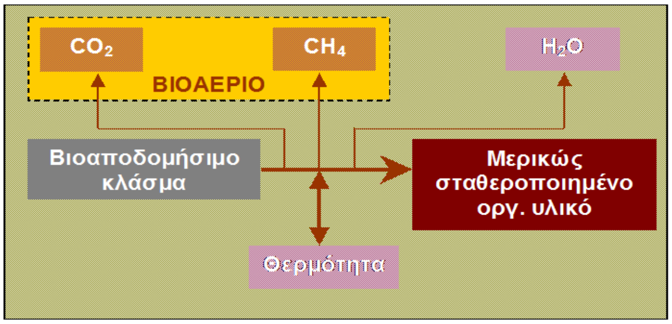
Κατά την αναερόβια επεξεργασία, το βιοαποδομήσιμο κλάσμα μετατρέπεται σε μεθάνιο (CH_4) , διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και νερό (H_2O) μέσω της μικροβιακής ζύμωσης απουσία αέρα, αφήνοντας ένα μερικώς σταθεροποιημένο οργανικό υλικό.

Η αναερόβια επεξεργασία απαιτεί μικρότερες ποσότητες ενέργειας από ότι η αερόβια και αντίστοιχα η παραγωγή θερμότητας κατά τις διεργασίες είναι επίσης μικρότερη κατά την αναερόβια επεξεργασία. Επιπλέον θερμότητα είναι πιθανό να απαιτείται κατά την αναερόβια διεργασία προκειμένου να διατηρηθεί η θερμοκρασία στα επιθυμητά επίπεδα για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Κατά την αναερόβια επεξεργασία οι παραγόμενες ποσότητες του βιοαερίου (διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο) μπορούν να αξιοποιηθούν ενεργειακά για παραγωγή ηλεκτρισμού ή/και θερμότητας.

Η αναερόβια χώνευση έχει χρησιμοποιηθεί παγκοσμίως για αρκετές δεκαετίες για την επεξεργασία της βιολογικής ιλύος από μονάδες επεξεργασίας λυμάτων (ΜΕΛ) ή ρευστών αγροτικών αποβλήτων, αλλά μόνο σχετικά πρόσφατα εφαρμόζεται ως μέθοδος βιοεπεξεργασίας του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ, συχνά σε συνδυασμό με ιλύ βιολογικών καθαρισμών και / ή κτηνοτροφικά απόβλητα (Λαζαρίδη κ.ά. 2003, DEFRA 2005a)

Το υλικό που απομένει μετά την αναερόβια επεξεργασία αποτελείται από αιωρούμενα στερεά των μη διασπώμενων υλικών, ανθεκτικά οργανικά, βιομάζα και διάφορα υπολείμματα αποσύνθεσης μικροοργανισμών. Αυτό το υγρό, μερικώς σταθεροποιημένο μίγμα ονομάζεται ‘digestate’. Είναι εφικτή η ξήρανση του μίγματος αυτού. Δεδομένου ότι πληροί τις απαραίτητες προδιαγραφές, το ξηρό αυτό υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο έδαφος ως εδαφοβελτιωτικό είτε απευθείας είτε μετά από αερόβια επεξεργασία. Το υγρό υπόλειμμα μπορεί να ανακυκλοφορήσει στον αντιδραστήρα προκειμένου να εξασφαλίζεται η υγρασία του υλικού ή να χρησιμοποιηθεί ως υγρό λίπασμα δεδομένου ότι πληροί τα σχετικά κριτήρια.

Όπως και στην αερόβια επεξεργασία, έτσι και στην αναερόβια, ο λόγος C/N διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο αποτέλεσμα των διεργασιών. Για ταχέως έως μετρίως βιοαποδομήσιμα υποστρώματα, ο βέλτιστος λόγος κυμαίνεται μεταξύ 25 και 30 (φαγητά, χαρτί) ενώ για βραδέως βιοαποδομήσιμα υποστρώματα (π.χ. ξύλα), ο λόγος αυτός μπορεί και να ανέρχεται στο 40 (Λαζαρίδη κ.ά., 2003). Χαμηλές τιμές C/N γενικά έχουν σαν αποτέλεσμα την μεγαλύτερη εκπομπή αζώτου σαν αέρια αμμωνία, η συγκέντρωση της οποίας μπορεί να αποβεί τοξική για τον μικροβιακό πληθυσμό. Οι βέλτιστες τιμές C/N επιτυγχάνονται με την κατάλληλη μίξη συστατικών των αποβλήτων, κάτι το οποίο – όσο και αν είναι προφανές και τεχνικά σχετικά εύκολο – δεν υλοποιείται στην πράξη σε μεγάλο βαθμό.



Διάγραμμα 5-3:

Άλλες παράμετροι που προσδιορίζουν την απόδοση της αναερόβιας χώνευσης είναι το μέγεθος των σωματιδίων του υποστρώματος, ο λόγος άνθρακα προς άζωτο (C/N) και η πιθανή παρουσία τοξικών για τους μικροοργανισμούς ουσιών στο υπόστρωμα. Πιο συγκεκριμένα (Λαζαρίδη κ.ά., 2003):

Μέγεθος σωματιδίων: Το βέλτιστο μέγεθος των σωματιδίων εξαρτάται από το βαθμό βιοδιασπασιμότητας του υποστρώματος

Ο λόγος άνθρακα προς άζωτο (C/N): Για υποστρώματα με μέτρια έως υψηλή βιοαποδομησιμότητα (π.χ. χαρτί, υπολείμματα τροφών), ο βέλτιστος λόγος άνθρακα προς άζωτο κυμαίνεται μεταξύ 25 και 30 ενώ για βραδέως βιοαποδομούμενα υποστρώματα (π.χ. ξύλα), ο λόγος αυτός μπορεί και να ανέρχεται στο 40, καθώς σε αυτή την περίπτωση μόνο ένα μικρό μέρος του άνθρακα είναι άμεσα διαθέσιμο στους μικροοργανισμούς

Η πιθανή παρουσία τοξικών ουσιών στο υπόστρωμα: Η ύπαρξη ουσιών που μπορούν να έχουν αρνητική επίδραση στον μικροβιακό πληθυσμό είναι πιθανή σε ένα υπόστρωμα όπως τα ΑΣΑ (βαρέα μέταλλα, τοξικές οργανικές ενώσεις κλπ.).

5.7.1 Συστήματα αναερόβιας επεξεργασίας

Οι εγκαταστάσεις αναερόβιας χώνευσης σχεδιάζονται με σκοπό τον συνεχή έλεγχο και την βελτιστοποίηση της βιολογικής χώνευσης των ΒΑΑ και την παραγωγή βιοαερίου. Τα συστήματα αναερόβιας χώνευσης είναι από τη φύση τους κλειστά συστήματα αποτελούμενα από οριζόντιους ή/και κατακόρυφους αντιδραστήρες, συνδεδεμένοι μεταξύ τους με δίκτυο αγωγών. Οι αντιδραστήρες αυτοί αναδεύονται με διάφορους τρόπους.

Ο χρόνος παραμονής στα συστήματα αναερόβιας επεξεργασίας διαρκεί περίπου 2-3 εβδομάδες, αναλόγως με την ευκολία με την οποία παράγεται το βιοαέριο αλλά και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα, τα απορρίμματα από ξύλο παρουσιάζουν υψηλότερη αντοχή στην παραγωγή βιοαερίου με αποτέλεσμα να απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος παραμονής προκειμένου να παραχθεί το απαιτούμενο βιοαέριο.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες συστημάτων αναερόβιας χώνευσης: τα υγρά και τα ξηρά συστήματα. Στα υγρά συστήματα επεξεργάζονται απόβλητα με μεγάλη περιεκτικότητα υγρασίας (μεγαλύτερη από 85%) ενώ στα ξηρά συστήματα τα απόβλητα που επεξεργάζονται έχουν χαμηλότερη υγρασία (μικρότερη από 80%).

5.7.2 Υγρά συστήματα

Στα συστήματα αυτά η διαδικασία της χώνευσης πραγματοποιείται σε κλειστά κατακόρυφα αντιδραστήρια στα οποία το υλικό συνεχώς αναδεύεται προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η διάρκεια επαφής μεταξύ των μικροοργανισμών και των αποβλήτων. Η ανάμιξη επιτυγχάνεται με τη χρήση μηχανικών μέσων, ή την ανακυκλοφορία βιοαερίου ή αποβλήτων. Η μεταφορά των αποβλήτων από τον ένα αντιδραστήρα, στον άλλον επιτυγχάνεται με τη χρήση αντλιών.

5.7.3 Ξηρά συστήματα

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν αντιδραστήρες συνεχής φόρτισης. Περιλαμβάνει την προσθήκη φρέσκου νερού ή/και ποσότητα μερικώς «ζυμωμένων» αποβλήτων, από τη μία μεριά του αντιδραστήρα, και την παραλαβή πλήρως χωνεμένου υλικού από την άλλη μεριά. Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν είτε κατακόρυφα είτε οριζόντια αντιδραστήρια. Στους κατακόρυφους αντιδραστήρες η κίνηση του υλικού γίνεται με βαρύτητα ενώ στους οριζόντιους με έλασμα ή πρέσα. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των ξηρών συστημάτων είναι η μεγάλη τους αντοχή σε απόβλητα με πολύ υψηλή περιεκτικότητα ρυπαντικών ουσιών.

5.7.4 Θερμοκρασίες λειτουργίας

Οι τεχνολογίες αναερόβιας χώνευσης λειτουργούν σε μέτριες θερμοκρασίες (30 – 40°C) ή σε υψηλές θερμοκρασίες (50 – 60°C). Στις υψηλότερες λειτουργούν τα ξηρά συστήματα, λόγω της υψηλότερης περιεκτικότητας σε στερεά και της παραγωγής περισσότερης θερμότητα. Από την άλλη τα υγρά συστήματα λειτουργούν και στα δύο εύρη θερμοκρασιών αλλά κυρίως συναντώνται σε μέτριες θερμοκρασίες.

5.7.5 Βιοαέριο

Το βιοαέριο που παράγεται κατά την αναερόβια επεξεργασία αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (50-75%) και διοξείδιο του άνθρακα. Η ποσότητα του βιοαερίου που παράγεται κατά την αναερόβια επεξεργασία, διαφοροποιείται αναλόγως με το σχεδιασμό της μονάδας, το χρόνο παραμονής και τη θερμοκρασία λειτουργίας καθώς και από τη σύνθεση του προς επεξεργασία υλικού. Μετά την παραγωγή του, το βιοαέριο φυλάσσεται σε μεγάλες δεξαμενές και όποτε χρειαστεί χρησιμοποιείται για την παραγωγή είτε ηλεκτρικού ρεύματος είτε θερμότητας μέσω κάποιας γεννήτριας.

5.8 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Αναερόβιας Επεξεργασίας

5.8.1 Επιπτώσεις στον αέρα

Από τη στιγμή που η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης διενεργείται σε κλειστούς χώρους και το παραγόμενο αέριο συλλέγεται προς επεξεργασία και αξιοποίηση, οι εκπομπές αερίων ρύπων είναι πολύ μικρές. Αέριες εκπομπές παρατηρούνται κατά την καύση του βιοαερίου και αφορούν κυρίως σε οξείδια του αζώτου και του θείου και δευτερευόντως σε άλλα προϊόντα της καύσης. Οι εκπομπές αυτές είναι παρόμοιες με τις εκπομπές από την καύση φυσικού αερίου. Η επικινδυνότητα των αέριων αυτών εκπομπών είναι σχετικά περιορισμένη και για το λόγο αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις τέτοιων μονάδων ο έλεγχος τους είναι περιορισμένος. Στην περίπτωση που πριν την αναερόβια χώνευση δεν έχει προηγηθεί πρόγραμμα διαλογής στην πηγή, υπάρχει το ενδεχόμενο να υπάρχουν ουσίες υψηλότερης τοξικότητας στο βιοαέριο λόγω της πιθανής παρουσίας διαλυτών και άλλων επικίνδυνων ουσιών στο υπόστρωμα. Ο εκτενής έλεγχος των αποβλήτων κατά την είσοδο τους στη μονάδα επιτυγχάνει επαρκή αντιμετώπιση του κινδύνου αυτού.

Κατά την αναερόβια χώνευση οσμές παράγονται μόνο κατά την προετοιμασία του ρεύματος τροφοδοσίας και την επεξεργασία της χωνεμένης ιλύος, οι οποίες λαμβάνουν χώρα εκτός του βιοαντιδραστήρα. Ωστόσο, και αυτές οι διεργασίες πραγματοποιούνται εντός κτιρίων και ο αέρας υφίσταται επεξεργασία με βιόφιλτρα ή χημική έκπλυση, με αποτέλεσμα οι οσμές που απελευθερώνονται στο περιβάλλον να είναι πολύ χαμηλές. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε πολλές περιπτώσεις, μονάδες αναερόβιας χώνευσης είναι χωροθετημένες σε βιομηχανικές περιοχές, σε απόσταση μικρή από άλλα κτίρια χωρίς να γίνονται παράπονα για όχληση.

5.8.2 Επιπτώσεις στα Νερά

Κατά την αναερόβια χώνευση υπάρχει περίσσεια νερού, το οποίο μπορεί να ανακυκλοφορεί εντός της διεργασίας. Στην περίπτωση της μη ανακυκλοφορίας του, το υγρό αυτό απόβλητο πρέπει να επεξεργάζεται σε κατάλληλη μονάδα είτε εντός της εγκατάστασης είτε εκτός αυτής. Οι ποσότητες των υγρών αυτών αποβλήτων υπολογίζονται σε 100 – 300 m3 ανά τόνο εισερχόμενων αποβλήτων.

Οι μονάδες που επεξεργάζονται οργανικά απόβλητα μετά από διαλογή στην πηγή τείνουν να παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες υγρών αποβλήτων, καθώς η υγρασία του ρεύματος τροφοδοσίας τους είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τα σύμμεικτα ΑΣΑ.

5.8.3 Επιπτώσεις στο έδαφος

Οι επιπτώσεις στο έδαφος έχουν σχέση με την εφαρμογή του παραγόμενου υλικού τύπου κομπόστ στο έδαφος, στην περίπτωση που τηρούνται οι σχετικές προδιαγραφές για εδαφική του διάθεση. Συνεπώς οι επιπτώσεις στο έδαφος είναι ίδιες με αυτές της αερόβιας επεξεργασίας.

5.8.4 Επιπτώσεις στο ακουστικό περιβάλλον

Από τη στιγμή που η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης διενεργείται σε κλειστούς χώρους οι επιπτώσεις στο ακουστικό περιβάλλον είναι πολύ μικρές. Ωστόσο, αρκετές εγκαταστάσεις δέχονται παράπονα για θόρυβο, κυρίως από τη λειτουργία των ανεμιστήρων και των αντλιών κατά τη διάρκεια της νύχτας. Επίσης, σε περίπτωση παραγωγής ηλεκτρισμού από το βιοαέριο στην ίδια την εγκατάσταση όχληση προκαλούν και οι γεννήτριες, οι οποίες συχνά προκαλούν θόρυβο.

5.8.5 Κόστος Αναερόβιας Επεξεργασίας

Το κόστος της αναερόβιας επεξεργασίας αποβλήτων διαφέρει πολύ από μονάδα σε μονάδα είτε από χώρα σε χώρα καθώς υπάρχει μεγάλη ποικιλία στις τεχνολογίες αναερόβιας επεξεργασίας διαθέσιμη στην αγορά.

Το κόστος επένδυσης μονάδας αναερόβιας επεξεργασίας αποβλήτων κυμαίνεται μεταξύ 150 – 250 €/τ ενώ το κόστος λειτουργίας είναι της τάξης των 35 – 80 €/τ (ανάλογα με τη μέθοδο αναερόβιας επεξεργασίας).

Μέρος του προαναφερόμενου κόστους μπορεί να ανακτηθεί μέσω της πώλησης της ενέργειας από το παραγόμενο βιοαέριο. Τονίζεται ότι η ενέργεια αυτή θεωρείται ότι προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, γεγονός που αποτελεί σημαντικό κίνητρο για την αξιοποίησή της.

Να σημειωθεί ότι τα λειτουργικά κόστη που αναφέρθηκαν, αφορούν το κόστος λειτουργίας των μονάδων (προσωπικό, ενέργεια, κ.λπ.). Τα τελικά gate fee (τέλος εισόδου) των μεθόδων διαμορφώνονται με βάση τον τρόπο χρηματοδότησης του έργου.

5.9 Βαθμός Εφαρμογής σε Διεθνές Επίπεδο

Η κομποστοποίηση, σε όλες της τις παραλλαγές, είναι μια αποδεδειγμένη και ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία για μια μεγάλη ποικιλία οργανικών υλικών, συμπεριλαμβανομένου του οργανικού κλάσματος των αστικών στερεών αποβλήτων, είτε μετά από διαλογή στην πηγή (ΔσΠ) είτε μετά από μηχανική διαλογή. Υπάρχουν πάνω από 60 κατασκευαστές διαφορετικών συστημάτων κομποστοποίησης στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική (Chiumenti et al., 2005), ο καθένας με πολλές μονάδες στο ενεργητικό του.

Στην αγορά υπάρχει σημαντικός αριθμός μονάδων βιολογικής επεξεργασίας αποβλήτων οι οποίες συνήθως συνδυάζουν τη βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων με τη μηχανική επεξεργασία (μονάδες μηχανικής βιολογικής επεξεργασίας - ΜΒΕ). Από αυτή την άποψη, τα συστήματα ΜΒΕ έχουν αναπτυχθεί περισσότερο από μεθόδους θερμικής επεξεργασίας, όπως είναι η πυρόλυση, η αεριοποίηση, μέθοδοι που βασίζονται στο πλάσμα και άλλα καινοτόμα συστήματα, τα οποία, όπως και η ΜΒΕ, πλασάρονται στην αγορά ως νέες προσεγγίσεις στην επεξεργασία των αποβλήτων.

Η μεγαλύτερη εμπειρία στην κομποστοποίηση του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ υπάρχει στις χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης, αλλά και στην Ιταλία, στις οποίες κομποστοποιείται συνήθως το οργανικό κλάσμα μετά από ΔσΠ (biowaste-βιοαπόβλητα) με στόχο την παραγωγή υψηλής ποιότητας κομπόστ (για αγροτική και οικιακή χρήση) ενώ συχνά κομποστοποιείται και το οργανικό υπόλειμμα στο ρεύμα των αποβλήτων που μένει μετά τη διαλογή των ανακυκλώσιμων και των οργανικών στην πηγή (restwaste), μετά από μηχανική διαλογή. Κατά τη δεκαετία του 1980 είχαν γίνει προσπάθειες κομποστοποίησης σύμμεικτων ΑΣΑ, κυρίως σε χώρες όπως η Γαλλία, η Ισπανία και η Ιταλία, οι οποίες όμως δεν ευοδώθηκαν λόγω της χαμηλής ποιότητας και της δυσκολίας διάθεσης του παραγόμενου προϊόντος.

Σε αυτό ακριβώς το σημείο, δηλ. την ποιότητα του κομπόστ, το ποσοστό των ξένων προσμίξεων και τις συγκεντρώσεις των πιθανών ρύπων (βαρέα μέταλλα και εμμένοντες οργανικοί ρύποι), οι οποίες καθορίζουν τη δυνατότητα ασφαλούς αξιοποίησής - διάθεσης στο περιβάλλον, εστιάζονται οι μεγαλύτερες αβεβαιότητες γύρω από την τεχνολογία της κομποστοποίησης. Η ευρωπαϊκή εμπειρία έχει δείξει ότι η χρήση «καθαρών» πρώτων υλών, προερχόμενων από ΔσΠ οδηγεί σε καλής ποιότητας, πιστοποιημένο κομπόστ. Αντίθετα, η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος από μηχανική διαλογή είναι χαμηλότερη και οι δυνατότητες αξιοποίησης-διάθεσης περιορισμένες, δεν επιφέρουν έσοδα ενώ συχνά μπορεί να υπάρχει και κάποιο κόστος διάθεσης (π.χ. ως κάλυψη σε ΧΥΤΑ). Για τους λόγους αυτούς, και με εξαίρεση την Ελλάδα και μεγάλα τμήματα της Ισπανίας, της Πορτογαλίας και της Ιρλανδίας, όλες οι άλλες Ευρωπαϊκές χώρες εφαρμόζουν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό προγράμματα ΔσΠ του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ (απόβλητα κήπου και / ή κουζίνας). Έτσι σήμερα στην ΕΕ υπάρχουν (Barth, 2006):

- Περίπου 1800 μεγάλες μονάδες που επεξεργάζονται το οργανικό κλάσμα των ΑΣΑ μετά από διαλογή στην πηγή, εκ των οποίων περίπου το 40% επεξεργάζεται μόνο πράσινα απόβλητα.

- Η δυναμικότητα των μονάδων αυτών είναι περίπου 11 εκατομμύρια τόνοι ετησίως για τα βιοαπόβλητα και 7 εκατομμύρια τόνοι για τα πράσινα απόβλητα.

- Επιπρόσθετα, υπάρχουν 800 μικρότερες μονάδες που συγκομποστοποιούν αγροτικά απόβλητα με βιοαπόβλητα.

- Για λόγους δημόσιας υγιεινής και της νομοθεσίας για τα ζωικά απόβλητα και υποπροϊόντα, υπάρχει μια αυξανόμενη τάση χρήσης κλειστών μονάδων κομποστοποίησης, μεγαλύτερης δυναμικότητας.

- Όσον αφορά τα πράσινα απόβλητα, αυτά κομποστοποιούνται εκτεταμένα σε ανοικτά συστήματα με κινητό εξοπλισμό. Τα συστήματα αυτά αποτελούν τον επικρατέστερο τύπο κομποστοποίησης στη Φιλανδία, τη Δανία, τη Γαλλία, την Ιρλανδία και σε μεγάλο βαθμό, τη Μ. Βρετανία. Ως παράδειγμα αναφέρεται ότι κομποστοποιούνται ετησίως 1,5 εκατομμύρια τόνοι πράσινων αποβλήτων στην Ολλανδία, 0,65 εκατομμύρια τόνοι στη Δανία, 1 εκατομμύριο τόνοι στη Μ. Βρετανία και από 0,4 εκατομμύρια τόνοι στο Βέλγιο και τη Σουηδία.

- Εκτός από την κεντρική Ευρώπη, και Μεσογειακές χώρες έχουν δείξει πρόσφατα αξιοσημείωτες εξελίξεις στη χωριστή διαλογή και κομποστοποίηση των βιοαποβλήτων. Έτσι, η Ιταλία συλλέγει χωριστά 2,8 εκατομμύρια τόνους βιοαπόβλητα, ενώ η περιοχή της Καταλονίας στην Ισπανία έχει επίσης οργανώσει ένα επιτυχημένο σύστημα ΔσΠ για τα οργανικά.
- Ο στόχος των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ενός προϊόντος για την αγορά των οργανικών εδαφοβελτιωτικών και λιπασμάτων, ο οποίος και επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της εμπιστοσύνης που δημιουργεί στην αγορά η ύπαρξη εθνικών προγραμμάτων διασφάλισης της ποιότητας του κομπόστ

Πιο συγκεκριμένα, διεθνώς λειτουργούν συνολικά 80 μονάδες ΜΒΕ, συνολικής δυναμικότητας 8.500.000 τόνων ετησίως, ενώ στο άμεσο μέλλον αναμένεται η θέση σε λειτουργία ακόμη 43 μονάδων, επιπλέον δυναμικότητας της τάξης των 4.500.00 τόνων ετησίως. Στον Πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν, παρατίθενται στοιχεία σχετικά με την εφαρμογή της ΜΒΕ σε διεθνές επίπεδο.

Πίνακας 5-2: Αριθμός μονάδων ΜΒΕ

Χώρα	Αριθμός μονάδων
Ισπανία	18
Ιταλία	17
Γερμανία	16
Αυστραλία	5
ΗΠΑ	4
Αυστρία	4
Αγγλία	4
Ολλανδία	2

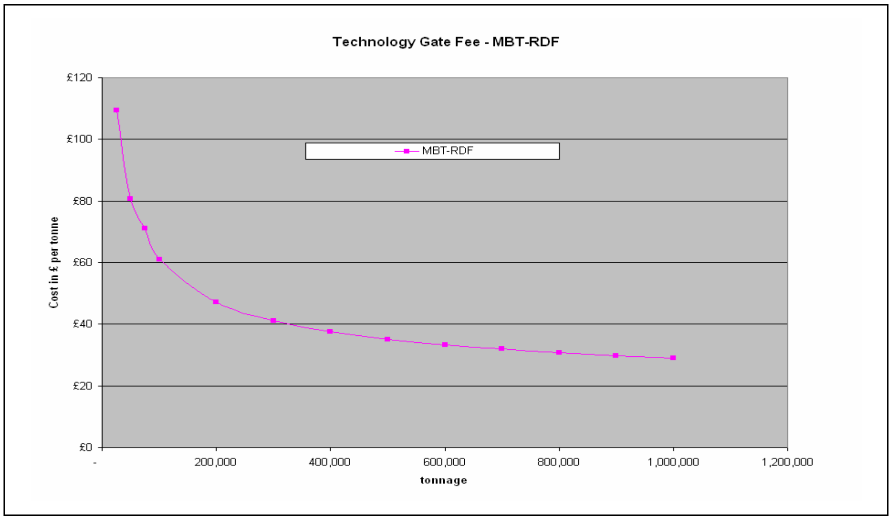
Βέλγιο	2
Γαλλία	2
Καναδάς	1
Τουρκία	1
Ιαπωνία	1
Πορτογαλία	1
Ισραήλ	1
Πολωνία	1
Σύνολο	**80**

Αναφορικά με τις επιμέρους μεθόδους βιολογικής επεξεργασίας που εφαρμόζονται, η αερόβια επεξεργασία – κομποστοποίηση είναι η πλέον εφαρμοζόμενη πρακτική, όμως η εφαρμογή των μεθόδων τόσο της αναερόβιας επεξεργασίας όσο και της βιολογικής ξήρανσης αναπτύσσεται ραγδαία.

Σχετικά με την αναερόβια χώνευση, στην Ευρώπη λειτουργούν 26 μονάδες («υγρής» ή «ξηρής» μεθόδου) στην Ισπανία, τη Γερμανία, το Βέλγιο, τη Γαλλία, την Ιταλία, την Πολωνία και την Αυστρία και από αυτές περίπου οι 10 είναι μονάδες «ξηρής» αναερόβιας χώνευσης.

Η μέθοδος της βιολογικής ξήρανσης για την παραγωγή SRF εφαρμόζεται ήδη, με μεγάλη επιτυχία σε συνολικά 13 εγκαταστάσεις στην Ιταλία, τη Γερμανία και το Βέλγιο. Επιπρόσθετα, 4 ακόμη μονάδες προετοιμάζονται στην Αγγλία. Ιδιαίτερα στην Γερμανία, η μέθοδος έχει υιοθετηθεί από το αντίστοιχο Υπουργείο Περιβάλλοντος ως η πλέον ελπιδοφόρα για την μείωση των ΧΥΤΑ.

Σύμφωνα με σχετική μελέτη του Βρετανικού Υπουργείου Περιβάλλοντος (DEFRA,2005) σε μονάδες ΜΒΕ που παράγουν και κάποιο είδος δευτερογενούς καυσίμου, το τέλος εισόδου αρχίζει να κυμαίνεται σε «ανεκτά» επίπεδα για ποσότητες από 200.000 τόνους Α.Σ.Α (βλ. Διάγραμμα 5-4)



Διάγραμμα 5-4: Τέλος εισόδου (Gate Fee) Τεχνολογιών MBT - RDF

5.10 Αγορά προϊόντων Βιολογικής Επεξεργασίας

Αναφορικά με τα προϊόντα της βιολογικής επεξεργασίας και τις δυνατότητες αξιοποίησης / διάθεσής τους, ισχύουν τα εξής:

- **Κομπόστ υψηλής ποιότητας**: μπορεί να προέλθει μόνο από προδιαλεγμένα οργανικά υλικά, απόβλητα κήπων, οργανικά υπολείμματα κλπ. και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αγροτικές χρήσεις. Η νομοθεσία θέτει αυστηρά κριτήρια για τη χρήση κομπόστ προερχόμενα από απόβλητα ενώ και η θεματική στρατηγική της ΕΕ για την προστασία των εδαφών προβλέπει ότι η χρήση οργανικού κλάσματος προερχόμενου από απόβλητα στα εδάφη προτείνεται μόνο εφόσον το υλικό είναι πολύ καλής ποιότητας και η εφαρμογή του γίνεται σύμφωνα με τους κανόνες της ορθής αγροτικής πρακτικής.

- **Υλικό τύπου κομπόστ**: πρόκειται για υλικό χαμηλής ποιότητας που προέρχεται από την επεξεργασία σύμμεικτων ΑΣΑ. Οι δυνατότητες χρήσεις του υλικού αυτού περιλαμβάνουν:

    - **Χρήση στη δασοκομία**. Περιορισμένη χρήση εξαιτίας του γεγονότος ότι ο τελικός χρήστης απαιτεί συνήθως αποζημίωση προκειμένου να το χρησιμοποιήσει
    - **Χρήση ως εδαφοβελτιωτικό** ειδικά σε άγονες περιοχές, για βελτίωση της ποιότητας του εδάφους και διατήρηση της υγρασίας αυτού: έχει ιδιαίτερη εφαρμοσιμότητα
    - **Χρήση σε ενεργειακές καλλιέργειες**: Περιορισμένες δυνατότητες χρήσης σε καλλιέργειες κράμβης για βιοντίζελ, και ιτιάς

- **Χρήση κράσπεδα οδικών αρτηριών – αναχώματα, κατασκευές κτιρίων**: Απαιτείται η επίστρωση στρώματος φύλλων για συγκράτηση υγρασίας σε δρόμους – συνήθως οι εργολάβοι ζητούν αντίτιμο προκειμένου να το χρησιμοποιήσουν
- **Χρήση σε ρυπασμένους χώρους – για αποκατάσταση χώρων**: σημαντική δυνατότητα αξιοποίησης όμως πρόκειται για παροδική χρήση η οποία δεν είναι μόνιμη και επομένως απαιτείται η εξεύρεση και εναλλακτικού τρόπου διάθεσης
- **Χρήση ως υλικό επικάλυψης ή τελική κάλυψη σε ΧΥΤΑ**: Μεγάλες δυνατότητες εφαρμογής, χωρίς να αναμένονται έσοδα

- **Ενέργεια από το βιοαέριο**: οι δυνατότητες πώλησης της ενέργειας στο δίκτυο είναι καθορισμένες αφού πρόκειται για ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή. Το τίμημα πώλησης της εν λόγω ενέργειας είναι 73€/MWh

- **Δευτερογενές καύσιμο:** πρόκειται για καύσιμο σημαντικής θερμογόνου δύναμης το οποίο μπορεί να διατεθεί είτε σε μονάδα καύσης που θα κατασκευασθεί για το σκοπό αυτό είτε σε υφιστάμενη ενεργοβόρα βιομηχανία (π.χ. τσιμεντοβιομηχανία, μονάδα παραγωγής ενέργειας κλπ.). Στην Ελλάδα η αγορά είναι σχετική νέα, αφού μόλις πρόσφατα οι ενεργοβόρες βιομηχανίες άρχισαν να στρέφονται προς εναλλακτικούς τύπους καυσίμου (η στροφή αυτή επιταχύνεται και λόγω της μεγάλης αύξησης της τιμής του πετρελαίου και των συμβατικών καυσίμων). Τονίζεται ότι για την ενεργειακή αξιοποίηση του εν λόγω καυσίμου, η μονάδα θα πρέπει να είναι εφοδιασμένη με όλα τα απαραίτητα αντιρρυπαντικά μέτρα ώστε να πληροί τα όρια που θέτει η ΚΥΑ για την αποτέφρωση και συναποτέφρωση αποβλήτων. Στην παρούσα φάση δεν αναμένονται έσοδα από τη διάθεση του εν λόγω προϊόντος ενώ ενδέχεται να απαιτηθεί και η πληρωμή τιμήματος. Όμως αναμένεται στο άμεσο μέλλον και ιδιαίτερα με την εφαρμογή κριτηρίων ποιότητας για τα δευτερογενή καύσιμα τα οποία πλέον δεν θα λογίζονται ως απόβλητα, η εξοικονόμηση πόρων μέσω της διάθεσης του εν λόγω προϊόντος.

5.10.1 Συνεισφορά στους εθνικούς και ευρωπαϊκούς στόχους της πολιτικής διαχείρισης των ΑΣΑ

Η συμβολή της βιολογικής επεξεργασίας στην επίτευξη των στόχων για τη μείωση των ΒΑΑ που οδηγούνται σε υγειονομική ταφή, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του αποβλήτου που εισέρχεται στη μονάδα, τα χαρακτηριστικά και η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος και την ύπαρξη ή μη κατάλληλης αγοράς απορρόφησης των προϊόντων αυτών. Η επεξεργασία αποβλήτων που προέρχονται από εκτεταμένη εφαρμογή προγράμματος διαλογής στην πηγή, παράγουν κομπόστ, ή digestate που είναι πιθανό να απορροφηθεί από την αγορά και να έχει ως αποτέλεσμα την πλήρη εκτροπή των ΒΑΑ από τους ΧΥΤΑ.

Το στάδιο της βιολογικής επεξεργασίας μίας μονάδας μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας, μπορεί να συνεισφέρει στην κάλυψη των στόχων με δύο τρόπους: είτε με την παραγωγή ενός υλικού τύπου κομπόστ (ΥΤΚ) για χρήση του σε αποκαταστάσεις, ως υλικό τελικής κάλυψης ΧΥΤΑ/ΧΑΔΑ, κ.λπ., είτε με τη μείωση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος στα ΒΑΑ πριν την υγειονομική ταφή τους. Είναι σαφές στην περίπτωση της μονάδας μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας, το ΥΤΚ που παράγεται είναι χαμηλότερης ποιότητας και έχει πολύ λιγότερες εφαρμογές από το κομπόστ που παράγεται από μια μονάδα αερόβιας/αναερόβιας επεξεργασίας αφού έχει προηγηθεί εκτενής εφαρμογή προγράμματος διαλογής στην πηγή.

5.11 Μηχανική Επεξεργασία

5.12 Εισαγωγή

Το παρόν κείμενο περιγράφει τις μεθόδους μηχανικής επεξεργασίας των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ). Η μηχανική επεξεργασία των αποβλήτων αποσκοπεί:

- Στην ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών (μέταλλα, πλαστικά, γυαλί, χαρτί/χαρτόνι, ξύλο)
- Στην προετοιμασία των αποβλήτων για περαιτέρω επεξεργασία (βιολογική, θερμική, κ.λπ.)
- Στο ραφινάρισμα των τελικών προϊόντων
- Στην απομάκρυνση προβληματικών υλικών από τα απόβλητα (π.χ. ογκώδη)

Μηχανική επεξεργασία απαιτείται τόσο στην περίπτωση σύμμεικτων ΑΣΑ, όσο και στην περίπτωση προδιαλεγμένων ΑΣΑ (π.χ. με διαλογή στην πηγή).

Με τη μηχανική επεξεργασία επιτυγχάνεται, μεταξύ άλλων:

- Επίτευξη των στόχων σχετικά με τα απόβλητα συσκευασίας
- Εξοικονόμηση φυσικών πόρων
- Μείωση ποσότητας αποβλήτων που οδηγείται προς ταφή

Η μηχανική επεξεργασία μπορεί να λαμβάνει χώρα σε εξειδικευμένη μονάδα (Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών – ΚΔΑΥ), στην περίπτωση των προδιαλεγμένων υλικών ή σε μονάδα μηχανικής επεξεργασίας η οποία θα συνδυάζεται με μονάδα βιολογικής επεξεργασίας (mechanical biological treatment – MBT – plant).

Εικόνα 5-6: ΚΔΑΥ στην Αττική

5.13 Περιγραφή της μηχανικής επεξεργασίας

Η μηχανική επεξεργασία αποτελείται από 2 βασικά στάδια:

- Την προετοιμασία – προεπεξεργασία των αποβλήτων (ιδιαίτερα στην περίπτωση σύμμεικτων ΑΣΑ)
- Το διαχωρισμό των ρευμάτων αποβλήτων

Η προετοιμασία των αποβλήτων περιλαμβάνει τις τεχνολογίες σκισίματος σάκων, ελάττωσης του μεγέθους και αποκατάστασης της ομοιομορφίας των αποβλήτων. Οι κυριότερες τεχνικές που εφαρμόζονται παρατίθενται στον Πίνακα5-3, που ακολουθεί

Πίνακας 5-3:Κυριότερες τεχνολογίες μηχανικής προετοιμασίας των αποβλήτων

Τεχνολογία	Αρχή λειτουργίας	Προβλήματα-Περιορισμοί
Περιστρεφόμενα τύμπανα ή θραυστήρες κυλίνδρου (Rotating drum)	Το υλικό ανυψώνεται καθώς προσκολλάται στα τοιχώματα του τυμπάνου και κατόπιν πέφτει στο κέντρο, λόγω της βαρύτητας, επιτυγχάνοντας ανάδευση και ομογενοποίηση των αποβλήτων. Τα κοφτερά αντικείμενα που ενυπάρχουν στα απόβλητα (γυαλί, μέταλλα) συνεισφέρουν στη μείωση του μεγέθους των πιο μαλακών υλικών, όπως το χαρτί και τα	Ήπια δράση – τεμαχισμός. Μπορεί να υπάρξει πρόβλημα για απόβλητα υψηλής υγρασίας.

Τεχνολογία	Αρχή λειτουργίας	Προβλήματα-Περιορισμοί
	βιοαποδομήσιμα, χωρίς να κονιορτοποιούνται τα ίδια.	
Περιστρεφόμενα τύμπανα υγρής φάσης με κόπτες (wet rotating drum with knives)	Μετά από την προσθήκη νερού, τα απόβλητα δημιουργούν μεγάλα συσσωματώματα που θρύβονται από τους κόπτες κατά την περιστροφή του τυμπάνου.	Σχετικά μικρή μείωση μεγέθους. Πιθανότητα καταστροφής του κόπτη από μεγάλα σκληρά αντικείμενα.
Περιστροφικοί κόπτες (Shredder)	Περιστρεφόμενα μαχαίρια ή δίσκοι περιστρέφονται με χαμηλή ταχύτητα και υψηλή ροπή. Η διατμητική τους δράση σχίζει ή τέμνει τα περισσότερα υλικά	Τα μεγάλα σκληρά αντικείμενα μπορούν να καταστρέψουν τους κόπτες, ακατάλληλοι για δοχεία υπό πίεση
Σφαιρόμυλοι (Ball mill)	Περιστρεφόμενα τύμπανα φέρουν βαριές σφαίρες για να τεμαχίσουν ή να κονιορτοποιήσουν τα απόβλητα.	Καταπόνηση – φθορά των σφαιρών, κονιορτοποίηση γυαλιού / αδρανών.
Σφυρόμυλοι (Hammer mill)	Τα απόβλητα υφίστανται σημαντική μείωση του μεγέθους τους με τη βοήθεια σφυριών που ταλαντώνονται	Καταπόνηση - φθορά των σφυρών, κονιορτοποίηση γυαλιού / αδρανών, ακατάλληλοι για δοχεία υπό πίεση
Σχίστες πλαστικών σάκων (Bag splitter, opener)	Μπορεί να είναι τύπου περιστροφικού κόπτη (με αυξημένες ανοχές μεταξύ των περιστρεφόμενων μαχαιριών κοπής, ώστε να σχίζεται μόνο ο σάκος και να μην τεμαχίζεται το περιεχόμενο), παλινδρομικής χτένας ή οδοντοφόρων αλυσίδων.	Δεν μειώνει το μέγεθος των αποβλήτων. Πιθανότητα καταστροφής από μεγάλα σκληρά αντικείμενα.

Κατά το διαχωρισμό των ρευμάτων αποβλήτων περιλαμβάνονται τεχνολογίες που επιτυγχάνουν το διαχωρισμό της εισερχόμενης μάζας των αποβλήτων σε δύο ρεύματα (οργανικό και λοιπά υλικά), και εν συνεχεία την ανάκτηση των ανακυκλώσιμων υλικών Οι κυριότερες τεχνικές που εφαρμόζονται παρατίθενται στον Πίνακα 5-4, που ακολουθεί

Πίνακας 5-4:Κυριότερες τεχνολογίες διαχωρισμού των αποβλήτων

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

Η επιλογή των τεχνολογιών διαχωρισμού των αποβλήτων εξαρτάται από της στόχους της μηχανικής επεξεργασίας και ειδικότερα στον αν αποσκοπείται η ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών ξεχωριστά ή η παραγωγή δευτερογενούς καυσίμου (RDF)

5.14 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις μηχανικής επεξεργασίας

Όπως όλες οι διεργασίες και εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων, η ΜΒΕ δημιουργεί μια σειρά περιβαλλοντικών επιπτώσεων, στον αέρα, τα νερά, το έδαφος και τον άνθρωπο. Το είδος και το μέγεθος αυτών των επιπτώσεων εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό, τους στόχους της μονάδας και τα διαχωριζόμενα προϊόντα. Για παράδειγμα, διαφορετικά θέματα προκύπτουν για μια μονάδα που έχει στόχο την παραγωγή ενός προϊόντος τύπου κομπόστ και τη διάθεσή του στο έδαφος και διαφορετικά για μια εγκατάσταση που αποσκοπεί κυρίως στην παραγωγή RDF και την παραγωγή ενέργειας από αυτό. Στην πρώτη περίπτωση οι κυριότερες επιπτώσεις σχετίζονται με τη βιολογική επεξεργασία (π.χ. οσμές) και την εδαφική εφαρμογή του προϊόντος (ξένες προσμίξεις, βαρέα μέταλλα και εμμένοντες οργανικοί ρύποι, παθογόνα κλπ), ενώ στη δεύτερη με την καύση του RDF (αέριες εκπομπές, NOX, διοξίνες κλπ).

Στην παράγραφο αυτή αναλύονται τα περιβαλλοντικά θέματα που σχετίζονται με τις διεργασίες προετοιμασίας και διαχωρισμού των αποβλήτων, δηλαδή το τμήμα της μηχανικής επεξεργασίας μιας μονάδας ΜΒΕ (ΕΑ 2002b, McDougall et al. 2001). Τα θέματα που σχετίζονται με το τμήμα της βιολογικής επεξεργασίας (αερόβια και αναερόβια) έχουν αναλυθεί στις αντίστοιχες παραγράφους (§5.6 και §5.8)

5.14.1 Επιπτώσεις στον αέρα

Οι αέριες εκπομπές περιλαμβάνουν κυρίως:

- Οσμές, υδρόθειο και μερκαπτάνες από τη μεταφορά και επεξεργασία των απορριμμάτων
- Σκόνη κατά την εκφόρτωση των απορριμματοφόρων
- Σκόνη κατά τις εργασίες κοσκινίσματος, αλέσματος, ανάδευσης, κ.λπ.
- Αμμωνία και πτητικές οργανικές ενώσεις όπως VOCs
- Παραγωγή σκόνης βιολογικής προέλευσης (βιοαερολύματα)

Γενικά, πάντως οι μονάδες μηχανικής επεξεργασίας δεν θεωρούνται ιδιαίτερα ρυπογόνες, τουλάχιστον σε ότι αφορά τις αέριες εκπομπές. Οι μηχανικές διεργασίες λαμβάνουν χώρα σε κλειστά βιομηχανικά κτίρια τα οποία είναι εφοδιασμένα με κατάλληλα συστήματα απαγωγής του αέρα και αντιρρόπησης (βιόφιλτρα, συστήματα αποκονίωσης, κ.λπ.). Κατά συνέπεια οι αναμενόμενες επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα από τη λειτουργία μονάδων μηχανικής επεξεργασίας ΑΣΑ είναι μικρές

5.14.2 Επιπτώσεις στα νερά

Κατά τη μηχανική επεξεργασία και διαχωρισμό σύμμεικτων αποβλήτων με υψηλή περιεκτικότητα βιοαποδομήσιμων, μπορούν να παραχθούν ποσότητες στραγγισμάτων. Σε αυτή την περίπτωση, θα πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για τη συλλογή και επεξεργασία τους.

5.14.3 Επιπτώσεις στο έδαφος

Κατά το μηχανικό διαχωρισμό των αποβλήτων ένα ποσοστό 10-15% κ.β. του εισερχόμενου ρεύματος απορρίπτεται ως ακατάλληλο προς ανάκτηση / αξιοποίηση (ακόμη και στην περίπτωση των προδιαλεγμένων υλικών). Ανάλογα με το σχεδιασμό και το βασικό στόχο επεξεργασίας της μονάδας, καθώς και τις διαθέσιμες αγορές, ένα πολύ μεγαλύτερο ποσοστό μπορεί να χρειαστεί εδαφική διάθεση.

5.14.4 Επιπτώσεις στο ακουστικό περιβάλλον

Καθώς η επεξεργασία των αποβλήτων λαμβάνει χώρα σε κλειστά κτίρια και οι σύγχρονες τεχνολογίες έχουν σχετικά χαμηλά επίπεδα θορύβου, δεν αναμένονται σημαντικά προβλήματα θορύβου. Η μεγαλύτερη πηγή όχλησης και θορύβου να προέρχεται από την κυκλοφορία των απορριμματοφόρων οχημάτων που προσεγγίζουν τη μονάδα καθώς και από τις διεργασίες τεμαχισμού

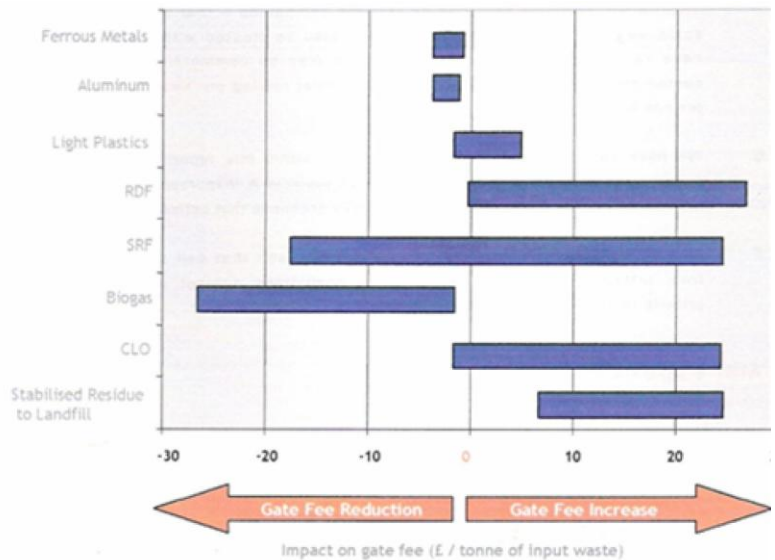
5.14.5 Κόστος μηχανικής επεξεργασίας

Το κόστος κατασκευής και λειτουργίας μιας μονάδας μηχανικής επεξεργασίας εξαρτάται από τον τύπο της εγκατάστασης, την «καθαρότητα» του εισερχόμενου φορτίου, την τεχνολογία που ακολουθείται και τη δυναμικότητα της εγκατάστασης.

Ακόμη και ο ίδιος γενικός τύπος ΜΒΕ για την ίδια δυναμικότητα, από τον ίδιο κατασκευαστή και στην ίδια χώρα μπορεί να παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση στο κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος, ανάλογα με τους στόχους της επεξεργασίας που θέτει ο φορέας ανάθεσης του έργου. Η πολυπλοκότητα και κατά συνέπεια το κόστος του μηχανικού μέρους της επεξεργασίας θα εξαρτηθεί από τον επιθυμητό βαθμό ανακύκλωσης των ξηρών ανακυκλώσιμων, ενώ για το βιολογικό από τον απαιτούμενο βαθμό εξευγενισμού του παραγόμενου «κομπόστ» (απομάκρυνση προσμίξεων, βαθμός ωρίμανσης)

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

Στο Διάγραμμα 5-5 παρουσιάζεται μια εκτίμηση της επίδρασης των τιμών διάθεσης (θετικές και αρνητικές) των διαφόρων πιθανών προϊόντων της ΜΒΕ στη διαμόρφωση του τέλους εισόδου. Η διάθεση του SRF για παράδειγμα μπορεί να επηρεάσει το συνολικό κόστος της μεθόδου έως και κατά €60/ τόνο (Archer et al., 2005a).



Διάγραμμα 5-5: Επίδραση της τιμής διάθεσης των προϊόντων της ΜΒΕ στη διαμόρφωση των τελών εισόδου προκειμένου να εξασφαλιστεί η οικονομική αυτοδυναμία της μονάδας

Το ενδεικτικό κόστος κατασκευής κυμαίνεται μεταξύ 80 – 150 €/τ ενώ το κόστος λειτουργίας είναι της τάξης των 12-18€/τ.

Τα τελικά gate fees διαμορφώνονται με βάση τον τρόπο χρηματοδότησης του έργου.

Τέλος, στον Πίνακα 5-5 παρατίθενται ενδεικτικές τιμές για το κόστος κατασκευής και λειτουργίας ορισμένων εμπορικών μονάδων ΜΒΕ, με βάση στοιχεία που παρέχουν οι κατασκευαστές τους. Πρέπει να σημειωθεί ότι πολλοί κατασκευαστές αρνούνται να δώσουν τιμές καθώς αυτές εξαρτώνται άμεσα από το συγκεκριμένο έργο και τις τοπικές του συνθήκες, όπως αναλύθηκε και προηγουμένως.

Πίνακας 5-5:Ενδεικτικές τιμές κόστους κατασκευής και λειτουργίας μονάδων ΜΒΕ, όπως παρατίθενται από τους κατασκευαστές τους (Archer et al., 2005b)

Κατασκευαστής	Δυναμικότητα **(Tpa)**	Κόστος κατασκευής	Μοναδια κόστος κατασκευής **(€/t)**	Κόστος επεξεργασίας **(€/t)**	Τέλη εισόδου **(€/t)**
ArrowBio	70,000	11,100,000	158		21-25
Bedminster	250,000	65,830,258	266	46	
Biodegma	200,000	2,215,000-		68	
BTA		3,690,000			
Civic	90,000	22,140,000	246		52-102
Civic	90,000	19,200,000	213		52-102
Ecodeco					
GRL	200,000	51,660,000	258		59-89
GRL	200,000	66,420,000	332		59-89
Grontmij					
Haase					
Herhof					
Hese	112,000	44,280,000	395		
Horstmann					
ISKA	150,000	35,425,000	236		68
Komptech					
Linde	140,000	35,425,000	253		
Nehlsen					
New Earth					
OWS					
Ros Roca					
Rumen					
SBI	220,000	36,900,000	168		
SRS	26,000	3,690,000	142	51-59	
Sutco					127ì å ä éÜèåóç / 108 *Mi* nlS>a4Jea05
Valorga					
VKW	75,000	16,236,000	216		
VKW	150,000	26,570,000	177		
Wastec	100,000	4,870,000	49		
Wehrle				78	

Σε κάθε περίπτωση όμως τονίζεται ότι οι τιμές αυτές θα πρέπει να αντιμετωπιστούν κριτικά και με τις επιφυλάξεις που προαναφέρθηκαν, συνεπώς δεν προσφέρονται για άμεσες συγκρίσεις μεταξύ τεχνολογιών (Archer et al., 2005b).

5.14.6 Βαθμός εφαρμογής σε διεθνές επίπεδο

Η μηχανική επεξεργασία αποβλήτων για την ανάκτηση υλικών προς αξιοποίηση εφαρμόζεται ευρέως και τις περισσότερες φορές συνδυάζεται με τη βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων (). Σχετικές πληροφορίες έχουν παρατεθεί στην ενότητα που αναφέρεται στη βιολογική επεξεργασία.

5.14.7 Αγορά προϊόντων επεξεργασίας

Αναφορικά με τα προϊόντα της μηχανικής επεξεργασία και τις δυνατότητες αξιοποίησης / διάθεσής τους, ισχύουν τα εξής:

- **Δευτερογενές καύσιμο (RDF):** πρόκειται για καύσιμο σημαντικής θερμογόνου δύναμης το οποίο μπορεί να διατεθεί είτε σε μονάδα καύσης που θα κατασκευασθεί για το σκοπό αυτό είτε σε υφιστάμενη ενεργοβόρα βιομηχανία (π.χ. τσιμεντοβιομηχανία, μονάδα παραγωγής ενέργειας κ.λπ.). Στην Ελλάδα η αγορά είναι σχετική νέα, αφού μόλις πρόσφατα οι ενεργοβόρες βιομηχανίες άρχισαν να στρέφονται προς εναλλακτικούς τύπους καυσίμου (η στροφή αυτή επιταχύνεται και λόγω της μεγάλης αύξησης της τιμής του πετρελαίου και των συμβατικών καυσίμων). Τονίζεται ότι για την ενεργειακή αξιοποίηση του εν λόγω καυσίμου, η μονάδα θα πρέπει να είναι εφοδιασμένη με όλα τα απαραίτητα αντιρρυπαντικά μέτρα ώστε να πληροί τα όρια που θέτει η ΚΥΑ για την αποτέφρωση και συναποτέφρωση αποβλήτων. Στην παρούσα φάση δεν αναμένονται έσοδα από τη διάθεση του εν λόγω προϊόντος ενώ ενδέχεται να απαιτηθεί και η πληρωμή τιμήματος. Όμως αναμένεται στο άμεσο μέλλον και ιδιαίτερα με την εφαρμογή κριτηρίων ποιότητας για τα δευτερογενή καύσιμα τα οποία πλέον δεν θα λογίζονται ως απόβλητα, η εξοικονόμηση πόρων μέσω της διάθεσης του εν λόγω προϊόντος. Σε περίπτωση πάντως που δε καταστεί δυνατή η απορρόφηση του υλικού από την αγορά, αυτό μπορεί να διατεθεί σε ΧΥΤΥ, χωρίς να αντιβαίνει στους στόχους για την εκτροπή των βιαποδομήσιμου κλάσματος των αποβλήτων από την ταφή, αφού έχει μικρή περιεκτικότητα σε οργανικά

- **Ανακυκλώσιμα υλικά:** Τα υλικά αυτά δεν είναι καθαρά εφόσον προέρχονται από σύμμεικτα ΑΣΑ και επομένως περιέχουν διάφορες προσμίξεις κυρίως οργανικού υλικού. Αντίθετα τα υλικά που προέρχονται από διαλογή στην πηγή, απορροφούνται πολύ πιο εύκολα από την αγορά δευτερογενών προϊόντων, όντας περισσότερο καθαρά. Στη συνέχεια παρατίθενται στοιχεία αναφορικά με τις δυνατότητες και τα προβλήματα διάθεσης καθενός υλικού στην αγορά:

- **Χαρτί**: χωρίζεται σε κατηγορίες/ ποιότητες, ανάλογα με την ποιότητα των ινών του και την ύπαρξη ξένων προσμίξεων. Ιδιαίτερα στην περίπτωση που το χαρτί προέρχεται από σύμμεικτα απορρίμματα, αν και με τη χειροδιαλογή δύναται να προκύψουν μεγάλα ποσοστά ανά κατηγορία, η εμπορευσιμότητά του επιβαρύνεται λόγω των προσμίξεων. Το χαρτί αποτελεί την ταχύτερα αναπτυσσόμενη αγορά για δευτερογενή υλικά στην Ελλάδα, και αποτελεί την κύρια κατηγορία υλικών–στόχων. Οι γενικές απαιτήσεις για να είναι αποδεκτό το χαρτί στην αγορά είναι να είναι καθαρό κλάσμα, απαλλαγμένο από προσμίξεις άλλων υλικών(πλαστικά, ζελατίνες, εξώφυλλα, κλασέρ, μέταλλα, οργανικά ή άλλα υλικά) και να μην περιέχει υγρασία. Οι τιμές πώλησης του παλιού χάρτου παρουσιάζουν διακυμάνσεις, επηρεαζόμενες από τη διαμόρφωση της τιμής του στη διεθνή αγορά. Οι τιμές αυτές κυμαίνονται από 35 – 170 € / τόνο ανάλογα με την ποιότητα του χαρτιού.

- **Μέταλλα**: Η ανακύκλωση σιδηρούχων μετάλλων αφορά κυρίως τα σιδερένια κουτιά που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία και αποτελούνται από χάλυβα, με λεπτή εσωτερική επικάλυψη κασσίτερου (tin cans) για να αποφεύγεται η σκωρία και να προστατεύεται το περιεχόμενο του κουτιού. Στο σύνολό τους, οι εταιρίες δηλώνουν ικανότητα και επιθυμία να απορροφήσουν το σύνολο της ανακτήσιμης ποσότητας scrap μετάλλων. Οι τιμές που επιτυγχάνονται για τα σιδηρούχα μέταλλα είναι της τάξης των 120 – 130 € / τόνο αλλά τονίζεται ότι οι τιμές εξαρτώνται κατά πολύ από το είδος, το βαθμό συμπίεσης και την καθαρότητα του scrap. Η βασική κατηγορία μη σιδηρούχων μετάλλων είναι το αλουμίνιο. Η ανακύκλωση αλουμινίου αφορά κυρίως τα κουτιά αναψυκτικών και μπύρας. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του αλουμινίου είναι η πολύ υψηλή τιμή που έχει το υλικό ως scrap, κάτι που ευνοεί την ανακύκλωσή του σε υψηλά ποσοστά. Τα κουτιά του αλουμινίου μπορούν να ανακυκλωθούν πολλαπλές φορές χωρίς το τελικό προϊόν να υστερεί σε ποιότητα, όπως συμβαίνει με το χαρτί. Οι τιμές που επιτυγχάνονται για το scrap αλουμινίου είναι της τάξης των 1.000 € / τόνο αλλά τονίζεται ότι οι τιμές εξαρτώνται κατά πολύ από το είδος, το βαθμό συμπίεσης και την καθαρότητά του.

- **Γυαλί**: Το γυαλί, σε αντίθεση με το χαρτί, μπορεί να ανακυκλωθεί πολλές φορές χωρίς αλλοίωση και χαρακτηρίζεται από μηδενική διαπίδυση προς το περιεχόμενό του. Για τους λόγους αυτούς, το γυαλί θεωρείται για πολλές χρήσεις το φιλικότερο προς το περιβάλλον υλικό. Η ανακύκλωση του γυαλιού αφορά μπουκάλια, γυάλινα δοχεία, τζάμια, πιάτα, γυαλιά υψηλής αντοχής σε θερμότητα και κρύσταλλα. Κατά τη συλλογή, θραύεται προκειμένου να μειωθεί ο όγκος του και δημιουργείται το υαλόθραυσμα. Η αύξηση της ανακύκλωσης του γυαλιού περιορίζεται από την διαφορετική χημική σύσταση των φιαλών, το διαφορετικό χρωματισμό τους και το κόστος μεταφοράς. Επιπλέον, οι προδιαγραφές του υαλοθραύσματος που αναπτύσσονται διεθνώς αποτελούν ακόμα ένα πρόβλημα το οποίο οδηγά στη χρήση του ανακυκλωμένου γυαλιού για την παραγωγή συγκεκριμένων μόνο γυάλινων προϊόντων. Στην Ελλάδα υπάρχει μόνο μία βιομηχανική μονάδα που μπορεί να απορροφήσει scrap γυαλιού, ενώ το υπόλοιπο μπορεί να εξαχθεί. Η τιμή διάθεσης του γυαλιού κυμαίνεται από 30 – 50 € /τόνο ανάλογα με τις διάφορες ποιότητές του, όσον αφορά το χρώμα, και την καθαρότητά του από ξένες ύλες

- **Πλαστικό**: Τα πλαστικά προϊόντα είναι υλικά υψηλής τεχνολογίας και ποιότητας, χαμηλής τιμής και πολύ πρακτικά και χρήσιμα για τη συσκευασία πολλών προϊόντων. Τα διάφορα είδη πλαστικών συσκευασιών σχετίζονται με την πρώτη ύλη του πολυμερούς (πολυαιθυλένιο – PE, τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο – PET, πολυπροπυλένιο – PP, πολυστυρένιο – PS, πολυκαρβονικό –PC, πολυβινυλοχλωρίδιο – PVC). Σε γενικές γραμμές ο ρυθμός ανακύκλωσης των πλαστικών είναι χαμηλός συγκριτικά με τα υπόλοιπα ανακυκλώσιμα υλικά. Η ανακύκλωση των πλαστικών αφορά κυρίως PET και PE (για προϊόντα όπως διάφορα υποβοηθητικά υλικά για επιστρώσεις και επενδύσεις, σχοινιά και σπάγγοι, γεωυφάσματα, επιστρώσεις δαπέδων, δεξαμενές, κάδους, γλάστρες, κλπ). Δεν υπάρχει ενδιαφέρον για ανάμικτο πλαστικό, αφού δεν γίνεται να αναγεννηθεί με μηχανική διεργασία στην Ελλάδα Οι τιμές των πλαστικών διαμορφώνονται ανάλογα με την κατάσταση που διατίθεται το ανακτώμενο υλικό και είναι της τάξης των 80 – 350 € / τόνο ανάλογα με τον τύπο του πλαστικού, την καθαρότητα του υλικού τόσο ως προς προσμίξεις ξένων ουσιών, όσο και ως προς προσμίξεις με άλλα πλαστικά.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω η διάθεση των ανακυκλώσιμων υλικών τα οποία προέρχονται από την μηχανική επεξεργασία των ΑΣΑ (κυρίως των σύμμεικτων) αντιμετωπίζει προβλήματα λόγω των προσμίξεων που περιέχονται στα υλικά αυτά και των αυστηρών προδιαγραφών που τίθενται από τους τελικούς χρήστες. Σε κάθε περίπτωση τα υλικά αυτά δεν δύνανται να ανταγωνιστούν τα αντίστοιχα υλικά που προέρχονται από συστήματα ανακύκλωσης με διαλογή στην πηγή, τα οποία πωλούνται σε υψηλότερες τιμές και δύνανται να αξιοποιηθούν σε πολύ περισσότερες χρήσεις. Μόνο το scrap μετάλλων φαίνεται να διαθέτει σημαντική αξία μεταπώλησης, αποφέροντας τα σημαντικότερα έσοδα για τις μονάδες. Τα υπόλοιπα υλικά δύνανται να αξιοποιηθούν μόνο εφόσον είναι υψηλής καθαρότητας γεγονός το οποίο συνεπάγεται σημαντική αύξηση του κόστους επεξεργασίας στη μονάδα, η οποία ενδέχεται να την καταστήσει μη βιώσιμη.

5.14.8 Συνεισφορά στους εθνικούς και ευρωπαϊκούς στόχους της πολιτικής διαχείρισης των ΑΣΑ

Η μηχανική επεξεργασία συμβάλλει μεταξύ άλλων στην επίτευξη των στόχων για την αξιοποίηση των υλικών συσκευασίας, είτε μέσω της ανάκτησης και ανακύκλωσης των υλικών είτε μέσω της ενεργειακής τους αξιοποίησης. Η αξιοποίηση των ανακυκλώσιμων αποβλήτων που προέρχονται από εφαρμογή προγράμματος διαλογής στην πηγή, είναι δυνατή και τα υλικά αναμένεται να απορροφηθούν εύκολα από την αγορά λόγω της υψηλής καθαρότητάς τους.

Αντίθετα η επεξεργασία σύμμεικτων ΑΣΑ οδηγεί στην παραγωγή λιγότερο καθαρών ανακυκλώσιμων υλικών τα οποία και πάλι μπορούν να διατεθούν στην αγορά (ιδιαίτερα τα μέταλλα).

Επιπλέον μέσω της ανάκτησης και ανακύκλωσης χαρτιού η μηχανική επεξεργασίας συμβάλει και στην επίτευξη των στόχων για τη μείωση των ΒΑΑ που οδηγούνται σε υγειονομική ταφή.

6 Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ.

6.1 Περιοχή Μελέτης - Περιγραφή της Περιφέρειας Αττικής

Με τον όρο Αττική εννοούμε την περιφέρεια Αττικής, που βρίσκεται στην κεντρική Ελλάδα και ειδικότερα καταλαμβάνει το νοτιοανατολικό τμήμα της Στερεάς Ελλάδας. Έχει έκταση 3.808 χλμ2 και καλύπτει το 2,9% της συνολικής έκτασης της χώρας. Έχει έδρα την Αθήνα, την διοικητική πρωτεύουσα της Ελλάδας και περιλαμβάνει ουσιαστικά μόνο τον νομό Αττικής.

6.1.1 Γεωγραφικά Δεδομένα

Ο νομός Αττικής αποτελεί τον πιο πυκνοκατοικημένο νομό της Ελλάδος, εφόσον σε αυτόν ανήκουν η πρωτεύουσα Αθήνα, και το μεγαλύτερο λιμάνι της Ελλάδας, το λιμάνι της πόλης του Πειραιά.

Γεωγραφικά ο Νομός Αττικής χωρίζεται σε δύο μεγάλες υποενότητες, την περιφέρεια πρωτευούσης και το υπόλοιπο Αττικής. Η περιφέρεια πρωτευούσης περιλαμβάνει το πολεοδομικό συγκρότημα της Αθήνας (μαζί με τον Πειραιά) και οριοθετείται από τον Σαρωνικό κόλπο και τα βουνά της Πάρνηθας, του Υμηττού και της Πεντέλης, που ορίζουν το λεκανοπέδιο Αττικής. Η έκταση της περιφέρειας πρωτευούσης είναι 427 χλμ2 καλύπτει το 11,2% της συνολικής έκτασης της Περιφέρειας Αττικής και διαρκώς αυξάνει τα τυπικά της όρια εκτός περιοχής λεκανοπεδίου.

Εικόνα 6-1:Χάρτης με την Απεικόνιση της Αττικής

Το υπόλοιπο Αττικής καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της έκτασης της Περιφέρειας Αττικής. Ειδικότερα, έχει έκταση 3.381 χλμ2 και καλύπτει το 88,8% της συνολικής έκτασης της Περιφέρειας. Χωρίζεται στην δυτική, βόρεια και ανατολική Αττική και το υπόλοιπο της νομαρχίας Πειραιά όπου ανήκουν από διοικητικής άποψης η Σαλαμίνα, η Αίγινα, η Ύδρα, ο Πόρος, οι Σπέτσες, τα Κύθηρα και τα Αντικύθηρα, καθώς και η επαρχία Τροιζηνίας που βρίσκεται στην Πελοπόννησο.

6.2 Διοικητική Διαίρεση

6.2.1 Νομαρχίες Αττικής

Ο Νομός Αττικής διασπάται σε τέσσερις νομαρχίες που προστίθενται αυτόνομα στον αριθμό των λοιπών νομών της Ελλάδος, τη Νομαρχία Αθηνών, τη Νομαρχία Πειραιώς, τη Νομαρχία Ανατολικής Αττικής και τη Νομαρχία Δυτικής Αττικής.

Στη Νομαρχία Αθηνών εντοπίζεται το αστικό κομμάτι της πρωτεύουσας μαζί με τα προάστιά της σε ύφος πιο ήπιας δόμησης, συγκεντρώνοντας αρκετά υψηλές αξίες σε σύγκριση με το κέντρο, σε αντίθεση με άλλες ευρωπαϊκές πόλεις.

Στη Νομαρχία Πειραιώς εντοπίζεται η ναυτιλιακή πόλη του Πειραιά, μαζί με τις χερσαίες εργατουπόλεις και προάστιά του, αλλά και τις νήσους του Αργοσαρωνικού Κόλπου που δε θα μπορούσαν να απουσιάζουν από ένα τόσο σημαντικό λιμένα της Ελλάδος.

Η Νομαρχία Ανατολικής Αττικής καταλαμβάνει το βορειοανατολικό και το νοτιοανατολικό χερσαίο άκρο του Νομού, όπισθεν των ορέων που τη χωρίζουν από το "κλεινόν άστυ".

Στη Νομαρχία Δυτικής Αττικής εντοπίζεται το σύγχρονο δυτικό άκρο του νομού, από τα δυτικά όρη του άστεως και περίπου έως τον Ισθμό της Κορίνθου που τη χωρίζουν από την Πελοπόννησο.

6.3 Τοπογραφική Διαίρεση

6.3.1 Ζώνες Αττικής

Η Αττική, για τις ανάγκες αναλυτικής ή συγκεντρωτικής μελέτης της χωρίζεται άτυπα σε επτά ζώνες, λαμβάνοντας υπόψη στοιχεία γεωγραφικής, κοινωνικοοικονομικής και ιστορικής φύσεως. Στη ζώνη Α' εντάσσεται η Πόλη των Αθηνών, στη Β' η Βορειοανατολική Αττική, στη ζώνη Γ' βρίσκουμε τη Νοτιοανατολική Αττική και στη ζώνη Δ' τη Δυτική Αττική. Στη ζώνη Ε' εντοπίζεται η Πόλη του Πειραιώς και στη ΣΤ' οι Νήσοι του Αργοσαρωνικού. Τέλος στη ζώνη Ζ' εντάσσονται τα Μεσόγεια με τη Λαυρεωτική.

Αναλυτικά, η ζώνη Α εντοπίζεται στο κέντρο του άστεως των Αθηνών που επεκτείνεται προς πάσα κατεύθυνση στα δυτικά, τα βορειοανατολικά και τα νοτιοανατολικά, λαμβάνοντας υπόψη τους φυσικούς περιορισμούς των βουνών που το περιβάλλουν. Η καρδιά της πόλης εντοπίζεται στη ζώνη Α της Αθήνας όπου είναι εγκατεστημένος ο Δήμος Αθηναίων, τον οποίο περιβάλλουν τα βόρεια, τα νότια και τα δυτικά προάστια των Αθηνών, ήτοι δήμοι που εντάσσονται διοικητικά στη Νομαρχία Αθηνών.

Η ζώνη Β' καταλαμβάνει το βορειοανατολικό κομμάτι της Αττικής, από την Αθήνα μέχρι τον ευβοϊκό κόλπο. Η ζώνη αυτή ξεκινάει από τα βόρεια προάστια των Αθηνών στη βόρεια και τη βορειοανατολική διέξοδο από το λεκανοπέδιο, συνεχίζει στα περίχωρα και φτάνει έως τις παραθαλάσσιες κωμοπόλεις και χωριά της βορειοανατολικής Αττικής.

Εικόνα 6-2: Ζώνες Αττικής

Η ζώνη Γ καταλαμβάνει το νοτιοανατολικό κομμάτι της Αττικής που κοιτάζει στο Σαρωνικό κόλπο. Ξεκινάει από τα νότια προάστια του λεκανοπεδίου και εκτείνεται νοτιοανατολικά κατά μήκος της παραλιακής γραμμής του Σαρωνικού και περιμετρικά του Υμηττού, εναρμονιζόμενη με τη ζώνη της Λαυρεωτικής, στη νοτιοανατολική διέξοδο του λεκανοπεδίου.

Η ζώνη Δ εσωκλείει περιφερειακούς δήμους των Αθηνών από τα Τουρκοβούνια έως τις παρυφές του Ποικίλου Όρους στη δυτική και στη βορειοδυτική διέξοδο από το λεκανοπέδιο, μέχρι και την Κινέτα στο δυτικό άκρο της Αττικής, κατά μήκος της παραλιακής γραμμής του Θριασίου Πεδίου και των κολπίσκων της Ελευσίνας.

Στη ζώνη Ε εντοπίζεται το επίνειο των Αθηνών, ο Πειραιάς. Η πόλη του Πειραιά αποτελείται από το σύγχρονο Δήμο Πειραιώς και τους περιφερειακούς δήμους που εντάσσονται στη Νομαρχία Πειραιώς στο χερσαίο κομμάτι της Αττικής.

Η ζώνη ΣΤ' περιλαμβάνει τις νήσους του Αργοσαρωνικού, από τη Σαλαμίνα και το λιμένα της Τροιζήνας, έως τα Κύθηρα και τα Αντικύθηρα στο νοτιοανατολικό άκρο της Πελοποννήσου.

Στη ζώνη Ζ εντοπίζεται τέλος η κοιλάδα των Μεσογείων που περιβάλλεται από τα όρη του Υμηττού, της Πεντέλης, το Πάνειο και το Αιγαίο. Πέρα από το Πάνειο όρος εντοπίζεται η Λαυρεωτική, στο νοτιοανατολικό άκρο της Αττικής που συναντά τη ζώνη Γ παραλιακά έως τον Υμηττό.

6.4 Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Η Περιφέρεια Αττικής συγκεντρώνει ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού της χώρας. Σύμφωνα με την επίσημη απογραφή του 2001 της Ελληνικής στατιστικής υπηρεσίας ο πληθυσμός της Περιφέρειας ανερχόταν σε 3.761.810 κατοίκους και κάλυπτε το ένα τρίτο (36%) του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού της Αττικής άρχισε να φθίνει σταδιακά. Κατά την δεκαετία του 90 όμως και κυρίως χάρη στην μετανάστευση ανακόπηκε η πτώση. Ο σημερινός πληθυσμός ετεροδημοτών στην περιφέρεια υπολογίστηκε στις 1.142.056 και ο αριθμός αλλοδαπών στις 376.732. Πιθανότατα ο πραγματικός αριθμός των αλλοδαπών είναι μεγαλύτερος όμως, καθώς υπάρχει σημαντικό ποσοστό παράνομων μεταναστών που ίσως ήθελαν να αποφύγουν την απογραφή τους.

Η Αττική είναι μία από τις τέσσερις περιφέρειες της χώρας στις οποίες σημειώνεται φυσική αύξηση του πληθυσμού, με αυξανόμενο μάλιστα ρυθμό από το 1999. Μεταξύ των απογραφών 1991 και 2001 ο πληθυσμός της αυξήθηκε 6,8%, αύξηση σχεδόν ίση με του συνόλου της χώρας (6,9%).

6.5 Οικονομικά Στοιχεία

Η Περιφέρεια Αττικής, με έδρα την Αθήνα, παράγει 38% του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος της χώρας. Στην περιφέρεια παράγεται 3,2% του προϊόντος του αγροτικού τομέα της χώρας, 38% της μεταποίησης (ποσοστό αυξανόμενο τα τελευταία χρόνια) και 41% των υπηρεσιών, από τις οποίες προέρχονται τα 4/5 του προϊόντος της. Με κατά κεφαλή προϊόν 14,8 χιλ. ευρώ το 2003, κατατάσσεται 3η με βάση το κριτήριο αυτό, μετά τη Στερεά Ελλάδα και το Νότιο Αιγαίο, με 106% του μέσου όρου της Ελλάδας. Με το κατά κεφαλή προϊόν της Ελλάδας να αντιστοιχεί σε 80,9% του μέσου της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 25 το 2003 σύμφωνα με την Eurostat, της αναλογεί ΑΕΠ ανά κάτοικο ίσο με 86% του μέσου της ΕΕ-25, με αποτέλεσμα να κινδυνεύει να τεθεί εκτός του Στόχου 1 για μαζικές κοινοτικές χρηματοδοτήσεις σε έργα υποδομής (η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προτείνει να λαμβάνουν μαζί με το Ν. Αιγαίο και τη Στερεά Ελλάδα μόνο το 2/3 των χρηματοδοτήσεων που θα ελάμβαναν αν ήταν επιλέξιμες για τον Στόχο 1). Με δηλωθέν εισόδημα 14,9 χιλ. ευρώ ανά φορολογούμενο το 2003 (άνοδος 5%, 119% του μέσου όρου της Ελλάδας), οι φορολογούμενοι του πλήρωσαν το 2003 κατά μέσο όρο για φόρο εισοδήματος 1.570 ευρώ, έναντι μέσου όρου χώρας 1.076.

Έχει το 5ο χαμηλότερο ποσοστό ανεργίας στη χώρα, μετά την άνοδο κατά 0,6 μονάδες το 2004 στο 9,2% του εργατικού δυναμικού με μέσο χώρας 10,5%. Στην περιφέρεια αναλογεί 30% των συνολικών επενδύσεων στη χώρα το 2002 και 35% των επενδύσεων στη μεταποίηση. Την πενταετία 1997 - 2001 δόθηκαν 1.655 άδειες λειτουργίας μεταποιητικών επιχειρήσεων, 40% των συνολικών, με τον αριθμό τους να αυξάνεται σημαντικά το 2001 (4.094 σε ολόκληρη την Ελλάδα). Στις επιχειρήσεις της αναλογεί 38% των επενδύσεων των βιομηχανικών επιχειρήσεων της χώρας την περίοδο 2000-2001, σύμφωνα με την Ετήσια Βιομηχανική Έρευνα της ΕΣΥΕ, οι οποίες το 2001 αυξήθηκαν 9%.

Στην Αττική αναλογεί 40% των φορολογουμένων (+ 0,6% το 2002), 47,6% του δηλωθέντος εισοδήματος της χώρας (+6,9%) και 58,8% του φόρου εισοδήματος φυσικών προσώπων (+6,9%). Συγκεντρώνει τον κύριο όγκο των αποταμιευτικών καταθέσεων, 50% το 2003. Στις επιχειρήσεις που έχουν την έδρα τους στην περιοχή αναλογεί ποσοστό 69% του κύκλου εργασιών των μεταποιητικών μονάδων της χώρας, 71% των κατασκευαστικών και 58% των εμπορικών. Στα ξενοδοχεία της αναλογεί ποσοστό 9% (το 2002 με 9,8% το 2001) των διανυκτερεύσεων αλλοδαπών, η 4η μεγαλύτερη συμμετοχή μετά το Νότιο Αιγαίο, την Κρήτη και τα Νησιά του Ιονίου. Της αναλογεί 1,8% των καλλιεργούμενων εκτάσεων στη χώρα, 34% της παραγωγής αυγών (1η στη χώρα) και 5% της παραγωγής κρέατος το 2003. Οι πωλήσεις καινούριων επιβατικών αυτοκινήτων αυξήθηκαν 12% το 2004, στις 149 χιλ. ή 51% των συνολικών, με τον αριθμό αυτοκινήτων ανά 100 κατοίκους υψηλό (49 με μέσο χώρας 33). Στα πλαίσια του Γ' Κ.Π.Σ. (2000-2006), ο συνολικός προϋπολογισμός του Π.Ε.Π. Αττικής ανέρχεται στα 1.426 εκ. ευρώ. Η συνολική κοινοτική συμμετοχή ανέρχεται σε 1.120 εκατ. ευρώ, και από αυτά ως τις 31/12/2004 είχε απορροφηθεί το 37%.

6.6 Περιγραφή της Υπάρχουσας Κατάστασης Διαχείρισης ΑΣΑ στην Περιφέρεια Αττικής

Το ζήτημα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων είναι εξαιρετικά σοβαρό και επείγον, η δε πολύχρονη κωλυσιεργία έχει οδηγήσει σε εκρηκτικές καταστάσεις ιδίως κατά το τελευταίο διάστημα. Η διαχείριση των στερών αποβλήτων όπως άλλωστε και όλα τα θέματα που σχετίζονται με το περιβάλλον, τη δημόσια υγεία και τη βιώσιμη ανάπτυξη, πρέπει να αντιμετωπίζεται με αποτελεσματικότητα και διαφάνεια όπως αυτή προβλέπεται από το διεθνές και ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο που διέπει την ελεύθερη πρόσβαση στην περιβαλλοντική πληροφορία (Σύμβαση του Aarhus) και να αποτελούν αντικείμενο κοινωνικής διαβούλευσης. Μέχρι σήμερα η διαχείριση των στερεών αποβλήτων δεν έχει αντιμετωπισθεί επαρκώς από τους έχοντες την ευθύνη φορείς της πολιτείας. Περιπτώσεις όπως: της διαχείρισης της ιλύος της Ψυττάλειας, της κατάστασης του ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων, του Κουρουπητού κλπ, είναι ενδεικτικές της κατάστασης που επικρατεί.

Η ανυπαρξία Περιφερειακού Χωροταξικού Σχεδιασμού και η έλλειψη θεσμοθετημένων χρήσεων γης επιδεινώνουν το πρόβλημα καθώς στο νεφελώδες αυτό καθεστώς εκτρέφονται φαινόμενα πελατειακών σχέσεων και στρεβλής επίκλησης του περιβάλλοντος, που εκφράζονται για παράδειγμα με πλήρη άρνηση στην αποδοχή δημιουργίας οργανωμένου ΧΥΤΑ στα διοικητικά όρια δήμων των οποίων οι κάτοικοι την ίδια στιγμή σιωπηρά αποδέχονται την ύπαρξη Χ.Α.Δ.Α, που καπνίζουν σε μόνιμη βάση και οι οποίοι αποτελούν εστίες πυρκαγιών, έχουν επιπτώσεις στην δημόσια υγεία, στο περιβάλλον (ατμόσφαιρα, υπόγεια νερά) ενώ προσβάλλουν βάναυσα το τοπίο. Αιχμή του δόρατος λόγω των ποσοτήτων και της διασποράς τους αποτελούν τα ΑΣΑ.

Αστοχίες στην διαχείρισή τους έχουν κοστίσει υψηλά πρόστιμα στη χώρα μαζί με την συνακόλουθη δυσφήμιση, καθώς η χώρα βρίθει ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης. Υπάρχουν ωστόσο και άλλες κατηγορίες αποβλήτων όπως τα επικίνδυνα για τα οποία παρατηρούνται καθυστερήσεις στην εφαρμογή της νομοθεσίας, καθώς επίσης και τα ιατρικά από υγειονομικές μονάδες . Λόγω της μη υλοποίησης του Εθνικού Σχεδιασμού και των Περιφερειακών Σχεδιασμών –όπου αυτοί υπάρχουν- για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων, απειλούνται απεντάξεις έργων από χρηματοδοτήσεις π.χ. του Ταμείου Συνοχής αλλά και άλλων προγραμμάτων. Σε αυτή την περίπτωση τα αντίστοιχα έργα θα πρέπει να χρηματοδοτηθούν από τον κρατικό προϋπολογισμό προκειμένου να ολοκληρωθούν, ιδίως αν αυτά έχουν προχωρήσει.

Η μη έγκαιρη αντιμετώπιση κρίσιμων ζητημάτων επιβαρύνει τις συνθήκες υγιεινής των κατοίκων του Λεκανοπεδίου που παραμένουν όμηροι ενός και μόνο ΧΥΤΑ και τους εργαζομένους σε αυτόν.

6.7 Προέλευση-Ποσότητα & σύνθεση Συμμείκτων Απορριμμάτων στο Ν.Αττικής

6.7.1 Γενικά

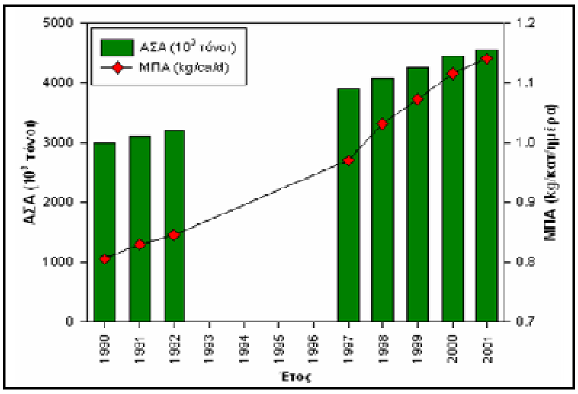
Οι κυριότερες πηγές παραγωγής Αστικών Σ.Α., είναι οι κατοικίες, τα εμπορικά καταστήματα και άλλες «αστικές» δραστηριότητες (π.χ. εστιατόρια, καφετέριες, ξενοδοχεία κ.λπ.). Σε αυτήν την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται και Σ.Α. που παράγονται από άλλες δραστηριότητες, αλλά προσομοιάζουν με τα αστικά απορρίμματα.

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

Σύμφωνα με τα στοιχεία του 2001 στην Ελλάδα παράγονται περί τα 4,6 εκ. τόνοι αστικών στερεών αποβλήτων, που περιλαμβάνουν κυρίως τα απόβλητα που προέρχονται από κατοικίες, καθώς και ένα μέρος των στερεών αποβλήτων που παράγονται από εμπορικές δραστηριότητες και συλλέγονται από του Δήμους.

Διαχρονικά, παρατηρείται τάση σημαντικής αύξησης της Παραγωγής απορριμμάτων με το χρόνο, η οποία την περίοδο 1991-1997 ανήλθε σε ποσοστό 4% ετησίων. Η αύξηση αυτή μπορεί να αποδοθεί στην αστικοποίηση, την αύξηση του τουρισμού και κυρίως την αντίστοιχη αύξηση του ΑΕΠ που συνοδεύτηκε από άνοδο του βιοτικού επιπέδου και αύξηση της κατανάλωσης.

Η μέση ημερήσια παραγωγή αστικών αποβλήτων ανά κάτοικο στην Ελλάδα για το 1997 ανήλθε σε 0,97 Kg/κάτοικο, ενώ για το 2001 εκτιμάται σε 1,14 kg/κάτοικο , τιμή που παραμένει κατώτερη από τον αντίστοιχο μέσο όρο της ΕΕ, 1,48 Kg/κάτοικο/ημέρα.



Σχήμα 6-1:Διαχρονικές Μεταβολές (1991-2001) της παραγωγής απορριμμάτων στην Ελλάδα

6.8 Διαχρονική Εξέλιξη της Παραγωγής Αστικών Στερεών Αποβλήτων & Δείκτες

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

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

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι η ποσότητα των 1.775.050 t/έτος Α.Σ.Α.. είναι σύμφωνη με την εκτιμηθείσα στην εγκεκριμένη μελέτη με τίτλο «Στρατηγική Διαχείρισης Βιοαποδομήσιμων Αποβλήτων στην Ελλάδα», που εκπονήθηκε για λογαριασμό του ΥΠΕΧΩΔΕ. Σύμφωνα με την μελέτη αυτή η παραγωγή Α.Σ.Α. στην Περιφέρεια Αττικής εκτιμήθηκε ότι ανέρχεται σε 1.780.000 t κατά το έτος 2001.

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

Πρόκειται για εκτίμηση η οποία, βασίζεται σε δεδομένα επίσημων απογραφών (ΕΣΥΕ), έχουν συμπεριληφθεί τα επίσημα ζυγολόγια του ΕΣΔΚΝΑ και είναι σύμφωνη με την κείμενη νομοθεσία σχετικά με τον Εθνικό και Περιφερειακό Σχεδιασμό Διαχείρισης (μη επικίνδυνων) στερεών αποβλήτων. Σε κάθε περίπτωση αυτή η εκτίμηση, είναι προς την πλευρά της ασφάλειας.

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

Α. Λόγω της αναμενόμενης ετήσιας αύξησης του πληθυσμού

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

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

Λαμβάνοντας υπόψη κύρια τα ανθρωπογεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, την συνεχή άνοδο του βιοτικού επιπέδου των τελευταίων χρόνων και την αλλαγή του τρόπου διαβίωσης γίνεται αποδεκτό ότι η αναμενόμενη αύξηση της παραγόμενης ποσότητας απορριμμάτων ανά κάτοικο, θα είναι της τάξης του 35% ανά εικοσαετία, ο δε ετήσιος αναμενόμενος ρυθμός αύξησης θα είναι περίπου 1,5%, Ένας επιπλέον λόγος που υιοθετήθηκε η ανωτέρω παραδοχή, είναι ότι αυτή είναι η παραδοχή, η οποία λήφθηκε ενιαία για όλη την Ελλάδα και όλες τις επιμέρους Περιφέρειες, ώστε να καταρτισθεί τόσο το Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Π.Ε.Σ.Δ.Α) Αττικής, όσο και το Στρατηγικό Σχέδιο Διαχείρισης Βιοαποδομήσιμων Αποβλήτων στην Ελλάδα. Μόνο με υιοθέτηση των ίδιων παραδοχών, θα μπορούσε να προκύπτουν διαχρονικά συγκρίσιμα αποτελέσματα. Με βάση αυτές τις παραδοχές, οι οποίες κρίνονται εξαιρετικά ασφαλείς, προκύπτει μια ασφαλής προσέγγιση για την προβλεπόμενη παραγωγή απορριμμάτων του συνόλου της Περιφέρειας, μη συμπεριλαμβανομένων όμως και δεδομένων που αφορούν τους ποσοτικούς στόχους αστικών και άλλων ειδών αποβλήτων που προβλέπεται στο (Π.Ε.Σ.Δ.Α) Αττικής.

Κατά την εκτίμηση της διαχρονικής εξέλιξης της παραγωγής Α.Σ.Α, γίνονται εκτιμήσεις 20-ετίας με προβολή για 2 έτη του χρονικού ορίζοντα της μελέτης του (Π.Ε.Σ.Δ.Α) Αττικής 2008 –2028 και κατανομή της παραγόμενης ποσότητας ανά ΟΕΔΑ.

Πίνακας 6-1: Διαχρονική Εξέλιξη Ετήσιας Παραγωγής ΑΣΑ (t/έτος) ανά ΟΕΔΑ στην Υπ. Αττική (Φραντζής et al. 2009)

ΕΤΟΣ	(Α.Σ.Α.) ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	(Α.Σ.Α.) ΟΕΔΑ Δ.ΑΤΤΙΚΗΣ	(Α.Σ.Α.) ΟΕΔΑ ΒΔ ΑΤΤΙΚΗΣ	(Α.Σ.Α.) ΟΕΔΑ ΝΑ ΑΤΤΙΚΗΣ
2001	1.774.000	1.519.005	127.500	127.500
2008	1.968.865	1.685.860	141.502	141.502
2010	2.028.373	1.736.815	145.779	145.779
2013	2.121.027	1.816.150	152.438	152.438
2020	2.354.011	2.015.645	169.183	169.183
2028	2.651.776	2.270.610	190.583	190.583

Πίνακας 6-2: Διαχρονική Εξέλιξη Ημερήσιας Παραγωγής ΑΣΑ (t/ημ) ανά ΟΕΔΑ στην Υπ.Αττική(Φραντζής et al. 2009)

ΕΤΟΣ	(Α.Σ.Α.) ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	(Α.Σ.Α.) ΟΕΔΑ Δ.ΑΤΤΙΚΗΣ	(Α.Σ.Α.) ΟΕΔΑ ΒΔ ΑΤΤΙΚΗΣ	(Α.Σ.Α.) ΟΕΔΑ ΝΑ ΑΤΤΙΚΗΣ
2001	4.860	4.162	349	349
2008	5.394	4.619	388	388
2010	5.557	4.758	399	399
2013	5.811	4.976	418	418
2020	6.449	5.522	464	464
2028	7.265	6.221	522	522

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ανωτέρω Πίνακα εκτιμάται ότι η ετήσια παραγωγή ΑΣΑ της περιοχής μελέτης κατά την χρονική περίοδο αναφοράς του παρόντος σχεδιασμού, ήτοι 2008 ανέρχεται σε 1.968.865 τόνους περίπου.

Δεδομένου ότι ο σχεδιασμός έργων επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων γίνεται με προοπτική 20-ετίας το έτος 2028, οι αντίστοιχοι υπολογισμοί με χρονική αφετηρία το 2001 και ενδιάμεσα στάδια τα έτη-στόχοι για εκτροπή βιοαποδομήσιμου κλάσματος και τη διαχείριση των αποβλήτων συσκευασίας, και μετά από στρογγυλοποίηση, φαίνονται στον παραπάνω Πίνακες.

6.9 Διαχρονικές Μεταβολές Ποιοτικής Σύστασης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Η ποιοτική σύσταση των απορριμμάτων είναι παράμετρος δυναμική, τόσο τοπικά όσο και χρονικά. Έτσι, τοπικά, η σύσταση των απορριμμάτων μπορεί να διαφοροποιείται έντονα από χώρα σε χώρα, αλλά και μέσα στην ίδια χώρα από Περιφέρεια σε Περιφέρεια, από νομό σε νομό αλλά ακόμη και μέσα στην ίδια πόλη από περιοχή σε περιοχή. Χρονικά, η σύσταση των απορριμμάτων μπορεί επίσης να μεταβάλλεται διαχρονικά, από έτος σε έτος, από εποχή σε εποχή αλλά ακόμη και από ημέρα σε ημέρα της εβδομάδας. Και τούτο γιατί υπεισέρχονται πολλοί παράγοντες που ξεκινούν από τις καταναλωτικές και διαιτολογικές συνήθειες των κατοίκων της περιοχής, τις προτιμώμενες συσκευασίες και το σύνολο των δραστηριοτήτων τους. Έτσι παραδείγματος χάριν τα ελληνικά απορρίμματα εμφανίζουν αύξηση του ποσοστού του ζυμώσιμου κλάσματός τους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, λόγω της αυξημένης κατανάλωσης φρούτων και νωπών λαχανικών.

Η γνώση της σύστασης των παραγόμενων ΑΣΑ είναι ιδιαίτερης σημασίας για την εκπόνηση σχεδίων διαχείρισης απορριμμάτων, στο σύνολό τους. Οι ενδεχόμενες μεταβολές στην ποιοτική σύσταση των παραγόμενων αποβλήτων στην πορεία του χρόνου, περιγράφουν στην πράξη τη μεταστροφή των καταναλωτικών συνηθειών και διαμορφώνουν τις μελλοντικές τάσεις παραγωγής ΑΣΑ. Τα στοιχεία αυτά είναι ιδιαίτερης σημασίας για τη χάραξη στρατηγικής διαχείρισης αποβλήτων σε τοπικό, περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο.

Σε ότι αφορά τη διαχρονική μεταβολή της ποιοτικής σύστασης των ΑΣΑ της Αττικής, έτσι όπως έχει μετρηθεί από το ΕΣΔΚΝΑ, την τελευταία εικοσαετία οι σημαντικότερες τάσεις αφορούν την ποσοστιαία μείωση των ζυμώσιμων υλικών και την αντίστοιχη αύξηση των αποβλήτων συσκευασίας και χαρτιού.

Πίνακας 6-3: Διαχρονική Μεταβολή της Ποιοτικής Σύστασης των Σύμμεικτων Απορριμμάτων της Αττικής (ΕΣΔΚΝΑ, 2008)

Κατηγορία Υλικών	**1982**	**1985**	**1991**	**1997**	**2005**	**2008**
Ζυμώσιμα	55,76	56,50	48,50	46,50	40,00	41,00
Χαρτί/Χαρτόνι	23,28	20,00	22,00	23,44	32,00	29,00
Πλαστικά	9,20	7,00	10,50	10,80	13,00	14,00
Μέταλλα	4,22	4,00	4,20	3,74	3,50	3,50
Γυαλί	2,79	2,70	3,50	3,42	2,50	3,50
Υ-Ξ-Λ-Δ	-	4,30	3,50	4,25	3,20	4,50
Αδρανή	1,82	1,00	3,30	3,58	2,50	1,50
Διάφορα	2,93	4,50	4,50	4,27	3,30	3,00
Σύνολο	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

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

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

Η μέθοδος δειγματοληψίας που εφαρμόστηκε στο πρόγραμμα βασίζεται στη συλλογή ‘από σπίτι σε σπίτι’. Τα δείγματα προέρχονται ‘από κατάλληλα επιλεγμένα τετράγωνα’. Τα δείγματα συλλέγονται από τους κάδους των στατιστικών τετράγωνων πριν την αποκομιδή τους από την υπηρεσία καθαριότητας κάθε Δήμου. Για την συλλογή των δειγμάτων χρησιμοποιούνται big-bags χωρητικότητας 1 m3. Μεταφέρονται με όχημα κλειστού τύπου στο κέντρο ταξινόμησης του Ε.Σ.Δ.Κ.Ν.Α. στα Άνω Λιόσια όπου ξεφορτώνονται και ζυγίζονται, πριν την διαλογή και ταξινόμηση των απορριμμάτων σε κατηγορίες. Το σύνολο των 124 Δήμων του Λεκανοπεδίου της Αττικής ομαδοποιήθηκε σε τρεις Ζώνες, βάσει των παρακάτω κοινωνικοοικονομικών κριτηρίων:

Α. Οικονομικά ενεργός ή μη πληθυσμός (λόγος R= ενεργός / μη ενεργός πληθ/μός)

Β. Επίπεδο μόρφωσης

Γ. Απασχόληση (εργοδότες και εργαζόμενοι)

<u>Ζώνη Ι- Υψηλού Μορφωτικού και Οικονομικού Έπιπέδου</u>

Στην κατηγορία αυτή εντάχθηκαν οι Δήμοι των οποίων:

α) ο λόγος του οικονομικά ενεργού πληθυσμού προς τον μη οικονομικά ενεργό πληθυσμό είναι μεγαλύτερος ή ίσος με 0,85. ($R \geq 0.85$)

β) το επίπεδο μόρφωσης των κατοίκων είναι αρκετά υψηλό και συγκεκριμένα οι πτυχιούχοι ανώτατης ή τεχνικής εκπαίδευσης είναι άνω του 30%. (ΠΕ+ΤΕ ≥ 30%)

γ) εργοδότες και εργαζόμενοι για δικό τους λογαριασμό (ελεύθεροι επαγγελματίες) αποτελούν άνω του 30% του συνολικού πληθυσμού. (Ε ≥ 30%)

<u>Ζώνη ΙΙ- Μεσαίου Μορφωτικού και Οικονομικού Έπιπέδου</u>

Στην κατηγορία αυτή εντάχθηκαν οι Δήμοι των οποίων:

α) ο λόγος του οικονομικά ενεργού πληθυσμού προς τον μη οικονομικά ενεργό πληθυσμό είναι μεταξύ 0.60 και 0.85. (0.85 >R > 0.60)

β) το επίπεδο μόρφωσης των κατοίκων είναι κάπως χαμηλότερο της Ζώνης Ι. (20 % < ΠΕ+ΤΕ < 30 %)

γ) το ποσοστό των εργοδοτών και εργαζομένων για δικό τους λογαριασμό κυμαίνεται μεταξύ 20% - 30%. (20 % < Ε < 30 %)

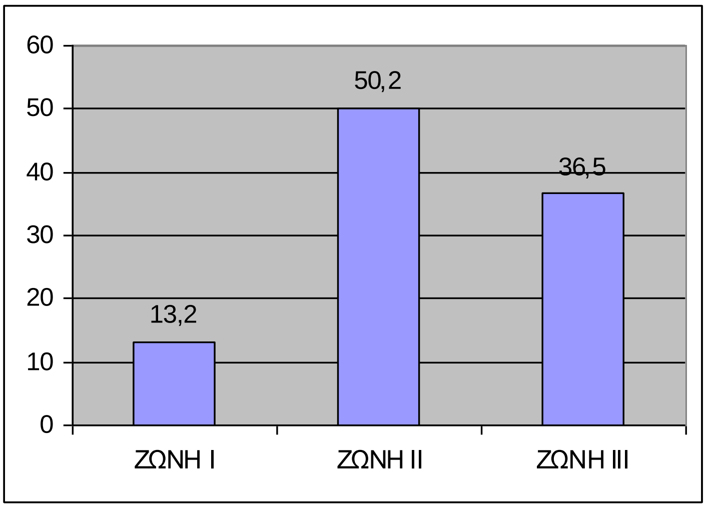
<u>Ζώνη ΙΙΙ- Χαμηλού Μορφωτικού και Οικονομικού Έπιπέδου</u>

Στην κατηγορία αυτή εντάχθηκαν οι Δήμοι των οποίων:

α) ο λόγος του οικονομικά ενεργού πληθυσμού προς τον μη οικονομικά ενεργό πληθυσμό είναι μικρότερος από 0.60. (R < 0,60)

β) το επίπεδο μόρφωσης των κατοίκων είναι χαμηλότερο. (ΠΕ+ΤΕ≤ 20%)

γ) το ποσοστό των εργοδοτών και εργαζομένων για δικό τους λογαριασμό είναι μικρότερο του 20% του συνολικού πληθυσμού. (Ε < 20%)



Διάγραμμα 6-1: Ποσοστιαία κατανομή πληθυσμού Λεκανοπεδίου Αττικής ανά ζώνη (Φραντζής et al. 2009)

Από τα μέχρι σήμερα στοιχεία (αναλύσεις ποιοτικής σύστασης για δύο εποχές-καλοκαίρι-Φθινόπωρο) μπορούμε να εξάγουμε τα παρακάτω συμπεράσματα:

Το ποσοστό των οργανικών στο σύνολο των απορριμμάτων το καλοκαίρι είναι μεγαλύτερο στη Ζώνη Ι, από ότι στις Ζώνες ΙΙ και ΙΙΙ.). Επίσης η Ζώνη Ι κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό του συνόλου των χάρτινων απορριμμάτων. Σε ότι αφορά τα πλαστικά οι Ζώνες Ι και ΙΙ έχουν σχετικά ψηλότερα ποσοστά συμμετοχής έναντι της Ζώνης ΙΙΙ. Επίσης η Ζώνη Ι διαφοροποιείται έναντι των άλλων δύο Ζωνών καθώς εμφανίζει τα μικρότερα ποσοστά συμμετοχής στις κατηγορίες Δ-Ξ-Λ.

Το ποσοστό των οργανικών στο σύνολο των απορριμμάτων το φθινόπωρο είναι μεγαλύτερο στη Ζώνη ΙΙΙ, από ότι στις Ζώνες Ι και ΙΙ. Επίσης οι Ζώνες Ι και ΙΙ κατέχουν το ίδιο ποσοστό του συνόλου των χάρτινων απορριμμάτων. Σε ότι αφορά τα πλαστικά απορρίμματα η Ζώνη Ι κατέχει σχετικά ψηλότερο ποσοστό 16% έναντι των Ζωνών ΙΙ. Όπως και κατά την καλοκαιρινή περίοδο η Ζώνη Ι το φθινόπωρο διαφοροποιείται ως προς τις κατηγορίες Δ-Ξ-Λ, υφάσματα, και λεπτόκοκκκα.

Η κατανομή των διαφόρων υλικών συσκευασίας στις τρεις Ζώνες δεν διαφοροποιείται σημαντικά και αντιστοιχεί περίπου στο 28% κ.β. των απορριμμάτων κάθε Ζώνης. Η μόνη προφανής παρατήρηση είναι η αύξηση του ποσοστού των χάρτινων συσκευασιών στις Ζώνες Ι και ΙΙ.

Τέλος, έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δειγμάτων που προέρχονταν από τις περιοχές όπου υπάρχει μπλε κάδος του Εγκεκριμένου Συλλογικού Συστήματος της ΕΕΑΑ και από αυτές που δεν συμμετέχουν ακόμα στο σύστημα της ΕΕΑΑ. Η συγκρίσεις αφορούσαν πάντα δείγματα σύμμεικτων απορριμμάτων 'πράσινων' κάδων, παρατηρήθηκαν δε τα εξής:

- Το ποσοστό των οργανικών στο σύνολο των απορριμμάτων είναι μεγαλύτερο στις περιοχές «με μπλέ κάδο» απ' ότι στις περιοχές «χωρίς μπλέ κάδο» (πλην της Ζώνης ΙΙ – εποχή Καλοκαίρι)

- Το ποσοστό των απορριμμάτων συσκευασιών στο σύνολο των απορριμμάτων είναι μικρότερο στις περιοχές «με μπλέ κάδο» απ' ότι στις περιοχές «χωρίς μπλέ κάδο» (πλην της Ζώνης ΙΙ – εποχή Καλοκαίρι)

- Το ποσοστό του συνόλου των χάρτινων απορριμμάτων στο σύνολο των απορριμμάτων είναι μικρότερο στις περιοχές «με μπλέ κάδο» απ' ότι στις περιοχές «χωρίς μπλέ κάδο».

Για λόγους σύγκρισης, στον παρακάτω Πίνακα παρατίθενται κάποια διαθέσιμα στοιχεία για για τη γεωγραφική και χρονική διακύμανση της ποιοτικής σύστασης των ΑΣΑ σε επίπεδο χώρας. Θα πρέπει να τονιστεί ότι τα στοιχεία αυτά θα πρέπει να θεωρηθούν ως ενδεικτικά και δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα, αφού σε πολλές περιπτώσεις έχουν εφαρμοσθεί διαφορετικά πρωτόκολλα ανάλυσης και δειγματοληψίας. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται στην έλλειψη ενός εθνικού προτύπου δειγματοληψίας και ανάλυσης ΑΣΑ καθώς και στην αντίστοιχη έλλειψη ενός εθνικού προγράμματος τακτικών αναλύσεων με κατάλληλη γεωγραφική αντιπροσωπευτικότητα των αγροτικών, ημιαστικών και αστικών περιοχών της χώρας. Επίσης, ελάχιστες είναι και οι φυσικοχημικές αναλύσεις των ΑΣΑ, καθώς και η μέτρηση της Θερμογόνου δύναμης. Είναι φανερό ότι η έλλειψη αξιόπιστων στοιχείων για τις παραπάνω παραμέτρους δυσχεραίνει το σχεδιασμό και των προγραμματισμό εγκαταστάσεων επεξεργασίας ΑΣΑ και εισάγει σημαντική αβεβαιότητα ως προς τα υπολογιζόμενα ισοζύγια μάζας και ενέργειας. Ένα συστηματικό πρόγραμμα αναλύσεων θα έπρεπε να είναι ανάμεσα στις άμεσες προτεραιότητες των φορέων διαχείρισης στερεών αποβλήτων, τουλάχιστον στις περιοχές που προγραμματίζονται έργα επεξεργασίας των ΑΣΑ.

Από τα στοιχεία της διαχρονικής μεταβολής της Ποιοτικής Σύστασης των ΑΣΑ προκύπτει μια τάση ποσοστιαίας αύξησης του ξηρού κλάσματος (κυρίως συσκευασίες και έντυπο χαρτί) και μια μικρή ποσοστιαία μείωση του οργανικού βιοαποδομήσιμου κλάσματος.

Πίνακας 6-4: Διαχρονικές Μεταβολές της Ποιοτική Σύσταση ΑΣΑ (% κ.β) σε διάφορες Περιοχές της Ελλάδος (1982-2004)(Φραντζής et al. 2009)

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

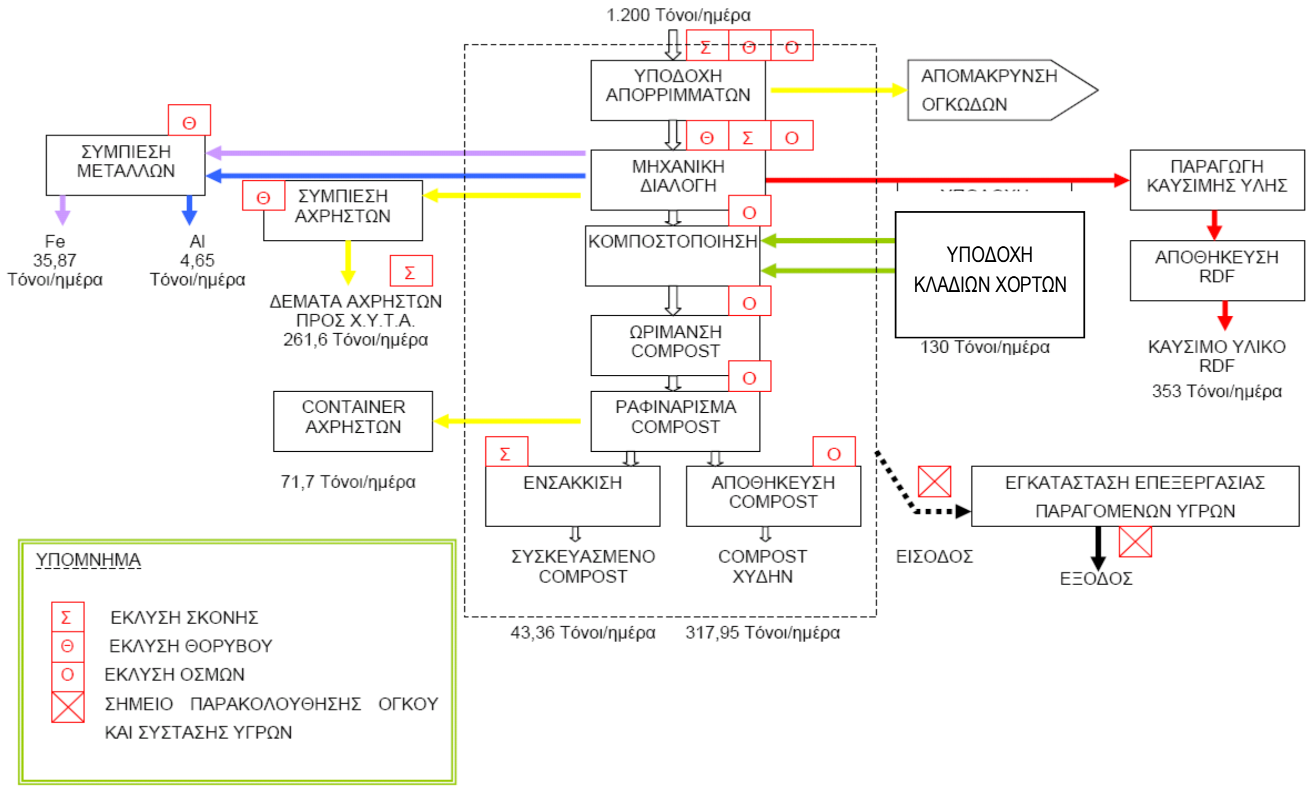
	Β.αξονας Ν. Χανίων (1)	Δημος Νάξου (1)	Κομοτινή (1)	Ξάνθη (1)	Δημος Καλαμάτας (1)	Αθηνα, ΕΣΔΚΝΑ (2)	Αθηνα, ΕΣΔΚΝΑ (2)	Δ. Πυλαιας, Θεσσ/νίκη (3)	Θεσσ/νίκη (4)	Κρήτη (5)
Περίοδος	1991	1994	92-93	92-93	1992	1991	1997	1998	1997-99	2003-04
Πληθυσμός	50.000				60.000			27.972	1.100.000	400.000
Ζυμώσιμα	56,4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

7 ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ – ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΗΝ Ο.Ε.Δ.Α. ΔΥΤ. ΑΤΤΙΚΗΣ

7.1 Γενικά Στοιχεία

Το Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης (Ε.Μ.Α.Κ.) του Ενιαίου Συνδέσμου Δ και Κοινοτήτων Νομού Αττικής (Ε.Σ.Δ.Κ.Ν.Α.) ξεκίνησε να κατασκευάζεται το 1997 και η έναρξη λειτουργίας του έγινε τον Ιούλιο του 2004. Μέχρι και τον Νοέμβριο του 2006 οπότε και τέθηκε σε πλήρη λειτουργία, το ΕΜΑΚ λειτουργούσε δοκιμαστικά και επεξεργαζόταν σημαντικά μικρότερη ποσότητα απορριμμάτων σε σχέση με τη δυναμικότητά του. Τα επίσημα εγκαίνια του εργοστασίου πραγματοποιήθηκαν τον Ιούνιο του 2007 και πλέον δέχεται καθημερινά 1100-1200 τόνους σύμμεικτων απορριμμάτων/ ημέρα. Με τρέχουσες τιμές το εργοστάσιο κόστισε 64.400.000 ευρώ, είναι το μεγαλύτερο στην Ευρώπη και λειτουργεί σε 10ώρη βάση 5 ημέρες την εβδομάδα. Απασχολεί περίπου 300 υπαλλήλους διαφόρων ειδικοτήτων και διαθέτει σύγχρονο εσωτερικό ηλεκτρονικό σύστημα με το οποίο παρακολουθούνται on line όλα τα μηχανήματα και οι φάσεις επεξεργασίας των αποβλήτων. Από τους 1.100-1.200 τόνους που προωθούνται καθημερινά στο εργοστάσιο προς αξιοποίηση παράγονται: 100-120 τόνοι κομπόστ (οργανικό λίπασμα), πάνω από 400 τόνοι RDF (πλαστικό, χαρτί, ξύλο, ύφασμα), ανακτώνται περίπου 0,5 τόνοι αλουμινίου και 15-20 τόνοι σιδήρου, ενώ υπάρχουν κατάλοιπα της τάξης των 300 τόνων και άλλες απώλειες (υγρασία και αέρια). Το λειτουργικό κόστος του ΕΜΑΚ ανέρχεται στα 50-55 ευρώ ανά τόνο εισερχόμενων ΑΣΑ.

Στο Σχήμα 7-1 που ακολουθεί απεικονίζεται το Διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας του ΕΜΑΚ σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατασκευής του. Επισημαίνεται πως το διάγραμμα ροής απεικονίζει το θεωρητικό ισοζύγιο εισερχόμενων – εξερχόμενων υλικών με βάση τις προδιαγραφές του κατασκευαστή και όχι το πραγματικό το οποίο αναλύεται στην παράγραφο 8.



Σχήμα 7-1: Διάγραμμα παραγωγικών διεργασιών εργοστασίου μηχανικής ανακύκλωσης απορριμμάτων και επισήμανση των σημείων έκλυσης θορύβου, σκόνης και οσμών (ΕΠΕΜ Α.Ε, ENVIROPLAN Α.Ε, Ι. ΦΡΑΝΤΖΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Π.Ε, 2009).

7.2 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ

Στην ενότητα αυτή πραγματοποιείται τεχνική περιγραφή των επιμέρους τμημάτων της μονάδας μηχανικής διαλογής του ΕΜΑΚ.

7.2.1 Είσοδος εγκαταστάσεων - ζυγιστήρια

Το Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης Απορριμμάτων δέχεται καθημερινά μεγάλο αριθμό οχημάτων μεταφοράς υλικών:

- Απορριμματοφόρα
- Φορτηγά προσαγωγής κλαδιών
- Φορτηγά παραλαβής των προϊόντων (compost, RDF, μέταλλα, αλουμίνιο)
- Φορτηγά απομάκρυνσης αχρήστων προς τον Χ.Υ.Τ.Α.

Όλα τα οχήματα μεταφοράς υλικών ζυγίζονται μία φορά, είτε στην είσοδο αν πρόκειται για απορριμματοφόρα και φορτηγά προσαγωγής κλαδιών, είτε στην έξοδο κατά την παραλαβή των προϊόντων ή την απομάκρυνση των αχρήστων προς τους ΧΥΤΑ.

7.2.2 Μονάδα υποδοχής απορριμμάτων

Η Μονάδα Υποδοχής των Απορριμμάτων εξυπηρετεί την παραλαβή των σύμμεικτων απορριμμάτων και την εκκένωση των απορριμματοφόρων. Επιπλέον, παρέχει αποθηκευτική ικανότητα για την παραλαβή της μέγιστης ποσότητας απορριμμάτων τη Δευτέρα (2000 ton περίπου) και τη σταδιακή επεξεργασία τους κατά τη διάρκεια της εβδομάδας. Από τη Μονάδα Υποδοχής, τα απορρίμματα μετά την απομάκρυνση των ογκωδών, δοσομετρούνται προς τη μονάδα μηχανικής διαλογής. Κύρια περιβαλλοντικά προβλήματα στο χώρο αυτό προέρχονται από τις οσμές και πιθανή ρύπανση από διαβροχή και διάλυση συστατικών από τα απορρίμματα. Το θέμα των οσμών και μολυσματικών εκπομπών συνδέεται σε μεγάλο βαθμό από τον μέγιστο χρόνο παραμονής τους στην τάφρο υποδοχής και τον κατάλληλο αερισμό και ανάδευση.

Εικόνα 7-1:Χώρος Υποδοχής εισερχόμενων ΑΣΑ

Εικόνα 7-2: Τάφρος υποδοχής εισερχόμενων ΑΣΑ

Ο εξοπλισμός της μονάδας υποδοχής απορριμμάτων είναι στεγασμένος ώστε να εμποδίζεται η διαβροχή από κατακρημνίσματα και να περιορίζεται η όχληση του περιβάλλοντος από έκλυση οσμών.

7.2.3 Μονάδα μηχανικής διαλογής

Τα απορρίμματα από τη Μονάδα Υποδοχής δοσομετρούνται προς τη Μονάδα Μηχανικής Διαλογής. Στόχος της Μονάδας αυτής είναι ο διαχωρισμός των εισερχόμενων σύμμεικτων απορριμμάτων προς παραγωγή τεσσάρων κλασμάτων:

α) Του κλάσματος προς κομποστοποίηση για την εν συνεχεία παραγωγή εμπορεύσιμου προϊόντος (compost) κατόπιν ελεγχόμενης βιοαποικοδόμησης των οργανικών.

β) Του κλάσματος προς παραγωγή καύσιμης ύλης RDF (Refuse Derived Fuel), από μίγμα χαρτιού, πλαστικού και άλλων ελαφρών καύσιμων υλικών.

γ) Σιδηρούχα (μαγνητιζόμενα) μέταλλα

δ) Αλουμίνιο

Εικόνα 7-3 : Πρέσα για τη συμπίεση σιδηρούχων μετάλλων

Το σύνολο του εξοπλισμού επεξεργασίας της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής είναι στεγασμένο. Η συνολική δυναμικότητα της μονάδας ανέρχεται σε 120 ton/ώρα, που αντιστοιχεί σε 1200 ton/ημέρα σε περίπτωση δεκάωρης λειτουργίας. Η τροφοδοσία - δοσομέτρηση των απορριμμάτων γίνεται απ' ευθείας, από τη Μονάδα Υποδοχής προς τη Μονάδα Μηχανικής Διαλογής. Προ της τροφοδοσίας των απορριμμάτων, λαμβάνει χώρα οπτικός έλεγχος μέσω βιντεοκάμερας, χειροδιαλογή και ζύγιση της ποσότητας των απορριμμάτων που οδηγούνται προς επεξεργασία. Οι επεξεργασίες που λαμβάνουν χώρα έχουν ως ακολούθως:

α) Πρωτοβάθμια κοσκίνιση

Το πρωτοβάθμιο κόσκινο είναι εφοδιασμένο εσωτερικά με κοπτήρες στερεωμένους στο τύμπανο περιστροφής για την συμπληρωματική κοπή σάκων οι οποίοι τυχόν δεν έχουν διανοιχτεί. Το κύριο ρεύμα διέρχεται μέσω του κοσκινού (<Φ 250χ170 mm) και οδηγείται προς το δευτεροβάθμιο κόσκινο. Τα συγκρατούμενα ευμεγέθη (> Φ 250χ170 mm) οδηγούνται στο ρεύμα του ξηρού κλάσματος, όπου προβλέπεται περαιτέρω επεξεργασία προς ανάκτηση του χαρτιού και των πλαστικών και αυξημένη παραγωγή RDF.

β) Δευτεροβάθμια Κοσκίνιση

Στο δευτεροβάθμιο περιστροφικό κόσκινο δύο σταδίων διαχωρίζονται τα απορρίμματα εύρους διαστάσεων Φ40 mm έως Φ80 mm. Το κόσκινο αυτό πραγματοποιεί τον διαχωρισμό των υλικών μεγέθους > Φ80 mm που οδηγούνται στο ξηρό ρεύμα παραγωγής RDF και αχρήστων, ενώ τα απορρίμματα μεγέθους < Φ40 mm οδηγούνται στο τριτοβάθμιο κόσκινο. Τα απορρίμματα με μέγεθος μεταξύ Φ40 mm και Φ80 mm οδηγούνται στο ρεύμα παραγωγής compost.

γ) Τριτοβάθμια Κοσκίνιση

Τα μικρού μεγέθους εξερχόμενα του δευτεροβάθμιου κόσκινου διαχωρίζονται περαιτέρω από κόσκινο με μέγεθος οπής Φ= 25 mm. Τα απορρίμματα με διαστάσεις < Φ 25mm οδηγούνται στο ρεύμα παραγωγής compost ενώ αυτά με διαστάσεις >Φ 25mm οδηγούνται στα άχρηστα.

δ) Περαιτέρω Επεξεργασία Ξηρού Κλάσματος προς Παραγωγή RDF

Στο κλάσμα μεγέθους μεγαλύτερου των Φ80 mm περιλαμβάνεται το μεγαλύτερο ποσοστό του χαρτιού και των πλαστικών που αποτελούν τη βάση για την παραγωγή του RDF.

Για τον διαχωρισμό των υλικών αυτών, το κλάσμα από Φ80 mm έως Φ250 mm οδηγείται σε βαλλιστικό διαχωριστή - κόσκινο, που αποτελεί δόκιμη τεχνολογία εφαρμοσμένη σε πολλά έργα για την παραλαβή των υλικών προς RDF, με υψηλή ανάκτηση και καθαρότητα των διαχωριζομένων υλικών.

Εικόνα 7-4: Βαλιστικός Διαχωριστής

Το χαρτί και το πλαστικό, που παραλαμβάνονται από τον βαλλιστικό διαχωριστή με το κλάσμα των ελαφρών, οδηγούνται προς τεμαχισμό και τελικώς προς τη μονάδα παραγωγής RDF.

Τα υπόλοιπα υλικά, κατόπιν διαχωρισμού των σιδηρούχων και ανάκτηση του αλουμινίου, απορρίπτονται στα άχρηστα, ενώ επιπλέον υπάρχει δυνατότητα (εφόσον στο μέλλον απαιτηθεί) ανακύκλωσης των άθικτων πλαστικών φιαλών συσκευασίας (PET, HDPE, PVC).

Στο βαλλιστικό κόσκινο (διέλευσης Φ50 mm) διαχωρίζονται επίσης οργανικά υλικά που εγκλωβίσθηκαν ή είχαν προσκολληθεί στο κλάσμα, τα οποία ανακτώνται διερχόμενα κάτωθεν του κοσκινού (< Φ50 mm) και οδηγούνται προς ανάμειξη με τα τεμαχισμένα κλαδιά – χόρτα.

Λόγω της λειτουργίας μηχανολογικού εξοπλισμού λαμβάνονται μετρήσεις ηχητικής στάθμης και πίεσης εντός του τμήματος, σε σημεία πλησίον του πρωτοβάθμιου κόσκινου, του δευτεροβάθμιου περιστροφικού κόσκινου και του βαλλιστικού κόσκινου.

7.2.4 Μονάδα ταχείας κομποστοποίησης

Η Μονάδα Ταχείας Κομποστοποίησης παράγει το compost. Η εφαρμοζόμενη τεχνολογία είναι η κομποστοποίηση σε κανάλια (bay composting) και προβλέπει πολλαπλό αριθμό παραλλήλων διαμηκών καναλιών μικρού πλάτους, στην είσοδο των οποίων το υλικό φορτώνεται μηχανικά, παραμένει εντός των καναλιών υπό διαρκή αερισμό και μηχανική ανάδευση ανά δύο ημέρες, για χρονικό διάστημα 1 μηνός και προωθούμενο σταδιακά εκφορτώνεται τελικά μηχανικά στην έξοδο των καναλιών. Όλες οι διαδικασίες εκτελούνται αυτόματα και ελεγχόμενα.

Συγκεκριμένα, η μονάδα Κομποστοποίησης - Ωρίμανσης περιλαμβάνει 48 αεριζόμενα κανάλια πλάτους 5 m, βάθους 2,8 m και μήκους 84 m. Το ύψος του σωρού του κομποστοποιούμενου υλικού σε κάθε κανάλι κυμαίνεται περί τα 2,3 m. Σε κάθε κανάλι, το πρώτο τμήμα μήκους 58 m είναι διαθέσιμο για την διεργασία της α' φάσης κομποστοποίησης, ενώ το δεύτερο τμήμα μήκους 26 m είναι διαθέσιμο για τη διεργασία της β' φάσης κομποστοποίησης- ωρίμανσης.

Τα 48 κανάλια της μονάδας κατανέμονται σε τρία τμήματα, τα οποία αντιστοιχούν στα τρία modules του τμήματος Μηχανικού Διαχωρισμού. Κάθε τμήμα αποτελείται από τέσσερις γραμμές επεξεργασίας (τετράδες καναλιών), οι οποίες τροφοδοτούνται από το αντίστοιχο module με ανεξάρτητο σύστημα ταινιόδρομων. Κάθε τετράδα διαθέτει αυτόνομο σύστημα διανομής υλικού. Καθημερινά τροφοδοτούνται συνολικά 24 κανάλια, δηλαδή 8 κανάλια ανά module. Καθημερινά, σε ισάριθμα κανάλια, πραγματοποιείται ανάδευση και προώθηση του υλικού.

Η μονάδα Κομποστοποίησης περιλαμβάνει συνοπτικά τα ακόλουθα συστήματα:

α) Σύστημα τροφοδοσίας

Το προς κομποστοποίηση υλικό παραλαμβάνεται από τον μίκτη οργανικού κλάσματος - κλαδιών και τροφοδοτείται προς το κτίριο Κομποστοποίησης. Στη συνέχεια, με σύστημα ταινιόδρομων, ειδικού σχεδιασμού, επιτυγχάνεται η διανομή του υλικού προς τα κανάλια της αντίστοιχης γραμμής Κομποστοποίησης. Το όλο σύστημα τροφοδοσίας είναι πλήρως αυτοματοποιημένο χωρίς να απαιτείται καμιά ανθρώπινη παρέμβαση.

β) Σύστημα Αερισμού

Τα κανάλια κομποστοποίησης φέρουν στον πυθμένα τους ψευδοδάπεδο, μέσω του οποίου εμφυσάται ή αναρροφάται ο απαιτούμενος για την κομποστοποίηση αέρας. Το ψευδοδάπεδο επιτρέπει επίσης τη διέλευση των στραγγισμάτων προς ειδική για τον σκοπό αυτό δεξαμενή ενσωματωμένη στην μονάδα βιολογικού καθαρισμού του εργοστασίου. Το μήκος του καναλιού που αντιστοιχεί στο τμήμα κομποστοποίησης διαιρείται σε τέσσερις ζώνες αερισμού. Στις τρεις πρώτες ζώνες εφαρμόζεται αερισμός με τη μέθοδο της αναρρόφησης, ενώ στην τελευταία εφαρμόζεται η μέθοδος της εμφύσησης. Τούτο είναι απαραίτητο δεδομένου ότι με την πρόοδο της βιοαποικοδόμησης μειώνονται οι απαιτήσεις σε αέρα του κομποστοποιούμενου υλικού.

γ) Σύστημα Ανάδευσης και Προώθησης του Υλικού

Το προσφερόμενο σύστημα ανάδευσης και προώθησης του υλικού προς την έξοδο των καναλιών έχει την δυνατότητα να εισέρχεται διαδοχικά σε κάθε κανάλι και να οδεύει κατά μήκος του καναλιού αναδεύοντας και προωθώντας προς την έξοδο το περιεχόμενο υλικό. Αφού ολοκληρώσει την ανάδευση του καναλιού, η διάταξη ανάδευσης επιστρέφει στην εκκίνηση και μέσω φορείου μεταφέρεται αυτόματα στο επόμενο για ανάδευση κανάλι. Κάθε φορά που η διάταξη ανάδευσης διέρχεται από το υλικό, αυτό αφ' ενός μεν αναδεύεται, αφετέρου προωθείται προς τα πίσω.

Κάθε διάταξη εκτός από τον μηχανισμό ανάδευσης φέρει συστήματα αυτόματης διαβροχής του αναδευόμενου υλικού. Όλα τα συστήματα ανάδευσης και προώθησης του υλικού είναι πλήρως αυτοματοποιημένα χωρίς να απαιτείται καμιά ανθρώπινη παρέμβαση κατά την λειτουργία τους.

δ) Σύστημα Εκφόρτωσης

Το υλικό που εκφορτώνεται από τα κανάλια κομποστοποίησης απορρίπτεται κατ' αρχήν σε ταινιόδρομο εκφόρτωσης και ακολούθως σε δεύτερο ταινιόδρομο μεταφοράς του υλικού στη Μονάδα Ραφιναρίας.

ε) Διάταξη Ελέγχου Υγρασίας

Το σύστημα διαβροχής είναι υψηλής τεχνολογίας και φέρεται στην κινούμενη διάταξη ανάδευσης. Η εκνέφωση του νερού γίνεται στο μέτωπο ανάδευσης και συνεπώς η ύγρανση είναι απόλυτα αποτελεσματική. Το νερό διαβροχοποίησης προέρχεται από τα διασταλλάζοντα υγρά της κομποστοποίησης, τα οποία συλλέγονται βαρυτικά σε δεξαμενή ενσωματωμένη στην μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Από εκεί, ανακυκλοφορούν στην μονάδα κομποστοποίησης και μέσο των ακροφυσίων των μηχανών ανάδευσης του compost που διαβρέχουν το οργανικό υλικό. Μέρος της ανακυκλοφορούσας ποσότητας οδηγείται στην δεξαμενή εξισορρόπησης της Ε.Ε.Λ. για επεξεργασία, η ποσότητα αυτή αναπληρώνεται στο κύκλωμα διαβροχής του compost με νερό της ΕΥΔΑΠ.

στ) Ρύθμιση Αέρα

Η διέλευση του αέρα ρυθμίζεται αυτόματα σε συσχετισμό με τη θερμοκρασία του compost. Σε περίπτωση θερμοκρασίας υψηλότερης της επιθυμητής, αυξάνεται η ποσότητα του διερχόμενου αέρα προκειμένου να επιτευχθεί ψύξη της μάζας.

7.2.5 Μονάδα ραφιναρίσματος compost

Το παραγόμενο compost οδηγείται προς ραφινάρισμα, που αποσκοπεί στον καθαρισμό του compost από ξένες προσμίξεις (κυρίως γυαλί, σκληρά πλαστικά, μικρά χαλίκια, film πλαστικών), καθώς και από τα μη πλήρως κομποστοποιημένα οργανικά στερεά. Η μονάδα ραφιναρίσματος στεγάζεται εντός ανεξάρτητου κτιρίου όπου προσάγεται από το Κτίριο Ωρίμανσης το compost προς ραφινάρισμα.

7.2.6 Μονάδα ολοκλήρωσης χουμοποίησης- compost

Το compost μετά το ραφινάρισμα του, οδηγείται προς Αποθήκευση - Ολοκλήρωση της Χουμοποίησης σε κατάλληλη πλατεία. Η χουμοποίηση του compost που προορίζεται για διάθεση χύδην, γίνεται στο μεγαλύτερο ποσοστό υπαίθρια (περίπου 85%), ενώ σημαντική ποσότητα που προορίζεται για τυποποίηση - συσκευασία αποθηκεύεται προς ολοκλήρωση της χουμοποίησης σε υπόστεγο. Προς τούτο, επελέγη μεγάλος χρόνος αποθήκευσης που αντιστοιχεί σε ποσότητα compost που διατίθεται σε ένα μήνα.

7.2.7 Μονάδα παραγωγής καυσίμου υλικού - RDF

Η Μονάδα Παραγωγής Καυσίμου υλικού, γνωστού ως RDF, τροφοδοτείται με το κλάσμα των ελαφρών υλικών των απορριμμάτων (κυρίως χαρτί και πλαστικό), μετά από τον βαλλιστικό διαχωρισμό και τεμαχισμό στη Μονάδα Μηχανικής Διαλογής.

7.2.8 Εγκατάσταση επεξεργασίας παραγόμενων υγρών από την μονάδα κομποστοποίησης

Στην εγκατάσταση επεξεργασίας υγρών αποβλήτων του ΕΜΑΚ, συλλέγονται το σύνολο των υγρών αποβλήτων από τις εργασίες της εγκατάστασης, τα οποία και υφίστανται επεξεργασία με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος. Τα επεξεργασμένα υγρά χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες άρδευσης του εργοστασίου (φύτευση, βιόφιλτρα κ.α.).

7.3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΔΟΜΙΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Τα κτίρια του συγκροτήματος του ΕΜΑ αναπτύσσονται κλιμακωτά παρακολουθώντας κατά το δυνατόν την μορφολογία του εδάφους.

Τα κτίρια που στεγάζουν τις λειτουργίες της παραγωγικής διαδικασίας είναι βιομηχανικού τύπου και έχουν φέροντα οργανισμό είτε από υποστυλώματα οπλισμένου σκυροδέματος και μεταλλικό φορέα στη στέγη, είτε ο φέρων οργανισμός είναι εξ' ολοκλήρου μεταλλικός (πλαίσια) εδραζόμενος σε πέδιλα οπλισμένου σκυροδέματος. Τα δάπεδα κατά κανόνα είναι βιομηχανικά πλην των χώρων γραφείων και υγιεινής και αποθηκών στις οποίες τοποθετείται οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι θύρες είναι συρόμενες μεταλλικές με ενισχύσεις από κοίλες δοκούς και επένδυση με μεταλλικά φύλλα.

Το συγκρότημα αποτελείται από τα παρακάτω κτίρια:

7.3.1 Κτίρια

I. Κτίριο Διοίκησης- Κεντρικού Ελέγχου- Εξυπηρέτησης προσωπικού

Είναι χωροθετημένο δυτικά των εγκαταστάσεων. Είναι διώροφο, συνολικής επιφάνειας 735 m2. Η κατασκευή του κτιρίου είναι συμβατική, με φέροντα σκελετό και επικάλυψη από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοίχους πλήρωσης μονωμένους μπατικούς και δρομικούς. Έχουν προβλεφθεί θερμομονώσεις- στεγανώσεις στα δώματα και υγρομόνωση στα στοιχεία θεμελίων και το δάπεδο του ισογείου.

Στο ισόγειο, επιφάνειας 415 m2, βρίσκονται ο χώρος υποδοχής, το εργαστήριο και το γραφείο των στελεχών του (80,00 m2), το λογιστήριο, τα γραφεία επόπτου και το τηλεφωνικό κέντρο, τραπεζαρία 44 ατόμων με κουζίνα - παρασκευαστήριο – κυλικείο και αποθήκη κουζίνας, ο χώρος ειδών καθαρισμού, το ιατρείο με WC/ντους, τα αποδυτήρια και τα WC ανδρών και γυναικών.

Στον Α' όροφο, επιφάνειας 300 m2, βρίσκονται ο χώρος υποδοχής, τα γραφεία του Διευθυντή του εργοστασίου και του Προϊσταμένου Λειτουργίας, η Γραμματεία, η Αίθουσα ελέγχου, η Βιβλιοθήκη, η Αίθουσα συνεδριάσεων και χώροι υγιεινής.

Επίσης υπάρχει μικρός χώρος στο δώμα, επιφάνειας 20 m2. Περιμετρικά του κτιρίου υπάρχει χώρος στάθμευσης 61 οχημάτων.

II. Συνεργείο- Αποθήκη

Πρόκειται για κτίριο βιομηχανικού τύπου, επιφάνειας 530 m2 και ύψους 8,70 m. Περιλαμβάνει όλους τους απαραίτητους χώρους για τη λειτουργία της επισκευαστικής μονάδας: Συνεργείο κατασκευών, Αποθήκη υλικών και ανταλλακτικών, Γραφεία, Ηλεκτρολογείο και χώρους Υγιεινής (2 W.C., 1 ντους, αποδυτήρια). Είναι κατασκευασμένο όπως και τα λοιπά βιομηχανικά κτίρια του συγκροτήματος, όπως περιγράφεται κατωτέρω (βλ. εδ.IV).

III. Φυλάκιο Ζυγιστήριο

Το φυλάκιο είναι αυτοτελές κτήριο εντός του οικοπέδου του εργοστασίου πλησίον της κεντρικής πύλης του εργοστασίου. Πρόκειται για λυόμενο κτήριο τύπου ISOBOX.

Στην συνέχεια και σε κοντινή απόσταση από το φυλάκιο υπάρχει το ζυγιστήριο, πάνω σε υπερυψωμένη νησίδα. Έχει εμβαδόν 35 m2 και περιλαμβάνει την αίθουσα ελέγχου, μικρό χώρο ανάπαυσης, WC και κουζίνα για την εξυπηρέτηση του προσωπικού. Αποτελεί συμβατική κατασκευή με θερμομόνωση και υγρομόνωση.

IV. Υποδοχή απορριμμάτων - Βιομηχανικό Κτίριο Μηχανικού Διαχωρισμού (Μ.Μ.Δ)

Το κτίριο, συνολικής επιφάνειας 10.500 m2, είναι χωροθετημένο στη βόρεια πλευρά του οικοπέδου και αποτελείται από τέσσερα τμήματα: τα τρία προς βορρά είναι υποδοχείς του συγκροτήματος, ενώ το τέταρτο είναι το κυρίως βιομηχανοστάσιο.

Τα τρία τμήματα υποδοχής, συνολικής επιφάνειας 2.130 m2 έχουν λειτουργική ανεξαρτησία, ώστε στην περίπτωση συντήρησης του ενός χώρου υποδοχής οι άλλοι δύο να λειτουργούν απρόσκοπτα. Ταυτόχρονα, όμως, υφίσταται δυνατότητα πρόσβασης της κάθε Γ/Φ σε κάθε μία τάφρο. Η πλατεία προσέγγισης των απορριμματοφόρων είναι μεγάλη, με ευελιξία στις θέσεις εκκένωσης και την κυκλοφορία, ακόμα και για τους συρμούς του ΣΜΑ.

Εντός του βιομηχανοστασίου υπάρχουν τέσσερεις χώροι ελέγχου, διαμορφωμένοι σε τρεις στάθμες με πλήρη ορατότητα του χώρου υποδοχής - μηχανικού διαχωρισμού. Οι χώροι αυτοί είναι κλειστοί, κλιματιζόμενοι, με φυσικό εξωτερικό αερισμό και οι τρεις από αυτούς διαθέτουν χώρους εστίασης, υγιεινής και αποδυτήρια για τους εργαζομένους του συγκροτήματος. Σε ανεξάρτητο χώρο εντός του βιομηχανοστασίου και στο νότιο τμήμα του είναι τοποθετημένοι και οι ηλεκτρικοί Πίνακες του κτιρίου και παρακείμενο ανεξάρτητο χώρο ο αντίστοιχος υποσταθμός.

Ο φέρων οργανισμός μορφώνεται από δοκούς και υποστυλώματα σκυροδέματος C20/25 οπλισμένα με χάλυβα S400-S500 και η κάλυψη πραγματοποιείται με μεταλλικούς φορείς δικτυωτής μορφής από κοιλοδοκούς χάλυβα Fe360, επάνω στους οποίους τοποθετείται το επιστέγασμα. Στα κτίρια υποδοχής οι μεταλλικοί φορείς είναι πλαισιωτοί από χάλυβα, ολόσωμοι, Fe 360. Ο πυθμένας μορφώνεται από οπλισμένο σκυρόδεμα και φέρνει ρύσεις για την απορροή των καταλοίπων. Η θεμελίωση των υποστυλωμάτων της νότιας πλευράς γίνεται με κεντρικά πέδιλα, ενώ τα υπόλοιπα υποστυλώματα θεμελιώνονται σε ενίσχυση κοιτόστρωσης. Το εν λόγω κτίριο, πέραν της υποδοχής και τροφοδοσίας των απορριμμάτων, στεγάζει τις εξής παραγωγικές λειτουργίες: Μηχανικός Διαχωρισμός ο οποίος εκτελείται σε τρεις ανεξάρτητες μονάδες (module A,B,C), Επεξεργασία ξηρού κλάσματος. Στο χώρο του ξηρού κλάσματος πραγματοποιείται η Διαχείριση προϊόντων σιδήρου, αλουμινίου, RDF (Refused Derived Fuel) και Διαχείριση αχρήστων

V. Βιομηχανικό Κτίριο Ταχείας Κομποστοποίησης – Ωρίμανσης Compost

Πρόκειται για ενιαίο μεταλλικό κτίριο εμβαδού 16.200 m2. Ο φέρων οργανισμός μορφώνεται από ολόσωμα πλαίσια χάλυβα Fe 360, ενώ το στατικό σύστημα αποτελείται από τρία τετράστυλα πλαίσια με κεκλιμένα ζυγώματα, τα οποία θεμελιώνονται μέσω υποστυλωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος.

VI. Βιομηχανικό Κτίριο Ραφιναρίας

Αποτελεί μια αυτοτελή μονάδα επεξεργασίας, επιφάνειας 1116,30 m2 και ύψους 13,65m συμπεριλαμβανόμενης και της στέγης. Εντός του κτιρίου υπάρχει χώρος αποδυτηρίων, W.C. και ντους και ιδιαίτερος χώρος ηλεκτρικών πινάκων και υποσταθμού. Το χειριστήριο χωροθετείται σε αυτοτελές κλειστό υπερυψωμένο τμήμα. Το δάπεδο του κτιρίου είναι βιομηχανικό.

VII. Βιομηχανικό κτίριο Συσκευασίας και Τυποποίησης Compost

Διαρθρώνεται σε δύο τμήματα. Το ένα περιέχει τον Η/Μ εξοπλισμό του συσκευαστηρίου, έχει εμβαδόν 163,80 m2 και ο φέρων οργανισμός του αποτελείται από δίστηλα δίρριχτα μεταλλικά πλαίσια χάλυβα κατασκευασμένα με συγκόλληση. Το δεύτερο τμήμα είναι υπόστεγο εμβαδού 614,25 m2 και χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση του υλικού. Καλύπτεται με ολόσωμο πλαισιωτό πεντάστυλο πλαίσιο, δίρριχτο, που εδράζεται στα τοιχώματα σκυροδέματος που διαμορφώνουν τους διαδρόμους της αποθήκευσης.

Χρησιμοποιούνται τα αυτά υλικά όπως και των υπόλοιπων βιομηχανικών κτιρίων. Το δάπεδο του υπόστεγου είναι κατασκευασμένο από σκυρόδεμα ισχυρά οπλισμένο.

7.3.2 Δεξαμενές

Πρόκειται για βοηθητικές δεξαμενές για:

- Πυρόσβεση, όγκου V= 122,5 m3
- Ύδρευσης, όγκου V= 500m3
- Καυσίμων (πετρελαίου), όγκου V= 10 m3

Οι ως άνω δεξαμενές έχουν κατασκευαστεί από μπετόν C16/20 με χάλυβα οπλισμού ST III, ενώ για τις μεταλλικές κατασκευές χρησιμοποιείται χάλυβας Fe 360.

Παρόμοιας κατασκευής είναι και οι δεξαμενές της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων του ΕΜΑ (Εξισορρόπησης, απονιτροποίησης, αερισμού, καθίζησης, διασταλλαζόντων κομποστοποίησης προς ανακυλοφορία, αποθήκευσης ιλύος και καθαρών).

7.3.3 Οδοποιία – Έργα διαμόρφωσης Χώρου

Η κτηριοδομική υποδομή συμπληρώνεται με τα έργα οδοποιίας της όλης εγκατάστασης, καθώς και τα έργα διαμόρφωσης εξωτερικών χώρων. Σημειώνεται ότι η περιφραγμένη έκταση της όλης εγκατάστασης ανέρχεται σε 70.000 m2.

7.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

7.4.1 Είσοδος Εργοστασίου – Ζυγιστήριο

Το Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης Απορριμμάτων (Ε.Μ.Α.) της περιοχής Άνω Λιοσίων δέχεται μέρος των απορριμμάτων των Δήμων και Κοινοτήτων του Ν. Αττικής, μέσω απορριμματοφόρων οχημάτων ωφέλιμης χωρητικότητας 4,5 τόνων περίπου, καθώς και επίσης και οχήματα σταθμών μεταφόρτωσης (i) με σταθερά containers όγκου 50 m3 και ωφέλιμου φορτίου 18-22 τόνων και (ii) με μεταθετά containers όγκου 30m3 και ωφέλιμου φορτίου 16 τόνων.

Τα οχήματα εισέρχονται εντός του περιφραγμένου χώρου του εργοστασίου διερχόμενα από την Κεντρική Πύλη Εισόδου. Σε μικρή απόσταση συναντούν την Πλατεία Εισόδου – Ζυγιστηρίων, σε κεντρική νησίδα της οποίας βρίσκεται το Κτίριο Ζυγιστήριο.

Όλα τα οχήματα ζυγίζονται μία φορά, είτε στην είσοδο αν πρόκειται για απορριμματοφόρα και φορτηγά προσαγωγής ιλύος και κλαδιών, είτε στην έξοδο κατά την παραλαβή των προϊόντων ή την απομάκρυνση των αχρήστων. Η ζύγιση των εισερχομένων οχημάτων γίνεται μέσω των δύο γεφυροπλαστιγγών εισόδου, ενώ των εξερχόμενων μέσω της γεφυροπλάστιγγας εξόδου.

Για την γρήγορη εξυπηρέτηση των οχημάτων, όλη η διαδικασία ελέγχου, ζύγισης, καταγραφής και καθοδήγησης των απορριμματοφόρων οχημάτων είναι πλήρως αυτοματοποιημένη, χωρίς να απαιτείται η έξοδος του οδηγού του οχήματος ή η πληκτρολόγηση πληροφοριών από τον Χειριστή στην Κονσόλα Η/Υ όπως αναλύεται στην παράγραφο 5.11. Για το σκοπό αυτό όλα τα οχήματα εφοδιάζονται με μαγνητική κάρτα, η οποία περιέχει όλα τα απαραίτητα στοιχεία, ήτοι τον αριθμό κυκλοφορίας του οχήματος, τον Δήμο προέλευσής του, τον τύπο των μεταφερόμενων υλικών και το απόβαρό του (που επιβεβαιώνεται περιοδικά) κλπ. Ο έλεγχος του ζυγιστηρίου γίνεται μέσω κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης.

7.4.2 Μονάδα Μηχανικού Διαχωρισμού (Μ.Μ.Δ.)

Η Μονάδα Μηχανικού Διαχωρισμού αποτελείται από τις μονάδες υποδοχής και τροφοδοσίας, μηχανικού διαχωρισμού, επεξεργασίας ξηρού κλάσματος και διαχείρισης προϊόντων αχρήστων.

7.4.3 Μονάδα υποδοχής-τροφοδοσίας απορριμμάτων

Η Μονάδα Υποδοχής και Τροφοδοσίας των Απορριμμάτων εξυπηρετεί την παραλαβή των σύμμεικτων απορριμμάτων που προσέρχονται με την εκκένωση των απορριμματοφόρων. Επιπλέον παρέχει αποθηκευτική ικανότητα για την παραλαβή της μέγιστης ποσότητας απορριμμάτων τη Δευτέρα. Από τη Μονάδα Υποδοχής, τα απορρίμματα, μετά την απομάκρυνση των ογκωδών, δοσομετρούνται ομαλά προς το κυρίως έργο.

Τα απορριμματοφόρα οχήματα, μετά τη ζύγισή τους οδεύουν μέσω της εσωτερικής οδοποιίας προς τη Μονάδα Υποδοχής και ειδικότερα υποχρεωτικά προς την υποδειχθείσα (αυτόματα κατά την είσοδο) θέση εκκένωσης. Με την θύρα εκκένωσης να έχει ήδη ανοίξει μέσω του συστήματος απομάκρυνσης η προσέγγιση της θέσης εκκένωσης γίνεται με την όπισθεν. Στη συνέχεια, το όχημα λαμβάνει θέση εκκένωσης πλευρικά του χείλους απορριμμάτων, όπου και εκκενώνει τα απορρίμματα. Μετά την εκκένωση και την απομάκρυνση του οχήματος, η θύρα εκκένωσης κλείνει αυτόματα μέσω αυτοματισμού που περιλαμβάνει φωτοκύτταρο υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Τα απορρίμματα που συλλέγονται στην τάφρο υποδοχής, παραλαμβάνονται στη συνέχεια από σύστημα Γερανογέφυρας – Πολύποδης Αρπάγης και απορρίπτονται σε Χοάνη Παραλαβής – Τροφοδοσίας του Εργοστασίου. Η λειτουργία της Γερανογέφυρας είναι αυτοματοποιημένη, ώστε ο χειριστής να εκτελεί με τον ευχερέστερο τρόπο την παραλαβή και εκφόρτωση των απορριμμάτων προς την Χοάνη Παραλαβής και τις λοιπές εργασίες (διάστρωση απορριμμάτων στην δεξαμενή, απομάκρυνση ογκωδών, κ.λπ.).

Η Χοάνη Παραλαβής περιλαμβάνει ενσωματωμένη πλακοταινία για την παραλαβή των απορριμμάτων και τη δοσομέτρησή τους προς τις κατάντη μονάδες. Επιπλέον, πριν την τροφοδοσία των απορριμμάτων προς το τμήμα Μηχανικής Διαλογής γίνεται το σχίσιμο των σάκων απορριμμάτων. Για τον έλεγχο της λειτουργίας της Μονάδας Υποδοχής και της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής έχουν εγκατασταθεί τρία συστήματα (ένα ανά γραμμή επεξεργασίας) κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης, έκαστο των οποίων περιλαμβάνει οθόνη και επτά κάμερες με δυνατότητα ρυθμιζόμενης εστίασης για καλύτερη επίβλεψη. Με την πρώτη, δεύτερη και τρίτη κάμερα παρακολουθείται η τροφοδοσία του Α’ Βάθμιου, Β’ βάθμιου και Γ’ βάθμιου κόσκινου. Η τέταρτη κάμερα εξυπηρετεί την σάλα παραγωγής κάθε γραμμής επεξεργασίας. Με την πέμπτη και έκτη κάμερα, τοποθετημένες πάνω από την πλακοταινία και τον σχίστη σάκων αντίστοιχα, παρατηρείται η τροφοδοσία των απορριμμάτων σε κάθε γραμμή επεξεργασίας. Τέλος η εβδόμη κάμερα επιτηρεί την ανάμιξη των υλικών στον μίκτη.

7.4.4 Μονάδα μηχανικού διαχωρισμού

Στόχος της μονάδας μηχανικού διαχωρισμού είναι ο διαχωρισμός των εισερχομένων σύμμεικτων απορριμμάτων προς παραγωγή τεσσάρων κλασμάτων:

α) Του κλάσματος προς Κομποστοποίηση, για την παραγωγή εμπορεύσιμου compost κατόπιν ελεγχόμενης βιοαποδόμησης των οργανικών.

β) Του κλάσματος προς παραγωγή καύσιμης ύλης RDF (Refuse Derived Fuel), από μίγμα χαρτιού, πλαστικού και άλλων ελαφρών καύσιμων υλικών, σε τελική μορφή δεμάτων.

γ) Σιδηρούχα (μαγνητιζόμενα) μέταλλα.

δ) Αλουμίνιο

Πέραν του διαχωρισμού των ως άνω κλασμάτων, ο όλος σχεδιασμός στοχεύει επίσης στο διαχωρισμό υλικών που η παρουσία τους είναι ανεπιθύμητη, είτε κατά την περαιτέρω επεξεργασία των παραπάνω κλασμάτων, είτε στα τελικά προϊόντα:

- πλαστικές φιάλες αναψυκτικών, νερού κλπ. Οι φιάλες αυτές κατασκευάζονται από σκληρό πλαστικό (PET, PE, PVC), που αφενός είναι ανεπιθύμητο σαν συστατικό του παραγόμενου RDF (PVC), αφετέρου είναι σκόπιμο να διαχωρίζεται, προς μελλοντική ανάκτηση των συσκευασιών
- τυχόν ογκώδη απορρίμματα, π.χ. λάστιχα αυτοκινήτων, καρέκλες, ποδήλατα κλπ., που πιθανά δεν απομακρύνθηκαν στη Μονάδα Υποδοχής.

Η Μονάδα Μηχανικού Διαχωρισμού περιλαμβάνει τα παρακάτω κύρια στάδια:

α) <u>Πρωτοβάθμια Επεξεργασία των απορριμμάτων</u>

Τα απορρίμματα εισέρχονται στο πρωτοβάθμιο περιστρεφόμενο κόσκινο (Α' κόσκινο), το οποίο φέρει οπές των 175 mm X 250 mm.

Από το Α' κόσκινο προκύπτουν δύο κλάσματα: το διερχόμενο των οπών κλάσμα <175 mm X 250 mm που οδηγείται στην δευτεροβάθμια επεξεργασία και το εξερχόμενο ευμεγέθες (>175mm X 250 mm), το οποίο αφού υποστεί ανάκτηση των σιδηρούχων μετάλλων, οδηγείται σε τεμαχιστή για μείωση μεγέθους και ακολούθως συναθροίζεται με το κύριο ρεύμα προς RDF.

β) <u>Δευτεροβάθμια Επεξεργασία</u>

Το Β' κόσκινο είναι διβάθμιο (με οπές Φ80 και Φ100) και επιτυγχάνει το διαχωρισμό των απορριμμάτων για την παραγωγή τριών βασικών κλασμάτων:

- Ενός κλάσματος μεγέθους 80 έως 100 mm, που εν συνεχεία υπόκειται περαιτέρω επεξεργασία προτού τροφοδοτηθεί στη γραμμή κομποστοποίησης.
- Ενός κλάσματος μεγάλου μεγέθους (100 έως 250 mm), για την τροφοδοσία της γραμμής παραγωγής καυσίμου RDF.
- Ενός κλάσματος μεγέθους <80 mm που εν συνεχεία υπόκειται περαιτέρω επεξεργασία προτού τροφοδοτηθεί στη γραμμή κομποστοποίησης.

- Στο πρώτο κλάσμα (μεταξύ 80 και 100 mm) γίνεται ανάκτηση κυρίως των οργανικών υλικών. Περιλαμβάνονται επίσης και ανακτώνται μικρές ποσότητες μετάλλων.

Στο δεύτερο κλάσμα (> 100 mm) περιλαμβάνεται το χαρτί και τα πλαστικά, που αποτελούν τη βάση για την παραγωγή του RDF. Επιπλέον, παραλαμβάνονται ορισμένα υλικά απευθείας ανακυκλούμενα (π.χ. μέταλλα και κουτιά αλουμινίου). Ένα ποσοστό, επίσης, αποτελούν διάφορα απορρίμματα που στη συνέχεια απομακρύνονται ως άχρηστα.

Στο τρίτο κλάσμα (<80 mm) περιέχονται κυρίως οργανικά, μικρού σχετικά μεγέθους, κατάλληλα για κομποστοποίηση.

γ. Επεξεργασία οργανικών υλικών προς κομποστοποίηση – Βιοαντιδραστήρας

Τα κλάσματα που προκύπτουν από τη δευτεροβάθμια επεξεργασία, οδηγούνται σε μαγνητικούς διαχωριστές σιδηρούχων μετάλλων και ακολούθως καταλήγουν σε κυλινδρικό περιστρεφόμενο βιοαντιδραστήρα αποτελούμενο από έναν χαλύβδινο κύλινδρο, που περιστρέφεται συνεχώς με μεταβλητή ταχύτητα. Διαθέτει επαρκή χωρητικότητα για την παραμονή των απορριμμάτων εντός αυτού επί 24 ώρες. Κατ’αντιρροή με την όδευση του υλικού, εμφυσάται από φυσητήρες αέρας. Ο βιοαντιδραστήρας:

- Επιτυγχάνει την ελάττωση του μεγέθους των οργανικών λόγω ανάπτυξης τριβών κατά την περιστροφή του και λόγω κοπής επί των εσωτερικών λαμών που φέρει.

- Επιτυγχάνει την έναρξη των βιολογικών διεργασιών κομποστοποίησης, που επειδή συντελούνται σε κλειστό χώρο, υπό πλήρη ανάδευση και ελεγχόμενες συνθήκες αερισμού και υγρασίας, προάγονται ταχύτατα, ώστε να προκομποστοποιείται το υλικό και να καθίσταται ευχερέστερος ο τεμαχισμός του.

- Διασφαλίζει ότι τα μη ζυμώσιμα υλικά διέρχονται άθικτα στην έξοδο (π.χ. δεν θραύονται τα γυάλινα σκεύη)και δύνανται να διαχωριστούν με κοσκίνηση.

Εικόνα 7-5: Βιοκύλινδρος ΕΜΑΚ

Με τη χρήση του βιοαντιδραστήρα ελαττώνεται η υγρασία του κλάσματος. Το γεγονός αυτό βοηθά σημαντικά τη διαδικασία της κοσκίνισης και αυξάνει το βαθμό ανάκτησης οργανικού κλάσματος, με υψηλή καθαρότητα.

Μετά τον βιοαντιδραστήρα, εγκαθίσταται Γ’ κόσκινο, με οπές διέλευσης 25mm. Τα εξερχόμενα του κόσκινου(Φ>25) οδηγούνται στα άχρηστα. Από τη λειτουργία του βιοαντιδραστήρα παράγονται, επομένως, δύο κλάσματα:

- Οργανικό κλάσμα προς κομποστοποίηση (μεγέθους <25 mm)
- Ετερογενή υλικά προς απόρριψη (μεγέθους από 25έως 100 mm).

Το οργανικό κλάσμα, πριν την τροφοδοσία του προς τη Μονάδα Κομποστοποίησης οδηγείται προς αναμείκτη για την ομογενοποίηση του με τα εξής υπόλοιπα κλάσματα, στο βαθμό που αυτά διατίθενται:

α) Ποσότητα κλαδιών - χόρτων (πρασίνων), τα οποία, αφού προηγούμενα τεμαχιστούν, δοσομετρούνται σε ταινιόδρομο προς τον αναμείκτη.

β) Το κλάσμα των οργανικών προερχόμενο εκ του βαλλιστικού διαχωρισμού (βλ. Μονάδα επεξεργασίας ξηρού κλάσματος).

γ) Το ατελώς κομποστοποιημένο αδρομερές υλικό που επανατρέπεται από τη Μονάδα Εξευγενισμού (Ραφιναρία).

δ. Διαχωρισμός Σιδηρούχων και Αλουμινίου

Η απομάκρυνση των σιδηρών (μαγνητιζόμενων) υλικών λαμβάνει χώρα σε πολλές θέσεις εντός της μ.μ.δ., όπως περιγράφηκε ανωτέρω, με χρήση κατάλληλων μαγνητικών διαχωριστών. Οι μαγνητικοί διαχωριστές είναι ειδικού τύπου πολλαπλών πόλων, που προκαλούν την κύλιση των σιδηρούχων υλικών επ'αυτών. Σαν αποτέλεσμα, τυχόν προσκολλημένα ή εγκλωβισμένα υλικά διαχωρίζονται και επιστρέφουν στο κυρίως ρεύμα, αυξάνοντας έτσι την καθαρότητα των μετάλλων.

Το ρεύμα βαρέων υλικών που διαχωρίζονται στο βαλλιστικό κόσκινο, περιέχει τη μεγαλύτερη ποσότητα μη μαγνητιζόμενων μετάλλων και κυρίως αλουμινίου. Για το λόγο αυτό το υπόψη ρεύμα αρχικά διέρχεται από μαγνήτη, για το διαχωρισμό των σιδηρών και στη συνέχεια μέσω κατάλληλης διάταξης επαγωγικό πεδίο (Eddy current) για το διαχωρισμό του αλουμινίου προς ανακύκλωση.

Τελικά τα ανακτώμενα σιδηρούχα και το αλουμίνιο οδηγείται χωριστά προς συμπίεση σε διαφορετικές πρέσες, όπου δεματοποιούνται και οδηγούνται προς προσωρινή αποθήκευση και στη συνέχεια προς εμπορευματοποίηση.

7.4.5 Μονάδα επεξεργασίας ξηρού κλάσματος

Τα ευμεγέθη απορρίμματα (>100 mmκαι <175mmX250mm) που προκύπτουν από τη δευτεροβάθμια κοσκίνιση, καθώς και αυτά με μέγεθος >175 mm X250 mm που προκύπτουν από την πρωτοβάθμια κοσκίνιση (αφού τεμαχιστούν), διέρχονται από μαγνητικό διαχωριστή μετάλλων, και τροφοδοτούνται προς το βαλλιστικό διαχωριστή – κόσκινο.

Στη διάταξη αυτή, τα απορρίμματα διαστρώνονται ομοιόμορφα στην επιφάνεια μιας διάτρητης τράπεζας, τοποθετημένης με κλίση ως προς την οριζόντια. Η επιφάνεια της τράπεζας δονείται συνεχώς, εκτελώντας κυκλική προς τα ανωτέρω κατακόρυφη κίνηση (τινακτική), που έχει σαν αποτέλεσμα τη διαφορετική μετακίνηση των υλικών ανάλογα με το σχήμα τους και τις ιδιότητές τους:

- *Άκαμπτα αντικείμενα*

Τα σκληρά, άκαμπτα στερεά (π.χ. φιάλες πλαστικού, σκληρό πλαστικό, αδρανή, γυαλί, αλουμίνιο, μέταλλα, ξύλα κλπ.) μετά την πρόσπτωσή τους στη δονούμενη επιφάνεια αναπηδούν εκ νέου, τείνοντας να οδηγηθούν στην χαμηλότερη πλευρά, όπου και συλλέγονται στην κατηγορία των άκαμπτων.

Τα υλικά αυτά, μεταφέρονται μέσω ταινιοδρόμου προς διάταξη διαχωρισμού μη μαγνητιζόμενων μετάλλων (κυρίως αλουμινίου). Μετά την ανάκτηση των μετάλλων, τα υπολειπόμενα απορρίμματα απορρίπτονται ως άχρηστα.

- *Εύκαμπτα υλικά*

Τα ελαφρά, επίπεδα και εύκαμπτα υλικά αντίθετα, λόγω και τη αυξημένης πρόσφυσής τους με την «τινασσόμενη» διάτρητη τράπεζα, μεταφέρονται σταδιακά προς τα ανωμερή, όπου εξέρχονται από την υψηλότερη ακμή της κεκλιμένης τράπεζας. Αποτελούνται κυρίως από χαρτί και πλαστικό, κατάλληλα για τη τροφοδοσία της γραμμής παραγωγής RDF.

- *Λεπτόκοκκα υλικά*

Κατά τη διάρκεια της παραμονής των απορριμμάτων επί του βαλλιστικού διαχωριστή και λόγω της συνεχούς ανατάραξης, τυχόν εγκλωβισμένα η προσκολλημένα οργανικά υλικά διαχωρίζονται, με αποτέλεσμα ένα σημαντικό μέρος αυτών να διέρχονται από τις οπές της επιφάνειας του κοσκίνου, μεγέθους 50 mm. Το ρεύμα των παραλαμβανόμενων με αυτό τον τρόπο οργανικών αποστέλλεται προς μείξη με το εξερχόμενο ρεύμα του τριτοβάθμιου κοσκίνου, μετά τον βιοαντιδραστήρα και με τα τεμαχισμένα σε «τσιπς» κλαδιά.

Τα εύκαμπτα ελαφρά υλικά (RDF) που διαχωρίζονται στο βαλλιστικό διαχωριστή υφίστανται στη συνέχεια ελάττωση του μεγέθους τους με τη διέλευσή τους από κατάλληλους τεμαχιστές (ένα ανά βαλλιστικό διαχωριστή). Το τεμαχισμένο RDF συλλέγεται σε ενιαίο ταινιόδρομο και οδηγείται στο χώρος συμπίεσης, προς τελική δεματοποίηση και εμπορευματοποίησή του.

7.4.6 Μονάδα διαχείρισης αχρήστων

Τα άχρηστα υλικά από τις επιμέρους γραμμές του μηχανικού διαχωρισμού συλλέγονται σε ειδικό ενιαίο ταινιόδρομο και τροφοδοτούνται προς χώρο συμπίεσης και δεματοποίησής τους.

7.4.7 Βελτιώσεις στη μονάδα επεξεργασίας ξηρού κλάσματος

Για την βελτιστοποίηση της παραγωγής στη μονάδα επεξεργασίας ξηρού κλάσματος έχουν πραγματοποιηθεί οι παρακάτω βελτιώσεις.

7.4.7.1 Ανεξάρτητη δεματοποίηση τεμαχισμένου και μη-τεμαχισμένου RDF.

Σύμφωνα με την αρχική μελέτη του έργου οι ταινίες τροφοδοσίας / εκτροπής των τεμαχιστών RDF παραλάμβαναν το μη τεμαχισμένο RDF με αντίστροφη όδευση (είτε σε στιγμές υπερφόρτωσης των τεμαχιστών είτε σε περιόδους συντήρησης ή εκούσιας μη λειτουργίας αυτών) το απορρίπτανε σε ταινίες. Ακολούθως το μη-τεμαχισμένο υλικό από κοινού με το τεμαχισμένο οδηγούνταν στην διάταξη σιλό – πρέσα δεματοποίησης του RDF. Δεδομένης της υπερφόρτωσης της πρέσας RDF και της επιβάρυνσης της διαδικασίας δεματοποίησης με μη τεμαχισμένο RDF αλλά και της υποβάθμισης του τεμαχισμένου RDF με μη τεμαχισμένα, η ροή του μη τεμαχισμένου RDF έχει ανεξαρτητοποιηθεί από την ροή του τεμαχισμένου. Το μη τεμαχισμένο RDF οδηγείται στην υφιστάμενη διάταξη σιλό – πρέσα δεματοποίησης αχρήστων μέσω σειράς ταινιών οι οποίες τροφοδοτούν μία αμφίδρομη ταινία.

Η ταινία αυτή κινούμενη προς την μία κατεύθυνση τροφοδοτεί το υλικό στο υφιστάμενο σιλό αχρήστων, οπότε δεματοποιείται το μη - τεμαχισμένο RDF, ενώ στην άλλη κατεύθυνση τροφοδοτεί την διάταξη πληρώσεως απορριμματοκιβωτίων διάθεσης στο ΧΥΤΑ. Η όδευση αυτή ενεργοποιείται μόνον όταν έχει ήδη ενεργοποιηθεί η ταινία σύζευξης των δεματοποιητών, όποτε η πρέσα αχρήστων (κατά προτεραιότητα) χρησιμοποιείται για δεματοποίηση τεμαχισμένου RDF. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η αδιάλειπτη παραγωγή RDF, σε καιρούς συντήρησης ή επισκευής του δεματοποιητή RDF.

Εικόνα 7-6: Πρέσα RDF και άχρηστων υλικών

7.4.7.2 Διαχείριση αχρήστων μηχανικής διαλογής

Κατά την επεξεργασία των απορριμμάτων από τις τρεις γραμμές μηχανικής διαλογής τα παραγόμενα άχρηστα υλικά προκύπτουν κατά την τριτοβάθμια κοσκίνιση.

Τα τριτοβάθμια περιστροφικά κόσκινα διαχωρίζουν το λεπτόκοκκο οργανικό υλικό, όπως αυτό έχει απομειωθεί σε μέγεθος από τον βιοαντιδραστήρα, από τα μη οργανικά υλικά (όπως γυαλιά, φύλλο πλαστικού, κλπ) και τα οποία παραμένουν άφθαρτα και θεωρούνται άχρηστα. Τα άχρηστα των τριτοβαθμίων κόσκινων από τις τρεις (3) γραμμές μηχανικής διαλογής παραλαμβάνονται από τις αντίστοιχες μεταφορικές ταινίες και μεταφέρονται καθ’ όλο το μήκος του κτιρίου από την μεταφορική ταινία συλλογής. Ακολούθως τα άχρηστα των τριτοβαθμίων παραλαμβάνονται από την τελική ταινία.

Η τελική ταινία απορρίπτει σε εγκάρσιας όδευσης ταινία, η οποία τροφοδοτεί διάταξη παλινδρομικής κίνησης για πλήρωση απορριμματοκιβωτίων (containers). Τα δύο containers (διαστάσεων έκαστο μήκους 6.7m, πλάτους 2,3m και ύψους 2,1m, ολικής χωρητικότητας 32m3) βρίσκονται σταθμευμένα στο ανατολικό άκρο (αδιέξοδο) του δρόμου που βρίσκεται κατά μήκος του δρόμου της νότιας πλευράς του κτιρίου μηχανικής διαλογής. Η κίνηση του φορείου και η αυτόνομη πλήρωση των containers επιτυγχάνεται μέσω αισθητήρα στάθμης υπερήχων (sonar level sensor).

7.4.7.3 Διαχείριση αχρήστων μονάδος ξηρού κλάσματος

Στο βαρύ κλάσμα των βαλλιστικών διαχωριστών έχει παρατηρηθεί ότι περιέχεται σχεδόν το σύνολο πλαστικών φιαλών υγρών συσκευασιών (νερό, αναψυκτικά, απορρυπαντικά, καθαριστικά, κλπ). Από άποψη κατηγορίας υλικών κυριαρχεί το PET και σε μικρότερο βαθμό το PE και τέλος τα PVC και PP. Για την χειροδιαλογή των υλικών αυτών εκτιμάται ότι απαιτούνται ανά βάρδια από 8 έως 12 άτομα.

Για την ανάκτηση των υλικών από PET, PE έχει εγκατασταθεί διάταξη χειροδιαλογής.

Η ταινία χειροδιαλογής έχει δυνατότητα εξυπηρέτησης έως 12 χειροδιαλογέων οι οποίοι εργάζονται σε υπερυψωμένη μεταλλική πλατφόρμα. Ανά δύο οι χειροδιαλογείς απορρίπτουν τις πλαστικές φιάλες σε κοινή χοάνη. Κάτω από την πλατφόρμα, οι χοάνες απορρίπτουν τις φιάλες σε σύστημα μεταφορικών ταινιών τροφοδοτούνται σε δεματοποιητή που παράγει δεμάτια διαστάσεων πλάτους 720mm, ύψους 800mm και μήκους μεταβλητού από 800mm έως 1200mm.

7.4.8 Μονάδα Κομποστοποίησης και Ωρίμανσης

Η τεχνολογία Κομποστοποίησης του οργανικού κλάσματος είναι αυτή των καναλιών κομποστοποίησης. Διατίθεται μεγάλος αριθμός παράλληλων επιμήκων καναλιών μικρού πλάτους, στην είσοδο των οποίων το υλικό φορτώνεται μηχανικά, παραμένει εντός των καναλιών για συνολικό χρονικό διάστημα 58 περίπου ημερών υπό διαρκή αερισμό και περιοδική μηχανική ανάδευση ανά δύο ημέρες (στάδιο κομποστοποίησης).

Συγκεκριμένα, η μονάδα Κομποστοποίησης - Ωρίμανσης περιλαμβάνει 48 αεριζόμενα κανάλια πλάτους 5 m, βάθους 2,8 m και μήκους 84 m. Το ύψος του σωρού του κομποστοποιούμενου υλικού σε κάθε κανάλι κυμαίνεται περί τα 2,3 m. Σε κάθε κανάλι, το πρώτο τμήμα μήκους 58 m είναι διαθέσιμο για την διεργασία της κομποστοποίησης, ενώ το δεύτερο τμήμα μήκους 26 m είναι διαθέσιμο για τη διεργασία της ωρίμανσης.

Τα 48 κανάλια της μονάδας κατανέμονται σε τρία τμήματα, τα οποία αντιστοιχούν στα τρία modules του τμήματος Μηχανικού Διαχωρισμού. Κάθε τμήμα αποτελείται από τέσσερις γραμμές επεξεργασίας (τετράδες καναλιών), οι οποίες τροφοδοτούνται από το αντίστοιχο module με ανεξάρτητο σύστημα ταινιοδρόμων. Κάθε τετράδα διαθέτει αυτόνομο σύστημα διανομής υλικού. Καθημερινά τροφοδοτούνται συνολικά 24 κανάλια, δηλαδή 8 κανάλια ανά module. Καθημερινά, σε ισάριθμα κανάλια, πραγματοποιείται ανάδευση και προώθηση του υλικού.

Για την ανάδευση και προώθηση του υλικού χρησιμοποιούνται συνολικά έξι μηχανήματα ανάδευσης- αερισμού – ύγρανσης (ΜΑΑΥ). Αντιστοιχούν δύο ΜΑΑΥ ανά module. Κάθε ΜΑΑΥ αναδεύει και προωθεί το υλικό σε τέσσερα κανάλια ανά ημέρα, τα οποία τροφοδοτούνται με υλικό την επόμενη μέρα. Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της έναρξης δύο διαδοχικών αναδεύσεων του ίδιου καναλιού, όπως προαναφέρθηκε, είναι 2 εργάσιμες ημέρες.

Εικόνα 7-7: Μηχανή ανάδευσης υλικών

Για τον αερισμό του υλικού που βρίσκεται στο τμήμα κομποστοποίησης, κάθε κανάλι διαθέτει ψευτοδάπεδο, το οποίο επιτρέπει τη διέλευση του αέρα. Το ψευτοδάπεδο επιτρέπει επίσης τη διέλευση των στραγγιδίων προς το βιολογικό καθαρισμό του Εργοστασίου. Το μήκος του καναλιού που αντιστοιχεί στο τμήμα κομποστοποίησης διαιρείται σε τέσσερις ζώνες αερισμού. Στις τρεις πρώτες ζώνες εφαρμόζεται αερισμός με τη μέθοδο της αναρρόφησης, ενώ στην τελευταία εφαρμόζεται η μέθοδος της εμφύσησης.

Η μονάδα κομποστοποίησης-ωρίμανσης περιλαμβάνει τα ακόλουθα συστήματα:

α) Σύστημα ταινιοδρόμων τροφοδοσίας, διατάξεις διανομής υλικού, ταινιόδρομο απομάκρυνσης κομποστοποιημένου υλικού.

β) Σύστημα ανάδευσης, ύγρανσης και προώθησης του υλικού και φορείο μετάθεσης αυτού.

γ) Σύστημα αερισμού.

7.4.9 Μονάδα Εξευγενισμού Κόμποστ (Ραφιναρία)

Το παραγόμενο compost, οδηγείται προς ραφινάρισμα, που συνίσταται στο διαχωρισμό του από ξένες προσμίξεις (κυρίως γυαλί, σκληρά πλαστικά, χαλικάκι, film πλαστικών), καθώς και από τα μη πλήρως κομποστοποιημένα οργανικά στερεά.

Η λειτουργία της μονάδας ραφιναρίσματος εξασφαλίζει την παραγωγή compost υψηλής καθαρότητας και επομένως εμπορευσιμότητας του τελικού προϊόντος.

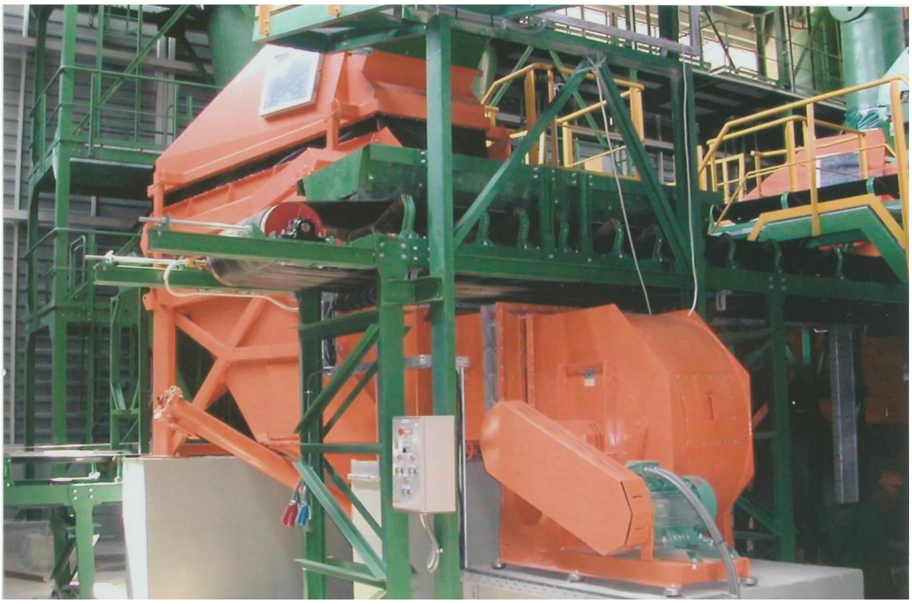
Τα παραγωγικά στάδια της Μονάδας Ραφιναρίας έχουν συνοπτικά ως εξής:

α. Η τροφοδοσία και δοσομέτρηση του compost γίνεται με χοάνη τροφοδοσίας, στον πυθμένα της οποίας λειτουργούν αλυσσοταινίες μεταφοράς. Η χοάνη έχει σχήμα κόλουρης πυραμίδας και αρνητική κλίση για να μην επικολλάται το υλικό στα τοιχώματα.

β. Ο διαχωρισμός των υλικών βάσει μεγέθους γίνεται:

β1. Με δύο όμοια διβάθμια περιστρεφόμενα κόσκινα, κυκλικής διατομής, με εσωτερική διάμετρο τυμπάνου 3,0 m, μήκος διάτρητου τμήματος 12 m και διάμετρο οπών 10 mm και 20 mm. Η ταχύτητα περιστροφής είναι μεταβαλλόμενη 5-14rpm όπως και η κλίση μεταξύ 1-5o. Τα κόσκινα αποτελούνται από το πλαίσιο στήριξης, το ενιαίο στιβαρό κυλινδρικό τύμπανο όπου προσαρμόζονται τα διάτρητα χαλύβδινα φύλλα, που είναι αφαιρετά και εναλλασσόμενα, χαλύβδινες στεφάνες από ειδικό ελαστικό. Το ένα ζεύγος των τροχών είναι κινητήριοι και συνδέονται με άξονα για μετάδοση της κίνησης.

β2. Με τρεις βαρυμετρικές τράπεζες δυναμικότητας 18 t/h έκαστη: Δύο όμοιες, που χρησιμοποιούνται «εν παραλλήλω» για την επεξεργασία του κλάσματος που διέρχεται από τις μικρές οπές του διαβάθμιου κοσκίνου ($\Phi<10$mm) και μία για το υλικό με 10 mm $< \Phi <$ 20 mm, προς ανάκτηση του οργανικού που δεν έχει ακόμη κομποστοποιηθεί και ανακτάται προς ανακυκλοφορία στον ομογενοποιητή. Η βαρυμετρική τράπεζα είναι συνδυασμός βαλλιστικού διαχωρισμού και αεροδιαχωρισμού και είναι τύπου δονούμενης τράπεζας ρευστοποίησης. Η ρευστοποίηση του υλικού γίνεται μέσω κεκλιμένης δονούμενης τράπεζας και ταυτόχρονης εμφύσησης αέρα και συνδυάζεται με κυκλώνα όπου γίνεται ο διαχωρισμός ελαφρών και σκόνης καθώς και των πολύ λεπτόκοκκων βαρέων. Κάθε σύστημα περιλαμβάνει: Δονούμενη τράπεζα, μεταλλική διάταξη στήριξης, μηχανισμό παλινδρομικής κίνησης, ανεμιστήρα ρευστοποίησης, κυκλώνα και ανεμιστήρα αναρρόφησης, κοχλία απαγωγής των πολύ λεπτοκόκκων βαρέων.



Εικόνα 7-8: Βαρυμετρική ραφιναρία υλικών

γ. Δονούμενο κόσκινο, τύπου flip-flop, δυναμικότητας 16 t/h, με κλίση 20º που περιλαμβάνει τη διάταξη κοσκίνισης που εδράζεται σε ελατήρια και αποτελείται από πλαίσιο όπου προσαρμόζονται τα διάτρητα ελάσματα κοσκίνισης, δηλαδή δύο επιφάνειες κοσκίνισης η μία πάνω στην άλλη. Η κατώτερη επιφάνεια φέρει οπές διαστάσεων 10mmx10mm, ενώ η ανώτερη φέρει οπές άλλων διαστάσεων.

Εικόνα 7-9: Κόσκινο τύπου Flip flop

δ. Τεμαχιστής λειοτρίβησης τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου με σφυριά (σφυρόμυλος) με ενσωματωμένη διάταξη κοσκίνισης, δυναμικότητας 6 t/h. Στο θάλαμο θραύσης περιστρέφονται δύο οριζόντιοι ρότορες (με αρθρωτά σφυριά), που παίρνουν κίνηση από ισάριθμους κινητήρες. Τα σφυριά είναι διατεταγμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται μέγιστη κάλυψη της επιφάνειας του θαλάμου. Η συνολική επιφάνεια λειοτρίβισης είναι 2 m2. Πριν την έξοδο του από το θάλαμο το υλικό διέρχεται από διάταξη κοσκίνισης με κλίση 45^o για την παρακράτηση τυχόν ευμεγεθών και επαναφέρονται στην είσοδό του λειοτριβητή για επαναθρυμματισμό. Το λειοτριβημένο compost απορρίπτεται επί μεταφορικής ταινίας που τροφοδοτεί τη συσκευαστική διάταξη. Ο λειοτριβητής είναι εφοδιασμένος με δοσομετρικό αλυσσομεταφορέα με αποξεστήρες και με διάταξη αποκονίωσης.

ε. Η μεταφορά του μη πλήρως κομποστοποιημένου υλικού προς το σιλό αποθήκευσης των τεμαχισμένων κλαδιών γίνεται με χρήση αυλωτού μεταφορέα ελαστικού ιμάντα. Η δυναμικότητα του συστήματος ανέρχεται σε 12 t/h.

Το τελικό κλάσμα compost μεγέθους <10 mm, που αποτελεί ώριμο compost, συναθροίζεται με το υπόλοιπο compost. Το κλάσμα μεγέθους μεταξύ 10 mm και 20 mm είναι ατελώς κομποστοποιημένο υλικό και επανατρέπεται προς τον αναμείκτη της μονάδας μηχανικού διαχωρισμού, όπου αναμειγνύεται με τα υπόλοιπα οργανικά κλάσματα που τροφοδοτούν την Μονάδα Κομποστοποίησης και Ωρίμανσης. Η τελική ωρίμανση του compost ολοκληρώνεται στην πλατεία χουμοποίησης όπου το υλικό διαστρώνεται σε σειράδια, σε ελεγχόμενες παρτίδες, για 1-2 μήνες.

7.4.10 Συσκευαστήριο Κόμποστ

Το compost που εξέρχεται από τη μονάδα ραφιναρίας καταλήγει, μέσω μεταφορικής ταινίας, σε υπαίθρια πλατεία από σκυρόδεμα.

Το μέρος αυτού που προορίζεται για τυποποίηση αποθηκεύεται με φορτωτές σε κλειστό κτίριο, όπου παραμένει επί περίπου 8 εβδομάδες για την ολοκλήρωση των διαδικασιών χουμοποίησης. Στη συνέχεια λειοτρίβεται σε μέγεθος <2 mm, ζυγίζεται, ενσακκίζεται και παλετάρεται.

Το υπόλοιπο του παραγόμενου compost αποθηκεύεται σε σωρούς στην υπαίθρια πλατεία από σκυρόδεμα, όπου παραμένει επί 8 περίπου βδομάδες για την ολοκλήρωση των διεργασιών χουμοποίησης. Στη συνέχεια φορτώνεται ασυσκεύαστο σε ανοιχτά φορτηγά για διάφορες χρήσεις (υλικό αποκατάστασης ΧΥΤΑ και παλαιών ΧΔΑ, χρήση σε άλεση, εμπλουτισμός ορεινών όγκων για αναδασώσεις και ενίσχυση της φυτικής ανάπτυξης, διάφορες δενδροκαλλιέργειες κ.α.). Η πλατεία διαθέτει κανάλι, περιμετρικά, για την απορροή των ομβρίων.

7.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

7.5.1 Διατάξεις απαγωγών-απόσμησης υποδοχής απορριμμάτων

Κάθε κτίριο υποδοχής των απορριμμάτων διαθέτει δίκτυο απαγωγής αέρα που αποτελείται από κεντρικό οριζόντιο αγωγό και κατακόρυφες διακλαδώσεις πλευρικά από όλες τις αυτόματες πόρτες για αναρρόφηση του αέρα από χαμηλό ύψος. Για την αναρρόφηση του αέρα υπάρχει ένας φυγοκεντρικός ανεμιστήρας σε κάθε κτίριο.

Επίσης, έχουν εγκατασταθεί 3 βιόφιλτρα, ένα ανά κτήριο, κάθε ένα επιφάνειας 300 m2 και ύψους κλίνης 1,2 m.

7.5.2 Διατάξεις απαγωγών-απόσμησης αέρα κτηρίου μηχανικού διαχωρισμού

Οι διατάξεις απαγωγή του αέρα από το κτήριο μηχανικού διαχωρισμού περιλαμβάνουν ανά γραμμή επεξεργασίας: σύστημα αεραγωγών απαγωγής του αέρα (ένας κεντρικός αγωγός, με διακλαδώσεις σε διάφορες θέσεις), ανεμιστήρα αναρρόφησης παροχής 50.000 m3/ώρα και ισχύος 95 kw, διάταξη αποκονίωσης, με σακκόφιλτρο επιφάνειας φίλτρανσης 333 m2 και διάταξη απόσμησης, με βιόφιλτρο επιφάνειας 300 m2 και ύψους κλίνης 1,2 m.

7.5.3 Διατάξεις απαγωγών-απόσμησης αέρα χώρου RDF

Στο χώρο παραγωγής του RDF υπάρχει σύστημα απαγωγής του αέρα και αποκονίωσης στα τμήματα του εξοπλισμού όπου παράγεται σκόνη.

7.5.4 Διατάξεις απαγωγών-απόσμησης αέρα μονάδας κομποστοποίησης

Κάθε γραμμή κομποστοποίησης περιλαμβάνει κεντρικό αεραγωγό. Για το σκοπό αυτό, έχουν εγκατασταθεί φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες (ένας ανά γραμμή), παροχής 50.000 m3/ώρα και ισχύος 55 kW. Για την απόσμηση του αέρα, λειτουργεί ειδική προς τούτο εγκατάσταση (scrubbers).

7.5.5 Διατάξεις απαγωγών-απόσμησης αέρα μονάδας ραφιναρίας

Στο κτήριο ραφιναρίας υπάρχει αντίστοιχο σύστημα απαγωγής (με δίκτυο αεραγωγών), αναρρόφησης (με φυγοκεντρικό ανεμιστήρα), αποκονίωσης (με σακκόφιλτρο) του αέρα. Στο συσκευαστήριο του compost διατίθεται σύστημα απαγωγής και αποκονίωσης του αέρα, που περιλαμβάνει κυκλώνα.

Σε όλες τις παραπάνω διατάξεις (γ, δ και ε), οι αγωγοί κατασκευάζονται από κυλινδραρισμένα χαλυβδόφυλλα που συγκολλούνται με ευθεία ραφή κατά τη γραμμή ροής. Διαθέτουν ως αντιδιαβρωτική προστασία εποξειδική βαφή επί επιφάνειας διαμορφωμένης με αμμοβολή.

7.5.6 Μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων του ΕΜΑ

Η Μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων του ΕΜΑ, παραλαμβάνει τα στραγγίσματα της Μονάδας Υποδοχής, τα όμβρια από την ανοιχτή αποθήκη του compost, τα νερά πλύσης των δαπέδων όλων των μονάδων, καθώς και τα ανθρώπινα λύματα και υγρά απόβλητα που συλλέγονται από τα δίκτυα ακαθάρτων όλου του εργοστασίου. Τα διασταλλάζοντα της μονάδας κομποστοποίησης διέρχεται μέσω εγκατάστασης περιστροφικού κοσκίνου, από ανοξείδωτο χάλυβα διαμέτρου 0,63 m, μήκους 0,60 m και με άνοιγμα οπών 1 mm. Η ταχύτητα περιστροφής είναι 9 στρ./λεπτό. Τα εξερχόμενα υγρά ακολουθούν την γραμμή επεξεργασίας της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων του ΕΜΑ ή χρησιμοποιούνται με ανακυκλοφορία για τη ρύθμιση υγρασίας του κομποστοποιούμενου υλικού.

Η μέθοδος επεξεργασίας των λοιπών υγρών αποβλήτων βασίζεται σε βιολογικές διεργασίες και ειδικότερα: βιολογική διάσπαση του οργανικού φορτίου, βιολογική απομάκρυνση του αζώτου (νιτροποίηση - απονιτροποίηση) και πλήρη σταθεροποίηση της ιλύος (παρατεταμένος αερισμός).

Μέσω του δικτύου αποχέτευσης, τα υγρά απόβλητα οδηγούνται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας που περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Εξισορρόπηση της ποσότητας και ποιότητας, μέσω αεριζόμενης και αναδευόμενης δεξαμενής εξισορρόπισης ωφέλιμου όγκου 100 m^3.
- Βιολογική επεξεργασία, με συνδυασμό δεξαμενών αερισμού (ωφέλιμου όγκου 600 m3) και καθίζησης.
- Απολύμανση
- Πάχυνση ιλύος σε δεξαμενή ωφέλιμου όγκου 9 m^3, με αντλιοστάσιο επανατροπής της παχυμένης ιλύος προς το Εργοστάσιο, για κομποστοποίησή της.

7.5.7 Μεταφορικές Ταινίες Καλυμμένες

Οι μεταφορικές ταινίες (με ιμάντα), είναι σκαφοειδούς μορφής, με τρία ράουλα σε διάταξη 30ο – 0ο – 30ο. Τα ράουλα επιστροφής είναι σε επίπεδη διάταξη. Το πλάτος των ταινιοδρόμων κυμαίνεται μεταξύ 500 mm και 1800 mm. Η ταχύτητα μεταφοράς των ταινιοδρόμων είναι εν γένει 1 m/sec, με εξαίρεση τον ταινιόδρομο των αχρήστων, ο οποίος έχει ταχύτητα 1,5 m/sec και τους ταινοδρόμους διανομής και απόληψης της κομποστοποίησης με ταχύτητα 2 m/sec. Οι περισσότεροι ταινιόδρομοι είναι οριζόντιοι, ενώ όπου απαιτείται κεκλιμένος ταινιόδρομος, η μέγιστη κλίση είναι 18ο.

Όλοι οι ταινιόδρομοι διαθέτουν επαρκή αριθμό συστημάτων ασφάλειας και διευκόλυνσης του προσωπικού:

i. Χαλινοδιακόπτες ασφαλείας κατά μήκος των ταινιοδρόμων

ii. Τοπικό χειριστήριο για σταμάτημα/ξεκίνημα

iii. Σειρήνα κινδύνου κατά την εκκίνηση (για τους ταινιοδρόμους μεγάλου μήκους)

iv. Προστατευτικά καλύμματα σε όλα τα περιστρεφόμενα μέρη.

7.5.8 Ηλεκτρολογικός και Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός

7.5.8.1 Υποσταθμοί μέσης τάσης

Η παροχή Μεσαίας Τάσης (Μ.Τ.) της ΔΕΗ τροφοδοτεί την κυψέλη άφιξης του υποσταθμού ST-0, του οποίου ο Πίνακας Μ.Τ. αποτελείται από 4 κυψέλες (1 άφιξης και 3 αναχώρησης). Οι δύο κυψέλες αναχώρησης τροφοδοτούν τους μετασχηματιστές TR-01 και TR-02. Η τρίτη κυψέλη αναχώρησης τροφοδοτεί τον υποσταθμό ST-1. Στον υποσταθμό ST-1 υπάρχει Πίνακας Μ.Τ. που αποτελείται από 3 κυψέλες (1 άφιξης και 2 αναχώρησης).

Η μια κυψέλη αναχώρησης τροφοδοτεί τον υποσταθμό ST-2 και η δεύτερη τον μετασχηματιστή TR-A. Αντίστοιχα ο υποσταθμός ST-2 τροφοδοτεί τον υποσταθμό ST-3 και τον μετασχηματιστή TR-B. Ο υποσταθμός ST-3 διαθέτει μόνο μία κυψέλη αναχώρησης, μέσω της οποίας τροφοδοτεί τον μετασχηματιστή TR-Γ.

Οι 5 μετασχηματιστές που χρησιμοποιούνται είναι με μόνωση ελαίου, κατάλληλοι για τοποθέτηση σε εσωτερικό χώρο και εφοδιασμένοι με όλα τα μέσα και διατάξεις για την προστασία και ασφαλή λειτουργία τους. Οι δύο μετ/στες TR-01 και TR-02 λειτουργούν σε παράλληλη σύνδεση και είναι εγκατεστημένοι στον υποσταθμό ST-0, ενώ οι υπόλοιποι τρεις TR-A, TR-B και TR-Γ είναι ανά ένας εγκατεστημένοι στους υποσταθμούς ST-1, ST-2 και ST-3 αντίστοιχα.

Οι Πίνακες διόρθωσης συντελεστή ισχύος είναι εγκατεστημένοι στους Πίνακες Χαμηλής Τάσης και περιλαμβάνουν σταθερές μονάδες πυκνωτών για μόνιμη αντιστάθμιση, καθώς και 2 πεδία με τις απαιτούμενες συστοιχίες πυκνωτών.

7.5.8.2 Εγκατάσταση διανομής

Οι Πίνακες Χαμηλής Τάσης βρίσκονται πλησίον των μετασχηματιστών, είναι μεταλλικοί ισταμένου τύπου, με θύρα επίσκεψης στο εμπρόσθιο μέρος, με σκελετό από γωνιές προφίλ και επένδυση από λαμαρίνα DKP πάχους 2 mm.

7.5.8.3 Εξωτερικός φωτισμός

Για τον φωτισμό των εσωτερικών οδών του εργοστασίου υπάρχει επαρκής αριθμός φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες ατμών Hg. Για τον φωτισμό περιμετρικά των κτιρίων χρησιμοποιούνται, επίσης, φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες ατμών Hg.

7.5.8.4 Εσωτερικός φωτισμός

Για τον φωτισμό των βιομηχανικών κτηρίων χρησιμοποιούνται φωτιστικά σώματα τύπου «καμπάνα», με λαμπτήρες ατμών Hg. Για τους λοιπούς χώρους χρησιμοποιούνται φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες φθορίου. Για τους χώρους με υγρασία χρησιμοποιούνται αντίστοιχοι λαμπτήρες στεγανοί.

7.5.8.5 Γείωση

Σε κάθε υποσταθμό υπάρχει ισοδυναμικό πλέγμα, πάνω στο οποίο συνδέεται περιμετρική λάμα χαλκού, επί της οποίας συνδέονται όλα τα μεταλλικά μέρη του υποσταθμού, όπως και ο μετασχηματιστής και οι Πίνακας.

7.5.8.6 Αντικεραυνική προστασία

Το σύστημα αντικεραυνικής προστασίας που έχει επιλεγεί είναι ο κλωβός Faraday, για την προστασία κάθε κτιρίου χωριστά.

7.5.8.7 Κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης

Το σύστημα περιλαμβάνει 20 κάμερες, 12 σταθερές και 8 περιστρεφόμενες με ZOOM και κάθετη - οριζόντια κίνηση (Pan-Tilt). Υπάρχουν 4 σταθμοί παρακολούθησης. Οι 3 τοποθετούνται στο κτίριο του μηχανικού διαχωρισμού, ένας σε κάθε γραμμή ο οποίος περιλαμβάνει τρεις κάμερες. Κάθε σταθμός διαθέτει 6 κάμερες (4 σταθερές και 2 περιστρεφόμενες) και 2 οθόνες παρακολούθησης.

7.5.8.8 Τηλεφωνικό σύστημα

Αποτελείται από 1 τηλεφωνικό κέντρο με 8 εξωτερικές και 64 εσωτερικές γραμμές.

7.6 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η διασύνδεση πολλών Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών (Programmable Logic Controllers) αποτελεί τη μορφή ελέγχου και εποπτείας στο ΕΜΑ. Η ύπαρξη δικτύου επιτρέπει την πλήρη συνεργασία μεταξύ των τμημάτων της παραγωγικής αλυσίδας με στόχο την όσο το δυνατόν αποδοτικότερη παραγωγή. Επίσης, με χρησιμοποίηση Συστημάτων Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Πληροφοριών (Supervisory Computerl Aided Data Acquisition), ολοκληρώνεται πλήρως η αυτοματοποιημένη διαδικασία παραγωγής. Στο ΕΜΑ το εγκατεστημένο σύστημα συλλέγει τα στοιχεία από τους διάφορους αισθητήρες μέσα στο εργοστάσιο πάνω στα μηχανήματα παραγωγής, ή σε άλλες μακρινές θέσεις (Απομακρυσμένες Τερματικές μονάδες, RTU) και τα μεταβιβάζουν σε τοπικό ή στον κεντρικό υπολογιστή κάθε συστήματος που τα ελέγχει και τα διαχειρίζεται. Συγκεκριμένα υπάρχει επιλογικός διακόπτης L-O-R για κάθε μηχάνημα παραγωγής, αλλά στο σύνολό της η διαδικασία είναι στο remote, με τα PLC να υλοποιούν τις οδηγίες του κεντρικού ή τοπικού ελέγχου

Με την χρήση SCADA επιτυγχάνεται εποπτεία της παραγωγής, on-line παρακολούθηση, μέσω των προαναφερόμενων μονάδων PLCs, και συνεχής καταγραφή σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές όλων των κρίσιμων παραμέτρων της παραγωγικής διαδικασίας, για την επίτευξη εποπτείας σε πραγματικό χρόνο. Συγκεκριμένα διατίθενται συνολικά 9 συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου της λειτουργίας της εγκατάστασης: 3 για κάθε γραμμή μηχανικού διαχωρισμού, από 1 για την είσοδο - ζυγιστήριο, τη μονάδα RDF, τη μονάδα κομποστοποίησης, τη μονάδα ραφιναρίας τη μονάδα επεξεργασίας αερίων εκπομπών κομποστοποίησης καθώς και ένα συνολικό στο κέντρο διοίκησης.

Οι κύριες λειτουργίες του συστήματος SCADA είναι οι ακόλουθες:

- Συλλογή δεδομένων από τα PLCs και τις Απομακρυσμένες Τερματικές μονάδες (RTU). Όλα τα επιθυμητά σήματα μεταδίδονται προς το τοπικό σύστημα SCADA μέσω του δικτύου βιομηχανικού αυτοματισμού.

- Αποθήκευση πληροφοριών (όπως αναλυτικά στοιχεία για τα εισερχόμενα απορριμματοφόρα, φορτίο κτλ) και μεταφορά τους στο κεντρικό σύστημα στο κτήριο διοίκησης. Στο χώρο αυτό με την χρήση βάσης δεδομένων οι επιλεγμένες πληροφορίες αναπαρίστανται είτε αυτούσιες είτε έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία γραφημάτων.

Ανάλυση δεδομένων και ειδοποίηση του προσωπικού σε περιπτώσεις σφάλματος. Όταν τα δεδομένα πάρουν τιμές μη κανονικές το σύστημα SCADA ειδοποιεί με οπτική ή ακουστική σήμανση τους χειριστές, ώστε να αποφευχθούν δυσάρεστες επιπτώσεις.

- Έλεγχος κλειστού βρόχου διεργασιών σε κρίσιμα σημεία της παραγωγής όπου έχουν εφαρμοστεί τεχνικές ελέγχου, αυτόματες (μέσω εντολών διακοπής λειτουργίας κτλ) ή χειροκίνητες (χαλινοδιακόπτες σε μεταφορικές ταινίες).
- Γραφική απεικόνιση των τμημάτων της διεργασίας σε μιμικά διαγράμματα και παρουσιάσεις των δεδομένων σε ενεργά πεδία. Τα μιμικά διαγράμματα απεικονίζουν ρεαλιστικά τμήματα της διεργασίας με στόχο την ευκολότερη εποπτεία και την κατανόηση των δεδομένων από τους χειριστές SCADA
- Καταγραφή όλων των συμβάντων κανονικών και μη για την δημιουργία ιστορικού αρχείου με την καταγραφή κρίσιμων παραμέτρων.
- Η χρήση του προγράμματος Συντήρησης. Με τη συγκεκριμένη εφαρμογή θα καταγράφονται το σύνολο των βλαβών στο ΕΜΑ με σκοπό την βελτιστοποίηση των τακτικών εργασιών συντήρησης και την μείωση της κατασταλτικής συντήρησης.

7.7 ΚΙΝΗΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

7.7.1 Φορτηγά μεταφοράς παραπροϊόντων (αχρήστων)

Επίσης διατίθενται:

Α) Ένα φορτηγό μεταφοράς container, του οίκου IVECO Ιταλίας, τύπου 190 Ε 31 και δύο Mercedes 4141 εξοπλισμένα με μηχανισμό ανύψωσης, για τη μεταφορά στο ΧΥΤΑ των containers με τα άχρηστα της μονάδα ραφιναρίας, καθώς και των containers με τα ογκώδη υλικά που απομακρύνονται από τις αρπάγες στην υποδοχή και από την τράπεζα χειραφαίρεσης. Σημειώνεται ότι οι ανυψωτικοί μηχανισμοί είναι τύπου HOOK LIFT.

Β) Ένα φορτηγό, τύπου 150 Ε 24 του οίκου IVECO, δύο Renault τύπου CBH 385 και δύο Mercedes 4141 με ανατρεπόμενη πλατφόρμα, για την απευθείας φόρτωση και μεταφορά στον ΧΥΤΑ των δεματοποιημένων αχρήστων που εκφορτώνονται από το συμπιεστή αχρήστων και το συμπιεστή RDF.

7.7.2 Φορτωτές

Διατίθενται συνολικά 4 ελαστιχοφόροι φορτωτές. Οι δύο είναι CATERPILLAR-924G, ένας CATERPILLAR-914G και ένας CASE 521D για τη μεταφορά κλαδιών-χόρτων προς τροφοδοσία του τεμαχιστή κλαδιών-χόρτων. Επίσης διατίθεται ένας φορτωτής μικρός με προσαρμοζόμενη βούρτσα ιδού τύπου Mustang 2044.

7.7.3 Περονοφόρο όχημα

Διατίθενται 4 περονοφόρα οχήματα. Τρία Clark CMP-25D για την παραλαβή και μεταφορά εντός της εγκατάστασης των παλετών συσκευασμένου compost και ένα ίδιου τύπου αλλά με ειδικό μηχανισμό διαχείρισης κάδων. Επίσης διατίθεται ένας φορτωτής περονοφόρο τύπου JCB 530-70 το οποίο χρησιμοποιείται για την τροφοδοσίας του λειοτεμαχιστή Waste reducer M&J 4000 M.

7.7.4 Επιβατικά οχήματα

Διατίθεται ένα επιβατικό όχημα 4χ4, τύπου SPORTAGE της εταιρείας KIA MOTORS, για τις ανάγκες μεταφοράς στελεχών και επισκεπτών του εργοστασίου. Επίσης, ένα λεωφορείο μεταφοράς προσωπικού, τύπου A40 C13 της εταιρείας IVECO, με 15+1 θέσεις.

7.7.5 Λοιπά οχήματα

- Διατίθεται ένα αναρροφητικό σάρωθρο Dulevo, βιομηχανικού τύπου, για τον καθαρισμό των κλειστών χώρων.
- Ένα επαγγελματικό όχημα, τύπου FIORINO-strada της FIAT, που μεταφέρει 2 άτομα, για τις ανάγκες μεταφοράς του προσωπικού συντήρησης.
- Τράπεζα εργασίας Manitu 75EX2
- Μηχάνημα τεμαχισμού τύπου Waste reducer M&J 4000 M μεταφερόμενο από Mercedes Actros 3343
- Σάρωθρο οδών Mathieu YNO τύπου Azura Concept
- Πυροσβεστικό όχημα μάρκας Mercedes Unimog τύπου Sides U 1550L

7.8 Εγκατάσταση Απόσμησης και Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

7.8.1 Μονάδα Απόσμησης

Η μονάδα αποσκοπεί στην αφαίρεση των οσμών από τον αέρα που αναρροφάται δια μέσου των καναλιών κομποστοποίησης του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης Απορριμμάτων (ΕΜΑ).

Τη μονάδα του συστήματος απόσμησης συγκροτούν δώδεκα (12) όμοια συστήματα. Κάθε σύστημα αποτελείται από τρία (3) ανεξάρτητα διαδοχικά και διακεκριμένα στάδια επεξεργασίας, που πραγματοποιούνται σε δύο (2) κατακόρυφους κυλινδρικούς πύργους πλύσεως. Ανά δύο συστήματα, ο αποσμημένος αέρας συγκεντρώνεται μέσω αεραγωγών εξόδου σε μία καμινάδα.

Η δέσμευση των αερίων ρύπων πραγματοποιείται με διέλευση του προς απόσμηση αερίου ρεύματος από τους πύργους, κατ’αντιρροή με υδατικά χημικά διαλύματα, που είναι:

1) Διάλυμα θειικού οξέος (H2SO4) 40% κ.β.2.) Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NαOH) 40% κ.β.
2) Διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (NaOCl) 12% κ.β. σε ενεργό χλώριο, 12,6% κ.β. NaOCl, 0.76 % κ.β. NaOH, 9,89 % κ.β. σε NaCl

Τα υδατικά χημικά διαλύματα πλύσης κάθε συστήματος, ρυθμίζονται μέσω δοσομετρικών αντλιών, οι οποίες τροφοδοτούνται από τις δεξαμενές αποθήκευσης χημικών που βρίσκονται στη Μονάδα Αποθήκευση Χημικών και από έξι δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης NaOCl που βρίσκονται στη Μονάδα Απόσμησης.

Κάθε σύστημα είναι σχεδιασμένο για την απόσμηση μεταβλητής παροχής από 25.000 m3/h(min) έως 40.000 m3/h (max) στους 20oC. Στην μονάδα απόσμησης οι συγκεντρώσεις των δύσοσμών συστατικών του προς επεξεργασία αερίου μίγματος, στην μέγιστη παροχή λαμβάνονται ως εξής:

- Αμμωνία: 50 ppmv
- Υδρόθειο και οργανικά σουλφίδια: 10 ppmv

Οι κυριότερες δύσοσμες ενώσεις που θα οδηγούνται με τα απαέρια στο β στάδιο πλύσης περιλαμβάνουν:

- Σε σημαντικές ενώσεις σουλφίδια και ειδικότερα διμεθυλσουλφίδια (CH3)2S με σ. βρασμού 380C και διμεθυλδισουλφίδια (CH3)2S2 με σ. βρασμού 1100C
- Σε σημαντικές ποσότητες μερκαπτάνες και ιδιαίτερα Μεθυλική με σ. βρασμού 60 C και αιθυλική με σ. βρασμού 370 C
- Σε μικρότερες ποσότητες υδρόθειο

Η συνολική απόδοση απομάκρυνσης (α) της αμμωνίας και (β) του υδροθείου και των οργανικών σουλφιδίων θα είναι τουλάχιστον 99 % για καθένα από τους παραπάνω αερίους ρύπους.

7.8.2 Μονάδα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

Σε ότι αφορά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων που προκύπτουν από την έκπλυση του αερίου ρεύματος, σημειώνεται:

- Κύριος ρύπος στα απόβλητα είναι τα αμμωνιακά ιόντα από την πλύση της αμμωνίας. Για την εξουδετέρωσή τους και την απελευθέρωση αζώτου, εφαρμόζεται η διάσπασή τους με τη χρήση NaClO σε pH≈7.
- Οι λοιποί ρύποι είναι αιωρούμενα στερεά (σκόνες και ανόργανο θείο) και COD (λόγω των προϊόντων οξείδωσης των οργανικών σουλφιδίων).

Τα εκπλύματα και των τριών κλινών των πύργων πλύσεως, συγκεντρώνονται σε προβλεπόμενη για το κάθε σύστημα δεξαμενή, απ' όπου μέσω ειδικής προς τούτο αντλίας, καταθλίβονται σε ενιαία για τα εκπλύματα όλων των συστημάτων δεξαμενή εξισορρόπησης εκπλυμάτων, χωρητικότητας 80 m3, που βρίσκεται στην περιοχή της μονάδας βιολογικού καθαρισμού του εργοστασίου.

Στην δεξαμενή εξισορρόπησης, τα εκπλύματα εξουδετερώνονται – οξειδώνονται (απομάκρυνση NH3), με χορήγηση NaOCl σε πρώτη φάση και ακολούθως οδηγούνται με βαρύτητα σε δεξαμενή εξουδετέρωσης, χωρητικότητας 4 m3, όπου και τροφοδοτείται NaOH ώστε να αποκτήσουν ποιότητα αποδεκτή από την ΕΥΔΑΠ και να διατεθούν στο δίκτυο αποχέτευσης. Πιο συγκεκριμένα, η τελική εκροή οφείλει να πληρεί τα κάτωθι ποιοτικά χαρακτηριστικά:

- Ph=6.5-7.5
- TDS<3000mg/l
- COD<1000 mg/l
- SS< 500 mg/l
- Αμμωνία ως N2<25 mg/l
- Ελεύθερο Cl2 < 5mg/l
- Θειικά < 1500 mg/l

Στη δεξαμενή εξουδετέρωσης μπορεί να συνεχίζεται η οξείδωση των αποβλήτων, ανάλογα με μετρήσεις REDOX.

7.8.3 Μονάδα Αποθήκευσης Χημικών (Tank Farm)

Στη μονάδα αποθήκευσης χημικών είναι εγκατεστημένες οι δεξαμενές αποθήκευσης χημικών (NaOCl, H2SO4, NaOH), οι οποίες τροφοδοτούν με βαρύτητα τα συγκροτήματα των δοσομετρικών αντλιών της μονάδας απόσμησης.

Στη μονάδα αποθήκευσης χημικών βρίσκονται οι εξής δεξαμενές:

- Τρεις δεξαμενές των 75 m^3 έκαστη για NaOCl,
- Μία δεξαμενή των 75 m^3 έκαστη για H2SO4,

Μία δεξαμενή των 50 m^3 έκαστη για NaOH,

8 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΚΖ ΣΤΟ ΕΜΑΚ ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΩΝ/ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Η ΑΚΖ σήμερα χρησιμοποιείται σε διάφορες χώρες για την αξιολόγηση των μορφών επεξεργασίας συγκεκριμένων κλασμάτων των απορριμμάτων (Obersteiner et al., 2007; Buttol et al., 2007; Boer et al., 2007; Winkler and Bilitewski, 2007; Borghi et al., 2007; Finnveden, 1999; Ozeler et al., 2006) εφόσον μπορεί και ποσοτικοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κάθε μεθόδου επεξεργασίας αλλά κυρίως γιατί μπορεί να προσφέρει το αντικειμενικό πλαίσιο για τη σύγκριση εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας (π.χ. κομποστοποίηση των οργανικών ή αποτέφρωση) (Αμπελιώτης, 2009). Τα συστήματα διαχείρισης των στερεών αποβλήτων θεωρούνται a priori ως φιλικά προς το περιβάλλον.

Οι επαγγελματίες του χώρου, όμως, γνωρίζουν καλά ότι τόσο η κατασκευή αλλά ιδιαίτερα η λειτουργία τους, λόγω της κατανάλωσης πρώτων υλών και ενέργειας, προκαλούν σημαντικές περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις (Αμπελιώτης, 2009).

Στην παρούσα εργασία, η ΑΚΖ χρησιμοποιήθηκε ούτως ώστε να αξιολογηθεί περιβαλλοντικά η λειτουργία του ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων, αλλά και να εξαχθούν συμπεράσματα χρήσιμα για ~~την β~~τη βελτίωση της λειτουργίας του από περιβαλλοντικής σκοπιάς. Αυτή η αξιολόγηση διεξήχθη κατά το πρότυπο EN ISO 14040 (1996) σύμφωνα με το οποίο η ΑΚΖ αποτελείται από τέσσερα (4) βασικά στάδια:

1. Τον ορισμό του σκοπού (goal) και του πλαισίου (scope) της μελέτης

2. Την καταγραφή/απογραφική ανάλυση κύκλου ζωής (Life Cycle Inventory Analysis)

3. Την ανάλυση επιπτώσεων κύκλου ζωής (Life Cycle Impact Assessment)

4. Την ερμηνεία της μελέτης (interpretation of the results).

8.1 Ορισμός του σκοπού (goal) και του πλαισίου (scope) της μελέτης

Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να αξιολογηθεί περιβαλλοντικά η λειτουργία του ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων, αλλά και να εξαχθούν συμπεράσματα χρήσιμα για ~~την β~~τη βελτίωση της λειτουργίας του από περιβαλλοντικής σκοπιάς. Θεωρήθηκε ότι τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής, ό~~θ~~πουυ~~ύ~~ όμοια της δεν έχει πραγματοποιηθεί τουλάχιστον στον ελλαδικό χώρο, θα είναι χρήσιμα στον ίδιο το φορέα διαχείρισης του ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων (τον ΕΣΔΚΝΑ), για την όποια ενδεχομένως βελτίωση της λειτουργίας του, αλλά και στην επικείμενη προσπάθεια που γίνεται στην Περιφέρεια Αττικής, με την υλοποίηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού για ~~την Α~~τη διαχείριση των ΑΣΑ, σχετικά με την κατασκευή των υπολοίπων εργοστασίων ΜΒΕ καθώς και των μονάδων κομποστοποίησης που πρόκειται να υλοποιηθούν στις δύο νέες ΟΕΔΑ Ανατολικής Αττικής, ώστε να αποφευχθούν πιθανές ατέλειες που υπήρξαν στο παρελθόν.

Γίνεται αξιολόγηση τεσσάρων Σεναρίων, του πρώτου Σεναρίου (υφιστάμενη λειτουργία), όπου αξιολογείται η λειτουργία και η περιβαλλοντική χρησιμότητα του ΕΜΑΚ, δηλαδή η μηχανική επεξεργασία και η κομποστοποίηση της ετήσιας ποσότητας απορριμμάτων, που επεξεργάζονται στο εργοστάσιο. Τα υπόλοιπα τρία σενάρια, που εξετάζονται είναι αυτά της διαβαθμισμένης υποθετικής λειτουργίας του ΕΜΑΚ, με αυξημένες ποσότητες εκτροπής, παραγωγής, ανακύκλωσης και κομποστοποίησης απορριμμάτων ως προς την πραγματική του λειτουργία. Λαμβάνεται υπόψη και ένα πέμπτο σενάριο (μηδενικό), το οποίο περιγράφει τη διάθεση του συνόλου των ΑΣΑ στο ΧΥΤΑ χωρίς καμία επεξεργασία. Για την εφαρμογή του Σεναρίου αυτού δεν έχουν ληφθεί υπόψη περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, που προκύπτουν από τα διασταλάγματα ή τη χρήση γης. Έχει ληφθεί υπόψη μόνο η επίπτωση που προκαλείται από τις εκπομπές CO2 και CH4, στην κλιματική αλλαγή. Το μηδενικό σενάριο χρησιμοποιήθηκε μόνο για θεωρητικούς λόγους σύγκρισης, δηλαδή για να αξιολογηθούν σε αδρές γραμμές οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που θα υπήρχαν εάν τα απορρίμματα, που διαχειρίζονται στο ΕΜΑΚ, πήγαιναν ανεπεξέργαστα προς υγειονομική ταφή στον παρακείμενο ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων.

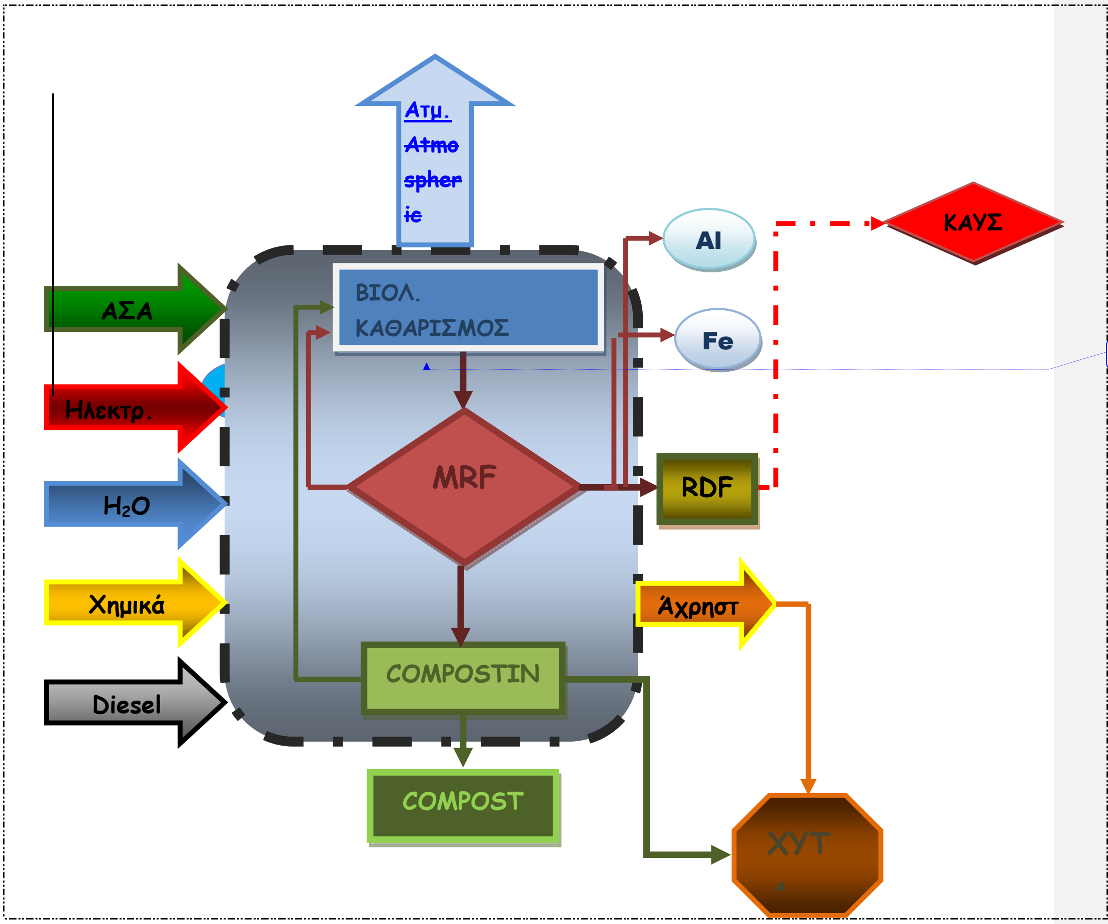
Εν κατακλείδι γίνεται μία συγκριτική αξιολόγηση ανάμεσα στο πρώτο σενάριο-υφιστάμενη λειτουργία, σε σχέση με το μηδενικό, δηλαδή την υγειονομική ταφή των ίδιων απορριμμάτων στον παρακείμενο ΧΥΤΑ Φυλής. Να σημειωθεί ότι δεν γίνεται αξιολόγηση της Υγειονομικής ταφής παρά μόνο της μη εκτροπής της συγκεκριμένης ποσότητας απορριμμάτων.

8.1.1 Λειτουργική Μονάδα

Η λειτουργική μονάδα είναι ένα βασικό στοιχείο της ΑΚΖ που πρέπει να καθοριστεί. Η λειτουργική μονάδα είναι ~~ένα~~ το μέτρο της λειτουργίας του συστήματος υπό μελέτη και παρέχει μια αναφορά τόσο για τα εισαγόμενα στοιχεία όσο και για τα αποτελέσματα, επιτρέποντας την ισοδύναμη σύγκριση δύο διαφορετικών συστημάτων. Η λειτουργική Μονάδα που επιλέχθηκε ώστε να μπορέσουν να εξαχθούν συγκρίσιμα συμπεράσματα για την όποια περιβαλλοντική επιβάρυνση από τη λειτουργία του ΕΜΑΚ είναι η επεξεργασία του συνόλου των ΑΣΑ που εισήχθησαν προς επεξεργασία στη μονάδα για το έτος 2008, ήτοι 247.429,900kg. (Το πρόγραμμα SimaPro5.1, που χρησιμοποιήθηκε αξιολογεί την επεξεργασία 1kg σύμμεικτων εισερχομένων απορριμμάτων).

8.1.2 Πλαίσιο (όρια) του Συστήματος

Το υπό μελέτη «σύστημα» ξεκινά από τη στιγμή που γίνεται η απόθεση στην τάφρο της Μονάδας Υποδοχής των Απορριμμάτων, που εξυπηρετεί την παραλαβή των σύμμεικτων απορριμμάτων και την εκκένωση των απορριμματοφόρων. Περιλαμβάνει την επεξεργασία των ΑΣΑ, εντός των υπομονάδων του εργοστασίου (Μονάδα Μηχανικής Διαλογής, Μονάδα Ταχείας Κομποστοποίησης, Μονάδα ραφιναρίσματος Κομπόστ, Μονάδα Ολοκλήρωσης Χουμοποίησης Κομπόστ, τη Μονάδα παραγωγής Καύσιμου Υλικού RDF και την Εγκατάσταση Επεξεργασίας Παραγόμενων Υγρών από τη Μονάδα Κομποστοποίησης). *Το σύστημα θεωρεί ότι τα άχρηστα οδηγούνται προς ταφή στον παρακείμενο ΧΥΤΑ, το παραγόμενο RDF οδηγείται προς καύση στις τσιμεντοβιομηχανίες, το παραγόμενο Κομπόστ χρησιμοποιείται για την εδαφοκάλυψη και φυτοτεχνική αποκατάσταση των παρακείμενων, προς αποκατάσταση ΧΑΔΑ-ΧΥΤΑ και τα ανακτημένα υλικά (Al, Fe) οδηγούνται προς ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση. Δεν λαμβάνεται υπόψη η Διαδρομή του απορριμματοφόρου προς και από το ΕΜΑΚ προς το Δήμο του. Το Σχήμα 8-1 δείχνει τα όρια του προς αξιολόγηση συστήματος ενώ στον Πίνακα 8-1 παρουσιάζονται οι ποσότητες των εισερχομένων και εξερχομένων στο ΕΜΑΚ σε ένα έτος(ΣτοιχείαΕΣΔΚΝΑ 2009).*



Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά (Ελλάδας)

Σχήμα 8-1: Όρια Συστήματος λειτουργίας ΕΜΑΚ

Πίνακας 8-1: Ποσότητες Εισερχόμενων-Εξερχομένων (ΕΜΑΚ/ΕΣΔΚΝΑ 2009)

ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΑΛΟΓΗ σε kg		ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΘΕΝΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΣΤΟ Α'ΒΑΘΜΙΟ ΚΟΣΚΙΝΟ (σύμφωνα με ενδείξεις ταινιοζυγών) σε kg	ΑΧΡΗΣΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ σε kg	ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ σε kg (για το Σίδηρο πρέσας δεν υπάρχουν ζυγίσεις και το εξερχόμενο compost περιλαμβάνεται στο τμήμα κομ/σης)				ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΑ - ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ / ΡΑΦΙΝΑΡΙΑΣ σε kg (σύμφωνα με ένδειξη ταινιοζυγού)				ΠΩΛΗΣΗ COMPOST σε kg
ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΑ ΚΛΑΔΙΑ			RDF	AL	ΣΙΔΗΡΟΣ ΠΡΕΣΑΣ	ΣΙΔΗΡΟΣ ΧΗΔΗΝ	ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΟ COMPOST ΑΠΟ ΜΙΚΤΕΣ ΜΗΧ. ΔΙΑΛΟΓΗΣ ΠΡΟΣ ΚΟΜΠ/ΣΗ	ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟ COMPOST ΡΑΦΙΝΑΡΙΑΣ	ΡΑΦΙΝΑΡΙΣΜΕΝΟ COMPOST	ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ (ΑΧΡΗΣΤΑ) ΡΑΦΙΝΑΡΙΑΣ	
249.610.749	**7.556.200**	**247.429.900**	**251.859.200**	**101.045.101**	**99.479**	**-**	**13.040**	**78.960.200**	**15.692.070**	**35.344.871**	**18.179.842**	**21.917.560**

8.2 Πηγές Δεδομένων-Καταγραφή/απογραφική Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής

Τα στοιχεία για την καταγραφή της ΑΚΖ συλλέχθηκαν από τον Ενιαίο Σύνδεσμο Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Αττικής (ΕΣΔΚΝΑ), που είναι ο μοναδικός ΦοΔΣΑ στην Αττική και ο διαχειριστής του ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων, μετά από επιτόπια έρευνα την περίοδο Μάιο 2009 – Φεβρουάριο 2010, από μελέτες Περιβαλλοντικής Παρακολούθησης της λειτουργίας του εργοστασίου, από την «Τελική έκθεση αξιολόγησης έλεγχου της λειτουργιάς και της απόδοσης του ΕΜΑΚ κατά τη β' φάση της αποδοτικής λειτουργιάς» του ΕΚΠΑ (Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών) σε συνεργασία με το Γεωπονικό Παν/μιο Αθηνών και το Πολυτεχνείο της Δρέσδης, καθώς και από τη βάση δεδομένων του Λογισμικού Λογισμικού SimaPro5.1., που χρησιμοποιήθηκε ως λογισμικό εργαλείο για τη διεξαγωγή της μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) του ΕΜΑΚ Αττικής.

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι για ένα έτος πλήρους λειτουργίας. ~~Οι καταναλώσεις για να είναι συμβατές έχουν γίνει αναγωγή στις μονάδες μέτρησης που χρησιμοποιούνται στο ECO INDICATOR 99, τη βιβλιοθήκη του Λογισμικού Λογισμικού SimaPro5.1.0.~~

8.2.1 Παραμετροποίηση-Παραδοχές

Στη διαδικασία της αναπαράστασης των διεργασιών και της Λειτουργίας του υπό εξέταση συστήματος-ΕΜΑΚ έγιναν ορισμένες παραδοχές και παραμετροποιήσεις ούτως ώστε να επιτευχθεί μια προσομοίωση το δυνατόν πλησιέστερα στην πραγματικότητα και οι οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Στη διαδικασία αυτή δημιουργήσαμε ένα νέο Process το οποίο δεν υπήρχε στο SimaPro, το **Treated Waste EMAK**.

Στη συνέχεια παραμετροποιήθηκαν τα απορρίμματα που εισέρχονται προς επεξεργασία στο ΕΜΑΚ με τα στοιχεία της βάσης δεδομένων της βιβλιοθήκης του SimaPro5.1, στον ακόλουθο Πίνακα παρουσιάζεται η παραμετροποίηση που χρησιμοποιήθηκε:

Πίνακας 8-2: Παραμετροποίηση ~~βάση~~βάσει των Δεδομένων (ΕΚΠΑ, Υποπρόγραμμα-2,2008) και της Βιβλιοθήκης του Λογισμικού SimaPro5.1

Α/Α	**Κατηγορία Απορ/των**	**Υποκατηγορία Απορ/των**	**~~Δεδομένα~~ Αντίστοιχο υλικό SimaPro**	**Ποσοστό επί του συνόλου (%)**

Μορφοποιήθηκε: Αριστερά, Εσοχή: Αριστερά: 0 εκ.

0-1	**Οργανικά (υπολείμματ α τροφών, λαϊκών αγορών)**		**Δημιουργήθηκε νέο υλικό στη βάση του SimaPro: Material Organic Waste ($C_{333}H_{528}O_{195}N_{16}$PS-Banar et al.2009)**	**23,8**
0-2	**Χαρτί**	**02-1 Συσκευασία**	**Packaging Cartoon EETH S**	**9,7**
		02-2 Έντυπο υλικό	**Paper Newsprint**	**16,5**
		02-3 Λοιπά χαρτιά	**Paper ETH S**	**7,8**
		02-4 Χαρτόνι (Σ)	**Packaging Cartoon EETH S**	**6,9**
		Σύνολο		**40,9**
0-4	**Δ-Ξ-Λ**	**04-1 Συσκευασία**	**-**	**0,0**
		04-2 Λοιπά	**Yellow Pine**	**2,1**
		Σύνολο		**2,1**
0-5	**Πλαστικά**	**05-1 Συσκευασία**	**HDPE blow moulded bottles**	**13,2**
		05-2 Λοιπά	**Pet bottle grade I**	**2,8**
		Σύνολο		**16,0**
0-6	**Γυαλί**	**06-1 Συσκευασία**	**Glass (White) B250**	**2,9**
		06-2 Λοιπά	**-**	**0,0**
		Σύνολο		**2,9**
0-7	**Μέταλλα**	**07-1 Fe (Σ)**		**0,9**
		07-2 Fe (Λοιπά)		**0,2**
		Σύνολο Fe	**Tin Plate B250**	**1,1**
		07-3 A1	**Aluminum 25% recycled**	**0,9**
		07-4 Λοιπά	**-**	**0,0**
		Σύνολο		**2,0**
0-8	**Υφάσματα**		**Textile cotton fabric I**	**3,9**
0-9	**Αδρανή**		**Gravell I**	**2,1**
0-10	**Υπόλοιπα και Σύνθετα Υλικά**		**Textile cotton fabric I**	**0,5**
0-11	**Λεπτόκοκκα <10mm**		**Gravell I**	**5,6**
ΣΥΝΟΛΟ				**100,0**

8.2.2 ΑΣΑ

Σύμφωνα με την σύνθεση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων της Αττικής, που εισέρχονται στο ΕΜΑΚ, το 23% αποτελείται από οργανικά απόβλητα (ΕΚΠΑ, Τελική

Έκθεση Αξιολόγησης/Υποπρόγραμμα-2, 2008). Οι τύποι οργανικών αποβλήτων της Αττικής, που εισέρχονται στο ΕΜΑΚ παρουσιάζονται ακολούθως:

1. Οργανικό από νοικοκυριά
2. Οργανικό από ξενοδοχεία
3. Οργανικό από εστιατόρια
4. Οργανικό από καταστήματα οπωροκηπευτικών
5. Οργανικά απόβλητα από λαϊκές αγορές
6. Οργανικό από supermarket
7. Πράσινα απόβλητα

Η τροφοδοσία του ΕΜΑ έχει μερικά ειδικά χαρακτηριστικά. Μεγάλο ποσοστό αποβλήτων εμπορικών κέντρων, το πρόβλημα της υγρασίας, κ.α. Πρέπει να σημειωθεί ότι η ανάλυση των απορριμμάτων που παρουσιάζεται στην Έκθεση του ΕΚΠΑ-Υποπρόγραμμα-2, από όπου αντλήθηκαν τα στοιχεία αυτά, έγινε από τα απορριμματοφόρα, όπου ένα μέρος του νερού (και του βάρους) των οργανικών, έχει μεταφερθεί λόγω συμπίεσης, στα υγροσκοπικά κλάσματα των απορριμμάτων (πχ στο χαρτί).

Για την αναπαράσταση των οργανικών αποβλήτων των ΑΣΑ τροφοδοσίας του ΕΜΑ, επιλέχθηκε η χημική φόρμουλα C_{333} H_{528} O_{195} N_{16} PS η οποία περιλαμβάνει όλα τα προς κομποστοποίηση συστατικά των ΑΣΑ και η οποία είναι βασισμένη ~~στην σ~~στη στοιχειακή ανάλυση (C, H, O, N, P,S) (Banar M. et al., 2009). Επιπλέον με τη φόρμουλα αυτή υπολογίσθηκε ότι έχουμε:

Πίνακας 8-3: Στοιχειακή ανάλυση απορριμμάτων ΕΜΑΚ.

C	333	12 g/mole	4,00	kg C/ton waste
H	528	1 g/mole	0,53	kg H/ton waste
O	195	16 g/mole	3,12	kg O/ton waste
N	16	14 g/mole	0,22	kg N/ton waste
P	1	31 g/mole	0,03	kg P/ton waste
S	1	32 g/mole	0,03	kg S/ton waste
Σύνολο	:		**7,93**	kg κομποστοποιημένο/ton απορριμμάτων

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω το παραγόμενο Κομπόστ χρησιμοποιείται ως εδαφοβελτιωτικό για την αποκατάσταση λατομείων, ΧΥΤΑ ή και ΧΑΔΑ. Το avoided προϊόν είναι ένα χημικό λίπασμα το οποίο περιέχει ένα ισοδύναμο ποσό από θρεπτικά (N και P).

8.2.3 Ηλεκτρική Ενέργεια

Για τον υπολογισμό της Ηλεκτρικής Ενέργειας που καταναλώνεται στο ΕΜΑΚ χρησιμοποιήθηκαν οι καταναλώσεις που αναγράφονταν στα τιμολόγια της ΔΕΗ για όλο το έτος του 2008, σε kwh/month. Συνεπώς υπάρχει απόλυτη ακρίβεια και αξιοπιστία σχετικά με το τι καταναλώθηκε σε ένα έτος κανονικής λειτουργίας. Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι ένα έτος κανονικής λειτουργίας περιλαμβάνει 250 ημέρες εργασίας (ΕΣΔΚΝΑ, 2008), διότι το εργοστάσιο λειτουργεί σε πλήρες φορτίο (3 βάρδιες), 5 ημέρες την εβδομάδα και μία μέρα βρίσκεται σε συντήρηση.

Σύμφωνα με τους Bovea and Powel (2006) η κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης οφείλεται στην κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (54 MJ/Ton εισαγόμενου υλικού στη διαδικασία κομποστοποίησης).

Σύμφωνα με την ανάλυση της παραγωγής και διασυνδέσεων της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα η σύσταση του μείγματος καυσίμου για την ελληνική επικράτεια είναι η ακόλουθη (ΔΕΗ, 2010):

Πίνακας 8-4: Σύσταση του μείγματος καυσίμου για την ελληνική επικράτεια (ΔΕΗ, 2010)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΛΙΓΝΙΤΙΚΗ	51,52%
ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΗ	11,70%
ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	15,50%
ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ	7,70%
ΑΠΕ	5,81%
ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	7,77%
ΣΥΝΟΛΟ	**100%**

Επίσης για την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας θα χρησιμοποιηθούν οι καταναλώσεις του εργοστασίου για την περίοδο ενός έτους (ΕΣΔΚΝΑ, 2009), σε πλήρη λειτουργία.

Πίνακας 8-5: Καταναλώσεις του εργοστασίου για την περίοδο ενός έτους , σε πλήρη λειτουργία (ΕΣΔΚΝΑ, 2009)

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (Kwh)
17/12/2007 - 17/01/2008	784.000,00
17/01/2008 - 12/02/2008	832.000,00
12/02/2008 - 17/04/2008	1.808.000,00

17/04/2008 - 04/06/2008	1.440.000,00
04/06/2008 - 04/07/2008	912.000,00
04/07/2008 - 23/07/2008	592.000,00
23/07/2008 - 21/08/2008	560.000,00
21/08/2008 - 17/09/2008	720.000,00
17/09/2008 - 18/10/2008	832.000,00
18/10/2008 - 10/11/2008	560.000,00
10/11/2008 - 15/12/2008	1.040.000,00
15/12/2008 - 15/01/2009	736.000,00
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	**10.816.000,00**

Συνεπώς για την παραγωγή 10.816.000,00 kw που καταναλώθηκαν για τη λειτουργία του ΕΜΑΚ στην περίοδο ενός έτους (17/12/2007 έως 15/01/2009), το 51,52% προέρχεται από καύση Λιγνίτη, το 11,70% από καύση πετρελαίου, το 15,50% από καύση Φυσικού Αερίου, 7,70% είναι από Υδροηλεκτρική παραγωγή, 5,81% προέρχεται από τ~~υ~~η χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και το 7,77% από εξωτερικές προς το δίκτυο της ΔΕΗ διασυνδέσεις (εξωτερικό, ιδιώτες,…).

8.2.4 Νερό

Το νερό που χρησιμοποιείται στις διαδικασίες του ΕΜΑΚ είναι το νερό για τη~~ν~~ διαβροχή των πληντρίδων (scrubbers) επεξεργασίας του αέρα της σάλας κομποστοποίησης και το νερό για τη διαβροχή των καναλιών που γίνεται η διαδικασία της κομποστοποίησης. Η παραδοχή, που έγινε για το υπό εξέταση σύστημα είναι ότι όλη η ποσότητα του νερού αυτού καταλήγει, μετά από την επεξεργασία του στη μονάδα απόσμισης και στη Μονάδα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων, στη Δεξαμενή καθαρών χωρίς απώλειες (135.000 tn/year).

8.2.5 Χημικά

Τα χημικά χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό, μέσω των πληντρίδων (scrubbers) του αέρα της σάλας κομποστοποίησης και στη μονάδα Απόσμισης. Πιο συγκεκριμένα η μονάδα απόσμισης αποσκοπεί στην αφαίρεση των οσμών από τον αέρα που αναρροφάται δια μέσου των καναλιών κομποστοποίησης του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης Απορριμμάτων (ΕΜΑ). Τη μονάδα του συστήματος απόσμησης συγκροτούν δώδεκα (12) όμοια υποσυστήματα. Κάθε υποσύστημα αποτελείται από τρία (3) ανεξάρτητα διαδοχικά και διακεκριμένα στάδια επεξεργασίας, που πραγματοποιούνται σε δύο (2) κατακόρυφους κυλινδρικούς πύργους πλύσεως. Ανά δύο υποσυστήματα, ο αποσμημένος αέρας συγκεντρώνεται μέσω αεραγωγών εξόδου σε μία καμινάδα. Η δέσμευση των αερίων ρύπων πραγματοποιείται με διέλευση του προς απόσμηση αερίου ρεύματος από τους πύργους, κατ’αντιρροή με υδατικά χημικά διαλύματα, που είναι:

1) Διάλυμα θειικού οξέος (**H2SO4**) 40% κ.β.2.) Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (**NαOH**) 40% κ.β.

2) Διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (**NaOCl) 12% κ.β. σε ενεργό χλώριο**, 12,6% κ.β. **NaOCl**, 0.76 % κ.β. **NaOH**, 9,89 % κ.β. σε **NaCl**

Τα υδατικά χημικά διαλύματα πλύσης κάθε συστήματος, ρυθμίζονται μέσω δοσομετρικών αντλιών, οι οποίες τροφοδοτούνται από τις δεξαμενές αποθήκευσης χημικών που βρίσκονται στη Μονάδα Αποθήκευση Χημικών και από έξι δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης NaOCl που βρίσκονται στη Μονάδα Απόσμησης.

Κάθε σύστημα είναι σχεδιασμένο για την απόσμηση μεταβλητής παροχής από 25.000 m3/h(min) έως 40.000 m3/h (max) στους 20oC. Σ~~την μ~~τη μονάδα απόσμησης οι συγκεντρώσεις των δύσοσμών συστατικών του προς επεξεργασία αερίου μίγματος, σ~~την μ~~τη μέγιστη παροχή λαμβάνονται ως εξής:

- Αμμωνία: 50 ppmv
- Υδρόθειο και οργανικά σουλφίδια: 10 ppmv

Οι κυριότερες δύσοσμες ενώσεις που οδηγούνται με τα απαέρια στο β στάδιο πλύσης περιλαμβάνουν:

- Σε σημαντικές ενώσεις σουλφίδια και ειδικότερα διμεθυλσουλφίδια (CH3)2S με σ. βρασμού 380 ^{o}C και διμεθυλδισουλφίδια (CH3)2S2 με σ. βρασμού 1100 ^{o}C
- Σε σημαντικές ποσότητες μερκαπτάνες και ιδιαίτερα Μεθυλική με σ. βρασμού 60^{o}C και αιθυλική με σ. βρασμού 370 ^{o}C
- Σε μικρότερες ποσότητες υδρόθειο

Η συνολική απόδοση απομάκρυνσης (α) της αμμωνίας και (β) του υδροθείου και των οργανικών σουλφιδίων είναι τουλάχιστον 99 % για καθένα από τους παραπάνω αερίους ρύπους. Οι ποσότητες των χημικών που χρησιμοποιούνται κατ' έτος (ΕΣΔΚΝΑ, 2008) δίνονται στον ακόλουθο Πίνακα:

Πίνακας 8-6: Κατανάλωση Χημικών για τον καθαρισμό των πληντρίδων (scrubers) και στη μονάδα Απόσμισης

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	NaOCl (kg)	NaOH (kg)	H2SO4 (kg)
5/2/2008	23.680		
5/2/2008			22.590
7/2/2008	23.940		
27/2/2008	25.760		
6/3/2008	25.590		
11/3/2008		5.520	
14/3/2008	24.220		
20/3/2008	25.720		
13/5/2008			22.330
19/5/2008	24.390		
29/5/2008	24.190		

ΣΥΝΟΛΟ (58 days)	**197.490**	**5.520**	**44.920**
Το έτος (250 days)	851.250,00	23.793,10	193.620,69

Παραδοχή: *επειδή τα στοιχεία που έχουμε στη διάθεση μας ήταν για 58 ημέρες λειτουργίας (5 μήνες), κάναμε αναγωγή στο έτος πολ/ζοντας με 250/58.*

Επειδή σ~~την β~~τη βάση δεδομένων της βιβλιοθήκης των στοιχείων του SimaPro δεν υπάρχει το NaOCl αλλά μόνο το Cl (ενεργό χλώριο) το οποίο αποτελεί το 12% κ.β. του χρησιμοποιούμενου NaOCl, στα χημικά θα χρησιμοποιηθεί η ποσότητα του Cl (Ποσότητα NaOCl/έτος Χ 12%).

8.2.6 Μεταφορές - Πετρέλαιο

Οι δραστηριότητες, που επιτελούνται με τον κινητό εξοπλισμό παραμένουν εντός των ορίων του συστήματος μας χωρίς να εξέρχονται αυτού. Συνεπώς ο κινητός εξοπλισμός του εργοστασίου αποτελεί μέρος του συστήματος, που έχουμε θεωρήσει και για το λόγο~~ω~~ αυτό οι καταναλώσεις του (σε πετρέλαιο) θεωρούνται καταναλώσεις του συστήματός μας. Ακολούθως παρατίθεται ο Πίνακας με τον κινητό εξοπλισμό του εργοστασίου καθώς και της χρήσης που επιτελείται από αυτόν:

Πίνακας 8-7: Κινητός εξοπλισμός του εργοστασίου καθώς και της χρήσης που επιτελείται από αυτόν.

ΕΙΔΟΣ		ΧΡΗΣΗ
ΦΟΡΤΗΓΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ-ΑΧΡΗΣΤΩΝ		Για τη μεταφορά στο ΧΥΤΑ των containers με τα άχρηστα της μονάδα ραφιναρίας, καθώς και των containers με τα ογκώδη υλικά που απομακρύνονται από τις αρπάγες στην υποδοχή και από την τράπεζα χειραφαίρεσης
IVECO Ιταλίας, τύπου 190 E 31	1 TMX	
Mercedes 4141	2 TMX	
Οίκου IVECO Τύπου 150 E 24	1 TMX	Για την απευθείας φόρτωση και μεταφορά στον ΧΥΤΑ των δεματοποιημένων αχρήστων που εκφορτώνονται από το συμπιεστή αχρήστων και το συμπιεστή RDF.
Οίκου Renault τύπου CBH 385	2 TMX	
Mercedes τύπου 4141	2 TMX	
ΦΟΡΤΩΤΕΣ		Για τη μεταφορά κλαδιών-χόρτων προς τροφοδοσία του τεμαχιστή κλαδιών-χόρτων.
Οίκου CATERPILLAR-924G	2 TMX	
Οίκου CATERPILLAR-914G	1 TMX	
Οίκου CASE 521D	1 TMX	
Οίκου Mustang 2044	1 TMX	
ΠΕΡΟΝΟΦΟΡΟ ΟΧΗΜΑ		
τύπου Clark CMP-25D	3 TMX	Για την παραλαβή και μεταφορά εντός της εγκατάστασης των παλετών συσκευασμένου compost
τύπου Clark CMP-25D	1 TMX	με ειδικό μηχανισμό διαχείρισης κάδων
τύπου JCB 530-70	1 TMX	Για την τροφοδοσίας του λειοτεμαχιστή

ΕΠΙΒΑΤΗΓΑ ΟΧΗΜΑΤΑ		
τύπου SPORTAGE της εταιρείας KIA MOTORS	1 TMX	Για τις ανάγκες μεταφοράς στελεχών και επισκεπτών του εργοστασίου
Λεωφορείο, τύπου A40 C13 της εταιρείας IVECO	1 TMX	Για τις ανάγκες μεταφοράς του προσωπικού
ΛΟΙΠΑ ΟΧΗΜΑΤΑ		
Αναρροφητικό σάρωθρο Dulevo, βιομηχανικού τύπου	1 TMX	Για τον καθαρισμό των κλειστών χώρων.
Όχημα, τύπου FIORINO-strada της FIAT	1 TMX	Που μεταφέρει 2 άτομα, για τις ανάγκες μεταφοράς του προσωπικού συντήρησης
Σάρωθρο οδών Mathieu YNO τύπου Azura Concept	1 TMX	
Πυροσβεστικό όχημα μάρκας Mercedes Unimog τύπου Sides U 1550L	1 TMX	Πυρόσβεση

Λόγω ύπαρξης του κινητού εξοπλισμού του εργοστασίου υπάρχει μία ετήσια κατανάλωση σε Diesel κίνησης. Τα στοιχεία που δόθηκαν (ΕΣΔΚΝΑ, 2008) ήταν σε λίτρα ανά εβδομάδα τα οποία, για συμβατότητα με το ECO INDICATOR 99, μετασχηματίστηκαν με αναγωγή σε τόνους ανά έτος(tn/year) και στη συνέχεια σε θερμογόνο δύναμη (MJ/kg)-μέση τιμή, λαμβάνοντας υπόψη ότι η πυκνότητα του πετρελαίου κίνησης είναι 890,15 kg/m3 (1000l~~t~~). Σύμφωνα με τα στοιχεία καταναλώσεων, που έχει στη διάθεση του ο ΕΣΔΚΝΑ, για το έτος 2008, η κατανάλωση πετρελαίου κίνησης για τη χρήση του Κινητού εξοπλισμού του εργοστασίου, ανήλθε στην ποσότητα των 133.333,00 λίτρων.

Πίνακας 8-8: Ποσότητα καταναλούμενων καυσίμων σε 1 έτος

8000lt/3 weeks	15 days	**l~~t~~/year**
Το έτος (250 days)	250 / 15	**133.333,33**

Παραδοχή: *επειδή τα στοιχεία που έχουμε στη διάθεση μας ήταν για 58 ημέρες λειτουργίας (5 μήνες), κάναμε αναγωγή στο έτος πολ/ζοντας με 250/58*

8.2.7 Κομπόστ

Τα **χημικά χαρακτηριστικά** του κόμποστ, που παράγεται στο ΕΜΑΚ βρίσκονται σε συμφωνία με αυτά που δημοσιεύονται στη διεθνή βιβλιογραφία για κόμποστ παραγόμενα από αστικά απορρίμματα και ικανοποιούν πλήρως την Ελληνική νομοθεσία και εν μέρει τα πιο αυστηρά ευρωπαϊκά πρότυπα ποιότητας (ΕΚΠΑ- Υποπρ.-4, 2008).

Το κόμποστ, που παράγεται στο ΕΜΑΚ δεν ενέχει κανένα κίνδυνο φυτοτοξικότητας για τα μονοκότυλα, δικότυλα και τους φυτοοργανισμούς προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό στην Αρχιτεκτονική και την Αποκατάσταση του Τοπίου καθώς και στην Κηποτεχνία (ΕΚΠΑ- Υποπρ.-4, 2008).

8.2.8 Υγρά απόβλητα

Παραδοχή*: είναι τα υγρά που βρίσκονται στη δεξαμενή καθαρών του Βιολογικού Καθαρισμού όπου καταλήγουν όλα τα υγρά και από τη Μονάδα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων και από ~~την δ~~τη διαβροχή των πληντρίδων της μονάδος.*

Τα Ποιοτικά Χαρακτηριστικά των ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ Υγρών Αποβλήτων τα οποία ελήφθησαν υπόψη είναι τα ακόλουθα (Enviroplan ΟΕ-Envitec ΑΕ, 2008):

Πίνακας 8-9: Ποιοτικά Χαρακτηριστικά των ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ Υγρών Αποβλήτων κατά το έτος 2008, (Enviroplan OE-Envitec AE, 2008)

Προσδιορισμός	Μονάδα μέτρησης
Θερμοκρασία	C
pH	
Ολικά Στερεά (TS)	mg/l
Διαλελυμένα Στερεά (DS)	mg/l
Αιωρούμενα Στερεά (SS)	mg/l
Διαλελυμένο οξυγόνο (DO)	mg O2/l
BOD5	mg O2/l
COD	mg O2/l
Οργανικό Άζωτο	mg N/l
Αμμωνιακά	mg NH4/l
Νιτρώδη	mg NO2/l
Νιτρικά	mg NO3/l

Το πρόγραμμα περιβαλλοντικής παρακολούθησης των Εγκεκριμένων Περιβαλλοντικών Όρων, απαιτεί ~~την μ~~τη μηνιαία Έκθεση Αποτελεσμάτων του Προγράμματος Περιβαλλοντικής Παρακολούθησης των Εγκαταστάσεων του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης Απορριμμάτων & Κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ) της Περιοχής Άνω Λιοσίων.

Παραδοχή: *~~Βάση~~Βάσει των εκθέσεων ενός έτους (2008) εξήχθη ο ΜΟ των ανωτέρω παραμέτρων, χρησιμοποιήθηκαν δε όσοι ήταν στη βάση της βιβλιοθήκης του Λογισμικού SimaPro5.1. Πιο συγκεκριμένα δεν ελήφθησαν υπόψη τα Ολικά Στερεά (TS), τα Διαλελυμένα Στερεά (DS) και τα Αιωρούμενα Στερεά (SS) επειδή δεν μπορούσαν να ποσοτηκοποίηθούν οι εισαγωγές τους.*

8.2.9 Υγειονομική Ταφή

Η διαδικασία της Υγειονομικής Ταφής για τα εξεταζόμενα σενάρια έγινε χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη Buewal 250 του Λογισμικού SimaPro5.1. Σύμφωνα με αυτήν με τη διαδικασία της Υγειονομικής Ταφής παράγεται ποσότητα βιοαερίου ίση με 200m3/ton απορριμμάτων η οποία αναλύεται σε (47% Μεθάνιο CH4, 37% Διοξείδιο του άνθρακα CO2, 13% Άζωτο N), το 47% εκπέμπεται απευθείας στην ατμόσφαιρα, ενώ το 53% καίγεται. Η παραγωγή ενέργειας από την καύση του βιοαερίου θεωρείται ως συμπαραγωγό χωρίς εκπομπές. Η χρήση του παραγόμενου από την Υγειονομική Ταφή Μεθανίου είναι ίσο με το 31% της συνολικής παραγωγής αερίου, που χρησιμοποιείται για την παραγωγή Ηλεκτρισμού και θέρμανσης. Η τελική απόδοση είναι 11% μόνο, από το συνολικό ενεργειακό περιεχόμενο του παραγόμενου βιοαερίου. Η παραγωγή ενέργειας εξάγεται από τη χρήση ενέργειας όλου του συστήματος και την ειδική διάθεση του προϊόντος, η οποία εξαρτάται από ~~την β~~τη βιοαποδομισιμότητα των υλικών.

8.2.10 Υποκατάσταση Συμβατικών Προϊόντων

*Θα προκύψουν από την καύση του **RDF** και τη χρησιμοποίηση του παραγόμενου **Compost** ως εδαφοβελτιωτικού.*

Σύμφωνα με την έκθεση του ΕΚΠΑ (Υποπρ.-4, 2008), τα χημικά χαρακτηριστικά του RDF σε ξηρό και υγρό βάρος παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 8-10:

Πίνακας 8-10: Χημικά χαρακτηριστικά RDF σε ξηρό και υγρό βάρος

	Υγρασία	**Ανωτέρα Θερμογόνος δύναμη**	**Κατωτέρα θερμογόνος δύναμη**	**Cl**	**Κατωτέρα θερμογόνος δύναμη**	**Cl**
Μονάδα μέτρησης	%	MJ/kg d.w.	MJ/kg d.w.	% d.w.	MJ/kg w.w.	% w.w.
ελάχιστο	10,4	14,9	14,5	0,1	10,5	0,1
μέγιστο	49,9	29,3	28,6	1,8	23,3	1,4
Διάμεση τιμή	27,4	22,2	21,6	0,4	15,3	0,3
Μέση τιμή	27,3	22,3	21,7	0,5	**15,5**	**0,4**
Τυπ, Απ,	*5,79*	*2,55*	*2,69*	*0,4*	2,56	0,29
N	*95*	*95*	*95*	*95*	10,5	0,1

Συνεπώς η μέση τιμή της Κατωτέρας θερμογόνου δύναμης του RDF, είναι 15,5 MJ/kg w.w. (wet weight-υγρού βάρους) όπως προκύπτει από την παραγωγή το~~τ~~υ χωρίς ξήρανση. Το πετρέλαιο καύσης έχει αντίστοιχα θερμογόνο ισχύ 34 MJ/kg.

Το 2002 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την Προτυποποίηση (CEN) ξεκίνησε τις εργασίες για τον καθορισμό των διαδικασιών και παραμέτρων για την προτυποποίηση καυσίμων υλικών από απορρίμματα και απόβλητα κάτω από τον τίτλο 'TC 343 Solid Recovered Fuels' (Στερεά Ανακτημένα Καύσιμα). Οι εργασίες περιστρέφονται γύρω από την θέσπιση οδηγιών ποιότητας για ~~την δ~~τη διαδικασία παραγωγής, τον καθορισμό των κατηγοριών και προδιαγραφών των στερεών ανακτημένων καυσίμων και την θέσπιση μεθοδολογίας για δειγματοληψία και μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων.

Τα κριτήρια ποιότητας που προτείνονται σύμφωνα με το τελικό προσχέδιο του προτύπου (CEN TC 343 WG2 N092 Final Draft 2005-06-08) παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 8-10.

Πίνακας 8-11: Προσχέδιο Ευρωπαϊκού Προτύπου CEN TC 343.

Παράμετρος	8.2.10.1.1 Μονάδα	8.2.10.1.2 Κατηγορίες Θερμογόνου Δύναμης				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
Θερμογόνος Δύναμη (Θ.Δ.)	**MJ/kg υγρού βάρους**	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
		8.2.10.1.3 Κατηγορίες Χλωριούχων				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
Χλωριούχα (Cl)	**% υγρού βάρους**	≤ 0.2	≤ 0.6	≤ 1.0	≤ 1.5	≤ 3.0
		8.2.10.1.4 Κατηγορίες Υδραργύρου				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
Υδράργυρος (Hg)	**mg/MJ διάμεσος**	< 0.02	< 0.03	< 0.08	< 0.15	<0.5
	mg/MJ 80% των τιμών	< 0.04	< 0.06	<0.16	< 0.30	< 1.0

Σύμφωνα με το προσχέδιο του Ευρωπαϊκού Προτύπου CEN TC 343 φαίνεται οτι το RDF του ΕΜΑΚ κατατάσσεται στην **<u>τρίτη κατηγορία ποιότητας</u>** ως προς τη **<u>θερμογόνο δύναμη</u>** καθώς έχει κατωτέρα θερμογόνο δύναμη ίση με 15.5 MJ/kg (υγρού βάρους), ενώ ως προς τα χλωριούχα κατατάσσεται σ~~την δ~~τη δεύτερη κατηγορία με περιεκτικότητα Cl% ίση με 0.4 % (υγρού βάρους) < 0.6%. Τέλος, ως προς την περιεκτικότητα σε Hg κατατάσσεται στην πρώτη κατηγορία, αφού έχει διάμεση τιμή = 0.01 mg/MJ < 0.02 mg/MJ και το 93.3% των δειγμάτων έχει συγκέντρωση Hg < 0.04 mg/MJ (ΕΚΠΑ, Τελική Έκθεση, 2008).

8.3 Αξιολόγηση των Επιπτώσεων (Impact) του Κύκλου Ζωής

Σε αυτή τη μελέτη ελήφθησαν υπόψη έντεκα (11) κατηγορίες επιπτώσεων που ορίζονται στη μέθοδο του Eco-Indicator 99. Αυτές είναι η Καρκινογένεση, η Μείωση αβιοτικών πόρων (Ορυκτά, Φυσικοί Πόροι), η Κλιματική Αλλαγή, η Οικοτοξικότητα, η Όξινιση, ο Ευτροφισμός, η Φωτοχημική Οξείδωση (Στρώμα του Όζοντος) Εσπνεύσιμα Οργανικά. Εσπνεύσιμα Ανόργανα, η Ακτινοβολία, η Χρήση Γης.

Επιπλέον αυτές οι 11 κατηγορίες αθροίζονται περαιτέρω και δημιουργούνται έτσι τρεις νέες μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων:

- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην χρήση των πόρων,
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία και
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στο οικοσύστημα.

Πιο συγκεκριμένα, η καρκινογένεση, η κλιματική αλλαγή, η μείωση του στρώματος του στρατοσφαιρικού όζοντος, οι οργανικοί και ανόργανοι ρύποι, και η ραδιενέργεια, αθροίζονται μεταξύ τους και αποτελούν μια μεγάλη κατηγορία που ονομάζεται επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

Οι επιπτώσεις στη χρήση γης, η οικοτοξικότητα και ο ευτροφισμός / οξίνιση αποτελούν ~~την δ~~τη δεύτερη μεγάλη κατηγορία επιπτώσεων που είναι οι επιπτώσεις στην ποιότητα του οικοσυστήματος.

Τέλος η εξάντληση των ορυκτών πόρων και των ορυκτών καυσίμων συναθροίζονται την τρίτη μεγάλη κατηγορία επιπτώσεων, αυτή των επιπτώσεων στους φυσικούς πόρους.

8.3.1 Μείωση αβιοτικών πόρων,

Αυτός ο δείκτης κατηγορίας επίδρασης σχετίζεται με την εξόρυξη ορυκτών και φυσικών καυσίμων (πετρέλαιο, γαιάνθρακας, κλπ.) τα οποία εισέρχονται/καταναλώνονται στο υπό εξέταση σύστημα. Ο Αβιοτικός Συντελεστής Μείωσης (ADP) καθορίζεται για κάθε εξόρυξη ορυκτών και φυσικών καυσίμων (kg ισοδύναμο αντιμόνιο/ kg εξόρυξης) βασιζόμενο στη συγκέντρωση των αποθεμάτων και ποσοστού αποσυσσώρευσης. (Goedkoop et al. 2004)

8.3.2 Κλιματική Αλλαγή,

Το μοντέλο που χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό της κλιματικής αλλαγής από τη IPCC (Intergovermental Panel on Climate Change) χρησιμοποιεί διάφορους παράγοντες χαρακτηρισμού. Τέτοιοι παράγοντες είναι το Δυναμικό της Συνολικής υπερθέρμανσης σε βάθος 100 χρόνων (GWP100), το οποίο μετριέται σε kg CO2/kg εκπομπών (Goedkoop et al. 2004).

8.3.3 Οικοτοξικότητα,

Αυτός ο δείκτης αφορά τον τρόπο με τον οποίο οι χημικές ουσίες επηρεάζουν το περιβάλλον και τους οργανισμούς που ζουν σε αυτό. Scientists who study the environment tell us that all organisms are connected in the web of life. Οι επιστήμονες που μελετούν το περιβάλλον λένε ότι όλοι οι οργανισμοί συνδέονται στον ιστό της ζωής.Therefore, if a chemical affects some of the organisms, other organisms in the ecosystem may suffer since all organisms depend on one another. Ως εκ τούτου, εάν μια χημική ουσία επηρεάζει ορισμένους από τους οργανισμούς, τότε άλλοι οργανισμοί στο οικοσύστημα, μπορεί να υποφέρουν.

Ο στόχος της οικοτοξικότητας είναι να κατανοηθεί η συγκέντρωση των χημικών ουσιών κατά την οποία θα επηρεαστούν οι οργανισμοί στο περιβάλλον. Η συγκέντρωση αυτή θα πρέπει να αποφεύγεται προκειμένου να προστατεύεται το περιβάλλον. Για κάθε τοξική ουσία το δυναμικό ανθρώπινης τοξικότητας (HTP-Human Toxicity Potentials) εκφράζεται ως ένα ισοδύναμο 1,4 διχλωροβενζένιο /kg εκπομπών (Goedkoop et al. 2004).

8.3.4 Οξίνιση,

Οι μεγαλύτεροι ρυπαντές όξινσης είναι το SO2, το NOx, το HCl και το NH3. Το κοινό στοιχείο, που έχουν οι παραπάπάνω ρυπαντές όξινισης είναι ότι σχηματίζουν H+

ιόντα οξίνισης. Συνεπώς το δυναμικό ρύπανσης για την οξίνιση μπορεί να μετρηθεί από την ικανότητά του να σχηματίζει θετικά ιόντα H+. Το δυναμικό οξίνισης ορίζεται ως το νούμερο των θετικών ιόντων H+, που παράγονται ανά kg ουσίας σχετικής με το SO2 (Bauman and Tillman, 2004).

8.3.5 Ευτροφισμός,

Ο Ευτροφισμός είναι ένα φαινόμενο το οποίο μπορεί να επηρεάσει τόσο τα επίγεια όσο και τα υδάτινα οικοσυστήματα. Το Άζωτο (N) και ο Φώσφορος (P) είναι τα δύο θρεπτικά που περισσότερο εμπλέκονται στο φαινόμενο του Ευτροφισμού. Τα δυναμικά του Ευτροφισμού συχνά εκφράζονται ως ισοδύναμα PO4-3 (Bauman and Tillman, 2004).

8.3.6 Φωτοχημική Οξείδωση

Αυτός ο δείκτης επίδρασης αφορά τις ουσίες με δυναμικό συμμετοχής στη σύνθεση του φωτοχημικού Όζοντος όπως οι (VOC’s) (Οργανικά Αιωρούμενα Συστατικά) τα οποία περιέχουν Υδρογόνο (όχι πλήρως υποκατεστημένο) και/ή διπλό δεσμό (ακόρεστο). Το δυναμικό της επίδρασης εκφράζεται σαν ισοδύναμη εκπομπή Αιθυλενίου (C2H4) (Hauschild and Wenzel, 1998). Από αυτήν την κατηγορία επιπτώσεων αναλύονται σε επιμέρους κατηγορίες επιπτώσεων όπως το Στρώμα του Όζοντος, τα Εσπνεύσιμα Οργανικά, τα Εσπνεύσιμα Ανόργανα.

9 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

9.1 Σενάρια που χρησιμοποιήθηκαν

9.1.1 Μηδενικό (0^o) Σενάριο (Διάθεση στο ΧΥΤΑ χωρίς τη λειτουργία του ΕΜΑΚ)

Το μηδενικό σενάριο περιγράφει τη διάθεση του συνόλου των ΑΣΑ στο ΧΥΤΑ χωρίς καμία επεξεργασία. Για την εφαρμογή του Σεναρίου αυτού έχει γίνει η παραδοχή ότι παράγονται 200 m3 Βιοαερίου (κ.ο. σύστασης 47% CH4, 37% CO2, 13% N2 -) ανά tn ΑΣΑ που καταλήγει στο ΧΥΤΑ, (Banar M. et al., 2009). Δεν έχουν ληφθεί υπόψη περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που προκύπτουν από τα διασταλάγματα ή τη χρήση γης. Το μηδενικό σενάριο χρησιμοποιήθηκε μόνο για θεωρητικούς λόγους σύγκρισης, δηλαδή για να αξιολογηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που θα υπήρχαν εάν τα απορρίμματα, που διαχειρίζονται στο ΕΜΑΚ, πήγαιναν ανεπεξέργαστα προς υγειονομική ταφή στον παρακείμενο ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων.

9.1.2 **1ο Σενάριο** (Υφιστάμενη Βασική Λειτουργία)

Ως Πρώτο προς εξέταση σενάριο, επιλέχθηκε αυτό της υφιστάμενης Βασικής Λειτουργίας του ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων σύμφωνα με τις ετήσιες μετρήσεις που γίνονται από τον ΕΣΔΚΝΑ. Δηλαδή η Αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που υπάρχουν από ~~την Α~~τη λειτουργία του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης στη χρονική περίοδο ενός (1) χρόνου πλήρους και πραγματικής λειτουργίας (ΕΣΔΚΝΑ, Στοιχεία 2008).

Σύμφωνα με το σενάριο αυτό γίνεται:

- ✓ πώληση ενός ποσοστού (40%) του παραγόμενου Κομπόστ το οποίο χρησιμοποιείται ως έδαφοβελτιωτικό,
- ✓ πώληση του ανακτώμενου Σιδήρου (100%)
- ✓ πώληση του ανακτημένου Αλουμινίου (85%)
- ✓ το υπολειπόμενο από το παραγόμενο Compost χρησιμοποιείται για αποκατάσταση ΧΥΤΑ και λατομείων.

9.1.3 **2ο Σενάριο** (Υφιστάμενη Βασική Λειτουργία +πώληση 100% παραγόμενου Compost)

Το Δεύτερο σενάριο λειτουργίας, που επιλέχθηκε να αξιολογηθεί ήταν αυτό που προσομοιάζει το προηγούμενο Σενάριο (1ο), με την υπόθεση ότι υπάρχει απορρόφηση από την υφιστάμενη "αγορά", όλου του παραγόμενου από το ΕΜΑΚ Compost. Δηλαδή υπάρχει πώληση του Compost σε ποσοστό 100%.

9.1.4 **3ο Σενάριο** (Υφιστάμενη Βασική Λειτουργία + 55% καύση του παραγόμενου RDF, σε Τσιμεντοβιομηχανία)

Το Τρίτο προς αξιολόγηση σενάριο, είναι αυτό που συνδυάζει το σενάριο της υφιστάμενης **Βασικής Λειτουργίας** (υφιστάμενη κατάσταση- Σενάριο 1), με αυτό της καύσης ενός ποσοστού (55%) του παραγόμενου RDF, σε τσιμεντοβιομηχανίες. Σενάριο το οποίο δεν απέχει και πολύ από την πραγματικότητα, που θα υπήρχε εάν εφαρμόζονταν τα συμφωνημένα με την τσιμεντοβιομηχανία ΤΙΤΑΝ στο Αλιβέρι Ευβοίας και δεν σταματούσαν λόγω των αντιδράσεων των κατοίκων (άλλο ένα παράδειγμα κακού σχεδιασμού, στην ελληνική πραγματικότητα).

9.1.5 **4ο Σενάριο** (Πλήρης Εκμετάλλευση προϊόντων ΕΜΑΚ- **Ιδανικό σενάριο εκμετάλλευσης**)

Το τέταρτο και τελευταίο προς εξέταση σενάριο είναι αυτό, της παραγωγής και πλήρους εκμετάλλευσης των παραγόμενων προϊόντων του ΕΜΑΚ. Δηλαδή αξιολογείται η περίπτωση, που οδηγείται προς καύση όλο το παραγόμενο RDF, χρησιμοποιείται ως εδαφοβελτιωτικό όλο το παραγόμενο Κομπόστ, καθώς και πωλούνται και επαναχρησιμοποιούνται/ανακυκλωμένα όλα τα παραγόμενα από τη Μηχανική Ανακύκλωση προϊόντα (Fe, Al). Με το σενάριο αυτό βλέπουμε ποια τα περιβαλλοντικά οφέλη που θα υπήρχαν από την αποφυγή της κατανάλωσης των πρώτων υλών που τώρα χρησιμοποιούνται (πχ. Αργό Πετρέλαιο, Λιπάσματα, Fe εξόρυξης, Βωξίτης για την παραγωγή Αλουμινίου), αντί για τα υποκατάστατά τους (RDF, Compost, Fe, Al 25%), που είναι τα προϊόντα του ΕΜΑΚ.

Πίνακας 9-1: Επιλεγμένα Σενάρια Αξιολόγησης της Λειτουργίας του ΕΜΑΚ

9.1.5.1 ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΕΜΑΚ		
ΑΡ. ΣΕΝΑΡΙΟΥ	**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ**	**ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ**
Μηδενικό (0ο) Σενάριο	**Περιβαλλοντική επίδραση που, υπάρχει χωρίς τη χρήση του ΕΜΑΚ - απορρίμματα χωρίς επεξεργασία οδηγούνται απ' ευθείας στον ΧΥΤ.**	✓ Το μηδενικό σενάριο περιγράφει τη διάθεση του συνόλου των ΑΣΑ στο ΧΥΤΑ χωρίς καμία επεξεργασία. ✓ Δεν έχουν ληφθεί υπόψη περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που προκύπτουν από τα διασταλάγματα ή τη χρήση γης. ✓ Το μηδενικό σενάριο χρησιμοποιήθηκε μόνο για θεωρητικούς λόγους σύγκρισης
1ο Σενάριο	**Υφιστάμενη Βασική Λειτουργία του ΕΜΑΚ.**	✓ πώληση ενός ποσοστού (40%) του παραγόμενου Κομπόστ το οποίο χρησιμοποιείται ως έδαφοβελτιωτικό, ✓ πώληση του ανακτώμενου Σιδήρου (100%) ✓ πώληση του ανακτημένου Αλουμινίου (85%) ✓ το υπολειπόμενο από το παραγόμενο Compost χρησιμοποιείται για αποκατάσταση ΧΥΤΑ και λατομείων.
2ο Σενάριο	**Υφιστάμενη Βασική Λειτουργία (1ο Σενάριο)+πώληση 100% παραγόμενου Compost.**	✓ πώληση όλου (100%) του παραγόμενου Κομπόστ το οποίο χρησιμοποιείται ως έδαφοβελτιωτικό, ✓ πώληση του ανακτώμενου Σιδήρου (100%) ✓ πώληση του ανακτημένου Αλουμινίου (85%)
3ο Σενάριο	**Υφιστάμενη Βασική Λειτουργία (1ο Σενάριο) + 55% καύση σε Τσιμεντοβιομηχανία.**	✓ πώληση ενός ποσοστού (40%) του παραγόμενου Κομπόστ το οποίο χρησιμοποιείται ως έδαφοβελτιωτικό, ✓ πώληση του ανακτώμενου Σιδήρου (100%) ✓ πώληση του ανακτημένου Αλουμινίου (85%) ✓ το υπολειπόμενο από το παραγόμενο Compost χρησιμοποιείται για αποκατάσταση ΧΥΤΑ και λατομείων. ✓ πώληση και καύση του 55% από το παραγόμενο RDF.
4ο Σενάριο	**Πλήρης Εκμετάλλευση προϊόντων ΕΜΑΚ- Ιδανικό Σενάριο.**	✓ πώληση όλου (100%) του παραγόμενου Κομπόστ το οποίο χρησιμοποιείται ως έδαφοβελτιωτικό, ✓ πώληση του ανακτώμενου Σιδήρου (100%) ✓ πώληση του ανακτημένου Αλουμινίου (85%) ✓ πώληση και καύση όλου (100%) του παραγόμενου RDF.

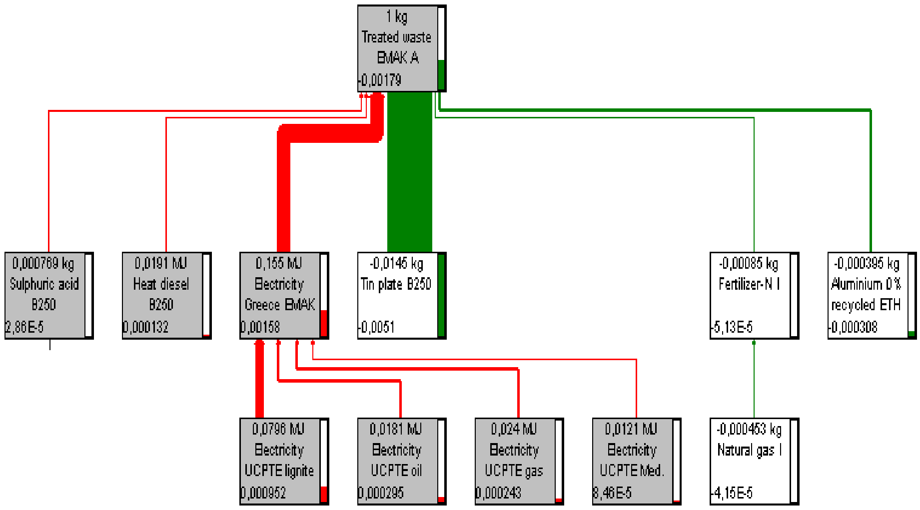
9.2 Αποτελέσματα των Εφαρμοσμένων Σεναρίων

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, εξετάστηκαν πέντε σενάρια. Τα τέσσερα αφορούσαν ~~την λ~~τη λειτουργία του ΕΜΑΚ σε διάφορες παραλλαγές της και το πέμπτο εξέταζε την θεωρητική περίπτωση της μη λειτουργίας του εργοστασίου και την απευθείας ~~αποκομιδή~~απόθεση των απορριμμάτων στο ΧΥΤΑ.

Η μεθοδολογία του Eco-indicator 99 στοχεύει στην αποτύπωση των τελικών απωλειών (damage-oriented) που επιφέρουν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Goedkoop and Spriesma, 1999). Στη μεθοδολογία αυτή οι εκπομπές ρύπων και η εξόρυξη των πόρων αποτυπώνονται ως 11 κατηγορίες επιπτώσεων, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω (βλ. παρ. 3.7): 1. καρκινογόνα, 2. Εσπνεύσιμα οργανικά, 3. Εσπνεύσιμα ανόργανα, 4. κλιματική αλλαγή, 5. ακτινοβολία, 6. στρώμα του όζοντος, 7. οικοτοξικότητα, 8. οξίνιση/ευτροφισμός, 9. χρήση γης, 10. φυσικοί πόροι, 11. ορυκτά καύσιμα. Ένα προαιρετικό στάδιο σ~~την μ~~τη μεθοδολογία ΑΚΖ, σύμφωνα με το ISO 14040, είναι η άθροιση των επιμέρους επιπτώσεων σε τρεις μεγάλες/γενικές κατηγορίες απωλειών. Ειδικότερα οι απώλειες, που επιφέρουν οι επιπτώσεις κατατάσσονται σε: 1. Ανθρώπινη Υγεία (Ανθρώπινη Υγεία), 2. Ποιότητα Οικοσυστήματος (Ποιότητα Οικοσυστήματος), 3. Φυσικοί Πόροι (Φυσικοί Πόροι)), που επηρεάζονται από τη χρήση/κατασκευή/λειτουργία του προς εξέταση προϊόντος/διαδικασίας, είτε των δώδεκα πιο ειδικών κατηγοριών. Στη συνέχεια θα παρουσιασθούν οι επιπτώσεις, που υπάρχουν όπως προκύπτουν από το Λογισμικού SimaPro5.1, ανά σενάριο και ανά κατηγορίες επιπτώσεων.

9.2.1 Αποτελέσματα αξιολόγησης του Πρώτου (1ου) Σεναρίου Λειτουργίας μέσω του Sima Pro5.1

Στο ακόλουθο Διάγραμμα 9-1 παρουσιάζεται το «δέντρο» του μοντέλου που αναπτύχθηκε για την Αξιολόγηση του κύκλου ζωής της λειτουργίας του ΕΜΑΚ στο λογισμικό πακέτο SimaPro 5.0, στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του κατά τη χρονική περίοδο ενός έτους (2008). Με βάση τη μοντελοποίηση, η όλη διαδικασία αποτελείται από τα εξής στάδια: 1. την είσοδο των σύμμεικτων απορριμμάτων στο εργοστάσιο, 2. την επεξεργασία και το διαχωρισμό τους, 3. την ανάκτηση των σιδηρούχων (Fe, Al), 4. την παραγωγή του RDF, 5. την παραγωγή του Compost.



Διάγραμμα 9-1: Δέντρο με τις λειτουργίες του ΕΜΑΚ (εισροές-εκροές)/Παραγωγική Διαδικασία RDF-Compost σύμφωνα με το σενάριο 1 (Υφιστάμενη λειτουργία-2008)

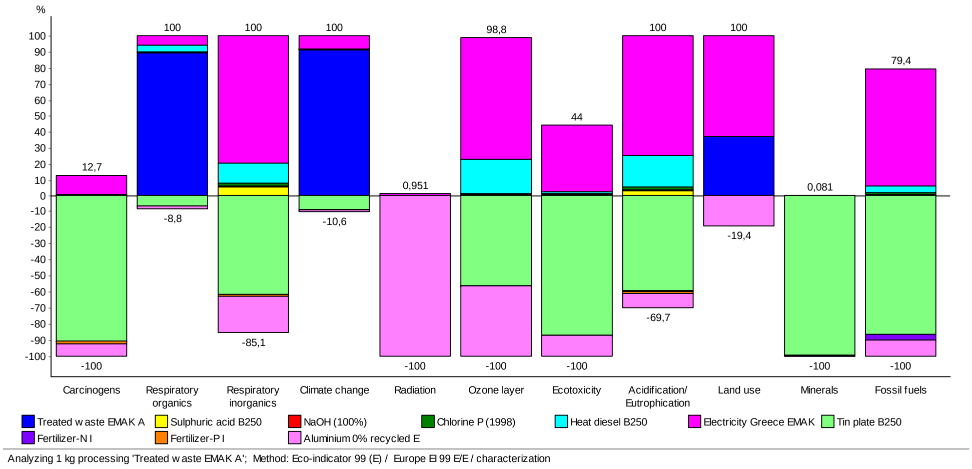
Για τη συνολική επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων καταναλώνονται 0,0191 MJ Heat diesel B250 και 0,155 MJ Electricity Greece, η οποία ~~βάση~~βάσει της ανάλυσης της ΔΕΗ αποτελείται από 0.0796 MJ Electricity UCPTE lignite (Λιγνιτική), 0,0181 MJ Electricity UCPTE oil (πετρελαϊκή), 0,024 MJ Electricity UCPTE gas (από βιοαέριο) και 0,0121 MJ Electricity UCPTE med (ΑΠΕ). Επίσης υπάρχει μια ποσότητα θειικού οξέος (0,000769kg) που, χρησιμοποιείται κατά τη λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού της μονάδος και η οποία επιδρά επιβαρυντικά στο περιβάλλον.

Με πράσινο χρώμα αποτυπώνονται τα οφέλη που υπάρχουν και με κόκκινο οι επιβαρύνσεις. Καταρχήν από την ανάκτηση του σιδήρου, όπου υπάρχει και η μεγαλύτερη ωφέλεια Fe (-0,0145kg Tin Plate 250B), αλλά και του Αλουμινίου Al (-0,000395 kg Aluminum 25% recycled ETH S) λόγω της εξοικονόμησης ορυκτών πόρων από την ανάκτηση των σιδηρούχων καθώς και την αποφυγή χρήσης λιπασμάτων (-0,00085kg fertilizer-NI). Επίσης από την αποφυγή χρήσης Λιπάσματος υπάρχει και αποφυγή παραγωγής βιοαερίου (-0,000453kg Natural gas I), που θα εκλυόταν στην ατμόσφαιρα. Το σχετικό μέγεθος του βέλους από τον ανακτημένου σίδηρο, υποδηλώνει μερικώς τη χρησιμότητα της λειτουργίας του ΕΜΑΚ.

Είναι σαφές από το δέντρο του Σεναρίου 1 ότι, τα μεγάλα περιβαλλοντικά οφέλη προέρχονται κατά κύριο λόγο από την ανάκτηση του Σιδήρου (Tin Plate 250B), ενώ η περιβαλλοντική επιβάρυνση προέρχεται κατά κύριο λόγο από την παραγωγή της καταναλισκόμενης Ηλεκτρικής ενέργειας, για ~~την λ~~τη λειτουργία του ΕΜΑΚ.

9.2.1.1 Χαρακτηρισμός Σενάριο -1

Για την Εκτίμηση Επιπτώσεων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Eco-Indicator 99~~, η οποία είναι η επιλεγμένη μέθοδος εκτίμησης επιπτώσεων στην εφαρμογή SimaPro5.1~~. Οι εκπομπές του συστήματος (όπως εμφανίζονται στον Πίνακα της Απογραφής Δεδομένων) έχουν κατηγοριοποιηθεί 11 μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων στο στάδιο του χαρακτηρισμού. Τα αποτελέσματα του χαρακτηρισμού δείχνουν την συμβολή του σταδίου της διαδικασίας επεξεργασίας των σύμμεικτων απορριμμάτων στο ΕΜΑΚ και της παραγωγής RDF και compost, σε κάθε μία από τις κατηγορίες επιπτώσεων. Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 9-2 και από τον Πίνακα 9-2 η λειτουργία του ΕΜΑΚ έχει αρνητικό αντίκτυπο στη κατηγορία των εισπνεύσιμων οργανικών και ανόργανων, τα οργανικά οφείλονται στην επεξεργασία των απορριμμάτων όπως λειτουργεί το ΕΜΑΚ, ενώ τα ανόργανα κατά κύριο λόγο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Από την άλλη μεριά υπάρχει μία πολύ θετική συμβολή στη μείωση των εισπνεύσιμων λόγω της ανάκτησης του σιδήρου~~ων σιδηρούχων~~ (Tin Plate B250) κατά κύριο λόγο αλλά και του αλουμινίου (Aluminium 0% recycled E).



Διάγραμμα 9-2: Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 1

Επίσης η αρνητική συμβολή του ΕΜΑΚ στο στρώμα του όζοντος, στην όξινιση/ευτροφισμό, στη χρήση γης και στα ορυκτά καύσιμα, οφείλεται κατά κύριο λόγο επίσης στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Ειδικά η χρήση των ορυκτών καυσίμων αντισταθμίζεται αρκετά λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας που υπάρχει από την ανάκτηση των σιδηρούχων. Πάλι η ανάκτηση του σιδήρου έχει μεγαλύτερη βαρύτητα (-0,033) από αυτή του ανακτημένου αλουμινίου (-0,00382).

Αξίζει να σημειωθεί ότι στο εξεταζόμενο σενάριο 1 (υφιστάμενη λειτουργία) δεν υπάρχει η χρησιμοποίηση του βασικού προϊόντος του ΕΜΑΚ, του παραγόμενου RDF, το οποίο είναι ένα εναλλακτικό καύσιμο, η χρησιμοποίηση του οποίου θα συνηγορούσε σε πολύ μεγαλύτερη ανάκτηση ενέργειας.

Πίνακας 9-2: Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 1

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Sulphuric acid B250	NaOH (100%)	Chlorine P (1998)	Heat diesel B250	Electricity Greece EMAK	Tin plate B250	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Aluminium 0% recycled ETH S
Καρκινογένεση	DALY	-9,1E-09	x	1,84E-11	1,1E-11	1,9E-12	3,62E-11	1,25E-09	-9,4E-09	-5,5E-12	-1,7E-10	-8,1E-10
Εσπνεύσιμα Οργανικά	DALY	2,76E-10	2,71E-10	2,09E-13	5E-13	6,39E-13	1,22E-11	1,78E-11	-2,1E-11	-4,8E-14	-6,6E-15	-5,6E-12
Εσπνεύσιμα Ανόργανα	DALY	3,22E-09	x	1,16E-09	1,44E-10	4,16E-10	2,63E-09	1,72E-08	-1,3E-08	-8,4E-11	-2E-10	-4,8E-09
Κλιματική Αλλαγή	DALY	9,46E-08	9,66E-08	1,46E-11	2,32E-11	9,04E-11	3,28E-10	8,67E-09	-9,8E-09	-2,9E-10	-1E-11	-1,1E-09
Ακτινοβολία	DALY	-4,9E-11	x	x	x	x	x	4,66E-13	x	x	x	-4,9E-11
Στρώμα του Όζοντος	DALY	-7,8E-14	x	6,12E-14	2,14E-14	x	1,39E-12	4,91E-12	-3,7E-12	-2,5E-15	-1,3E-15	-2,8E-12
Οικοτοξικότητα	PAF*m2yr	-0,00359	x	0,000049	6,95E-06	6,67E-06	8,25E-05	0,00268	-0,00559	-2,2E-06	-1,8E-05	-0,00081
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	PDF*m2yr	0,000241	x	2,57E-05	4,87E-06	1,28E-05	0,000158	0,000596	-0,00047	-6,9E-06	-7,6E-06	-6,9E-05
Χρήση Γης	PDF*m2yr	0,000364	0,000167	x	x	x	x	0,000285	x	-1,4E-06	-3,3E-07	-8,6E-05
Ορυκτά	MJ surplus	-0,0976	x	x	1,26E-09	2,89E-09	x	0,000079	-0,0969	-4,2E-08	-2,2E-08	-0,00076
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,00788	x	7,69E-05	9,72E-05	0,000394	0,00171	0,028	-0,033	-0,00129	-5E-05	-0,00382

Από την άλλη μεριά πολύ θετική είναι η συμβολή της υφιστάμενης λειτουργίας του ΕΜΑΚ στην εξοικονόμηση ορυκτών πόρων (-0,0969 σίδηρος, -0,00076 αλουμίνιο) από την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση των σιδηρούχων.

Θετική είναι η συνεισφορά του στη μη δημιουργία ακτινοβολίας, στη μη καταστροφή του στρώματος του όζοντος λόγω των CFC, και βέβαια στην αποτροπή των φαινομένων καρκινογέννεσης. Επίσης η λειτουργία του ΕΜΑΚ δεν φαίνεται να έχει συμβολή στην εμφάνιση οικοτοξικότητας, γεγονός το οποίο προκύπτει από την χρήση εναλλακτικών εδαφοβελτιωτικών, όπως το compost, αντί λιπασμάτων~~, εντομοκτόνων, ζιζανιοκτόνων~~.

9.2.1.2 Εκτίμηση Επιπτώσεων Σενάριο -1

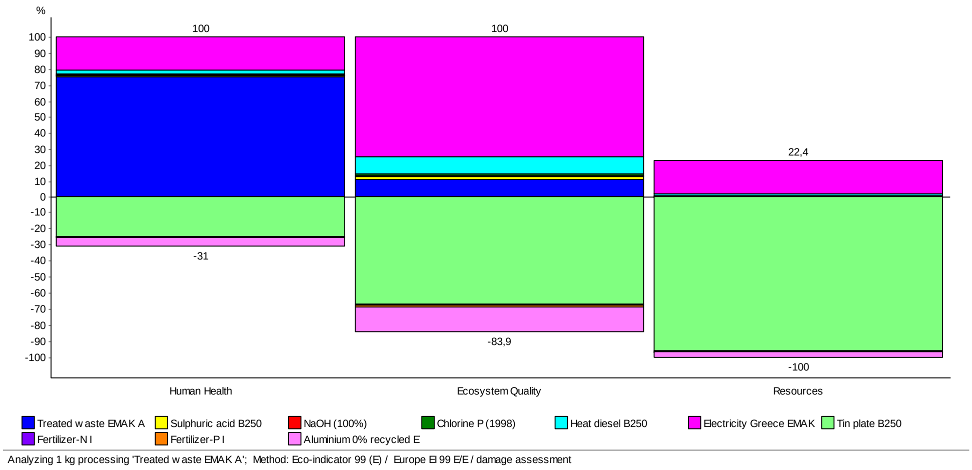
Για την Εκτίμηση Επιπτώσεων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Eco-Indicator 99~~, η οποία είναι η επιλεγμένη μέθοδος εκτίμησης επιπτώσεων στην εφαρμογή SimaPro5.1~~. Τα αποτελέσματα όλων των κατηγοριών επιπτώσεων του Διάγραμματος 9-2, αθροίζονται περαιτέρω και δημιουργούνται έτσι τρεις νέες μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων:

- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην χρήση των πόρων,
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία και
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στο οικοσύστημα.

Πιο συγκεκριμένα, η καρκινογένεση, η κλιματική αλλαγή, η μείωση του στρώματος του στρατοσφαιρικού όζοντος, οι οργανικοί και ανόργανοι ρύποι, και η ραδιενέργεια, αθροίζονται μεταξύ τους και αποτελούν μια μεγάλη κατηγορία που ονομάζεται επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

Οι επιπτώσεις στη χρήση γης, η οικοτοξικότητα και ο ευτροφισμός / οξίνιση αποτελούν ~~την δ~~τη δεύτερη μεγάλη κατηγορία επιπτώσεων που είναι οι επιπτώσεις στην ποιότητα του οικοσυστήματος.

Τέλος η εξάντληση των ορυκτών πόρων και των ορυκτών καυσίμων συναθροίζονται την τρίτη μεγάλη κατηγορία επιπτώσεων, αυτή των επιπτώσεων στους φυσικούς πόρους. Από τον Πίνακα 9-3 και το Διάγραμμα 9-3, φαίνεται ότι η Υφιστάμενη λειτουργία του ΕΜΑΚ συμβάλλει, όπως ήταν αναμενόμενο, και στις τρεις αυτές κατηγορίες επιπτώσεων.



Διάγραμμα 9-3: Αποτελέσματα Εκτίμησης Επιπτώσεων ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 1

Πιο συγκεκριμένα αυτό που διαπιστώνεται με μια πρώτη ματιά είναι η αρνητική συμβολή, που έχει η λειτουργία του ΕΜΑΚ στην ανθρώπινη υγεία, ενώ αντιθέτως είναι λιγότερο επιβαρυντικές οι επιπτώσεις, που προκαλούνται στο οικοσύστημα. Στον αντίποδα η λειτουργία του είναι πολύ θετική στην εξοικονόμηση των φυσικών πόρων κάτι, που ήταν αρκετά αναμενόμενο άλλωστε και από τα αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων, που παρουσιάσθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

Πίνακας 9-3: Αποτελέσματα Εκτίμησης Επιπτώσεων ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 1

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Sulphuric acid B250	NaOH (100%)	Chlorine P (1998)	Heat diesel B250	Electricity Greece EMAK	Tin plate B250	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Aluminium 0% recycled ETH S
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	8,9E-08	9,69E-08	1,19E-09	1,79E-10	5,09E-10	0,000000003	2,72E-08	-3,25E-08	-3,75E-10	-3,83E-10	-6,74E-09
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	0,000246	0,000167	3,06E-05	5,56E-06	0,0000134	0,000166	0,00115	-0,00103	-0,00000857	-0,00000977	-0,000236
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,105	x	7,69E-05	9,72E-05	0,000394	0,00171	0,0281	-0,13	-0,00129	-0,0000499	-0,00457

9.2.1.3 Περιβαλλοντικό Σκορ Σενάριο -1

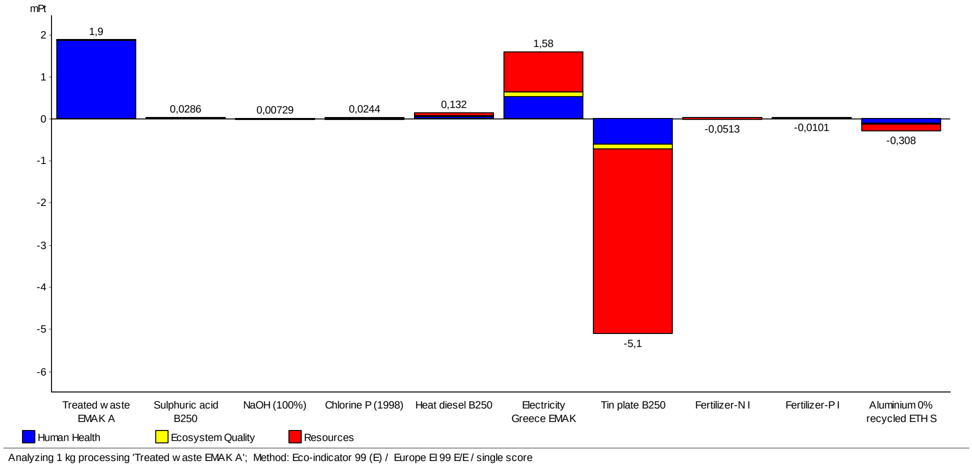
Στον Πίνακα 9-4 και στο Διάγραμμα 9-4 παρουσιάζεται η περιβαλλοντική επιβάρυνση του συστήματος της λειτουργίας του ΕΜΑΚ ανά κατηγορία επίπτωσης, κατά το σενάριο 1 (υφιστάμενη λειτουργία).

Όσον αφορά την αρνητική περιβαλλοντική επιβάρυνση της λειτουργίας του ΕΜΑΚ για την επεξεργασία 1 kg απορριμμάτων αυτή αντιστοιχεί σε 0,00175 pt ενώ η θετική περιβαλλοντική επίπτωση αντιστοιχεί σε 0,00533 pt. Συνεπώς το περιβαλλοντικό ισοζύγιο της υφιστάμενης λειτουργίας είναι θετικό.

Πίνακας 9-4: Περιβαλλοντικό σκορ για τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 1

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Sulphuric acid B250	NaOH (100%)	Chlorine P (1998)	Heat diesel B250	Electricity Greece EMAK	Tin plate B250	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Aluminium 0% recycled ETH S
Σύνολο	Pt	-0,00179	0,0019	2,86E-05	7,29E-06	2,44E-05	0,000132	0,00158	-0,0051	-5,1E-05	-1E-05	-0,000308
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0,00173	0,00188	2,31E-05	3,48E-06	9,87E-06	5,83E-05	0,000527	-0,00063	-7,3E-06	-7,4E-06	-0,000131
Ποιότητα Οικοσυστήματος	Pt	0,000024	1,63E-05	2,98E-06	5,43E-07	1,31E-06	1,62E-05	0,000112	-0,0001	-8,4E-07	-9,5E-07	-0,000023
Φυσικοί Πόροι	Pt	-0,00354	x	2,59E-06	3,27E-06	1,32E-05	5,73E-05	0,000945	-0,00437	-4,3E-05	-1,7E-06	-0,000154

Από τις επιπτώσεις που επιβαρύνουν το περιβάλλον, φαίνεται ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα προκύπτει από τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία του ΕΜΑΚ (1,58pt), με αποτέλεσμα να προκύπτει επιβάρυνση στους φυσικούς πόρους, στην ανθρώπινη υγεία και λιγότερο στην οικοτοξικότητα, ~~λόγο~~λόγω και της χρησιμοποίησης του compost ως εναλακτικού εδαφοβελτιωτικού αντί των λιπασμάτων. Η οικοτοξικότητα γενικά προκαλεί επιβαρύνσεις στο έδαφος και στην ποιότητα του οικοσυστήματος.

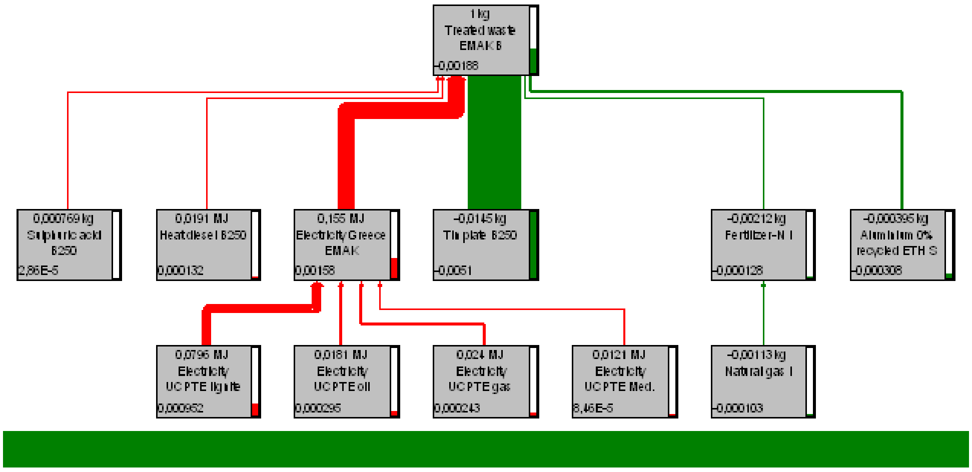


Διάγραμμα 9-4: Περιβαλλοντικό σκορ για τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων για την επεξεργασία 1 kg απορριμμάτων σύμφωνα με το Σενάριο 1

Θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις προκαλούνται από ~~την λ~~τη λειτουργία του ΕΜΑΚ για την επεξεργασία 1 kg απορριμμάτων, κατά κύριο λόγο στους φυσικούς πόρους (5,1pt από το σίδηρο και 0,308pt από το Αλουμίνιο), αλλά και δευτερευόντως στην ανθρώπινη υγεία. Τέλος, η λειτουργία του ΕΜΑΚ για την επεξεργασία 1 kg απορριμμάτων δεν προκαλεί ραδιενεργές επιπτώσεις. Αυτό που επίσης παρατηρείται είναι μία μικρή συνδρομή προς την περιβαλλοντική βελτίωση λόγω της υποκατάστασης των λιπασμάτων (-0,0513 Fertilizer-NI, -0,0101 Fertilizer-PI), από τη μερική χρήση του παραγόμενου compost.

9.2.2 Αποτελέσματα αξιολόγησης του Δεύτερου (2ου) Σεναρίου Λειτουργίας μέσω του Sima Pro5.1

Στο ακόλουθο Διάγραμμα 9-5 παρουσιάζεται το «δέντρο» του μοντέλου που αναπτύχθηκε για την Αξιολόγηση του κύκλου ζωής της λειτουργίας του ΕΜΑΚ στο λογισμικό πακέτο SimaPro 5.0, στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του κατά τη χρονική περίοδο ενός έτους (2008). Με βάση τη μοντελοποίηση, η όλη διαδικασία αποτελείται από τα εξής στάδια: 1. την είσοδο των σύμμεικτων απορριμμάτων στο εργοστάσιο, 2. την επεξεργασία και το διαχωρισμό τους, 3. την ανάκτηση των σιδηρούχων (Fe, Al), 4. την παραγωγή του RDF, 5. την παραγωγή του Compost.



Διάγραμμα 9-5: Δέντρο με τις λειτουργίες του ΕΜΑΚ (εισροές-εκροές)/Παραγωγική Διαδικασία RDF-Compost σύμφωνα με το σενάριο 2 (Υφιστάμενη λειτουργία-2008+πώληση Compost 100%)

Το πρώτο πράγμα που παρατηρείται, στο διάγραμμα αυτό είναι ότι οι βασικές γραμμές που δείχνουν τις επιβαρύνσεις και τα οφέλη, από τη λειτουργία του ΕΜΑΚ, ουσιαστικά δεν αλλάζουν.

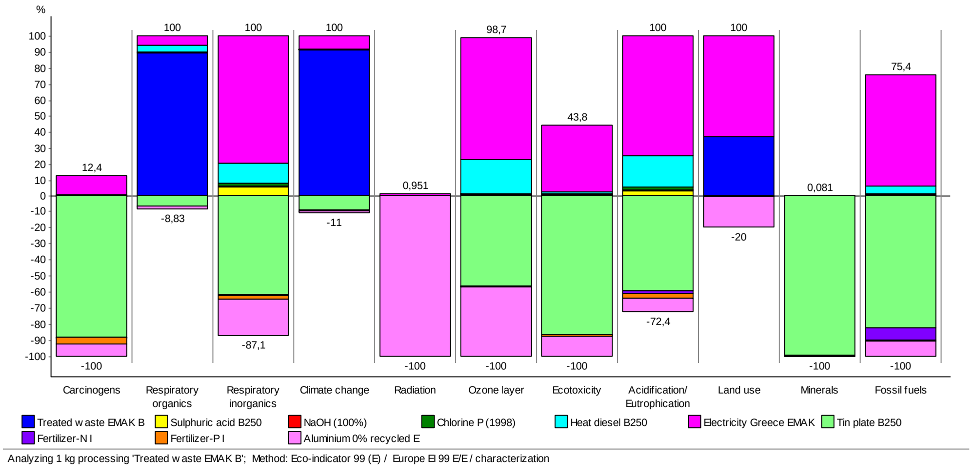
Και σε αυτό το σενάριο λειτουργίας, για τη συνολική επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων καταναλώνονται 0,0191 MJ Heat diesel B250 και 0,155 MJ Electricity Greece, η οποία ~~βάση~~βάσει της ανάλυσης της ΔΕΗ αποτελείται από 0,0796 MJ Electricity UCPTE lignite (Λιγνιτική), 0,0181 MJ Electricity UCPTE oil (πετρελαϊκή), 0,024 MJ Electricity UCPTE gas (από βιοαέριο) και 0,0121 MJ Electricity UCPTE med (ΑΠΕ). Επίσης υπάρχει μια ποσότητα θειικού οξέος (0,000769kg) που, χρησιμοποιείται κατά τη λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού της μονάδος και η οποία επιδρά επιβαρυντικά στο περιβάλλον.

Το πράσινο χρώμα αποτυπώνει τα οφέλη που υπάρχουν καταρχήν από την ανάκτηση του σιδήρου, όπου υπάρχει και η μεγαλύτερη ωφέλεια Fe (-0,0145kg Tin Plate 250B), αλλά και του Αλουμινίου Al (-0.000395 kg Aluminum 25% recycled ETH S) λόγω της εξοικονόμηση ορυκτών πόρων από την ανάκτηση των σιδηρούχων. Η διαφοροποίηση σε σχέση με το πρώτο σενάριο λειτουργίας εντοπίζεται στα μεγαλύτερα οφέλη που υπάρχουν από την αποφυγή χρήσης λιπασμάτων (-0,00212kg Fertilizer-NI). Επίσης από την αποφυγή χρήσης Λιπάσματος υπάρχει και αποφυγή μεγαλύτερης ποσότητας βιοαερίου (-0,00113kg Natural gas I), που θα εκλυόταν στην ατμόσφαιρα. Συνεπώς η διαφοροποίηση σε σχέση με το πρώτο σενάριο εντοπίζεται ~~στα~~ μόνο στα επιπλέον περιβαλλοντικά οφέλη, που υπάρχουν λόγω της αυξημένης χρησιμοποίησης του παραγόμενου compost (χρήση 100%).

9.2.2.1 Χαρακτηρισμός Σενάριο -2

Για την Εκτίμηση των περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από τη λειτουργία του ΕΜΑΚ, σύμφωνα με το σενάριο 2, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Eco-Indicator 99~~, η οποία είναι~~

~~η επιλεγμένη μέθοδος εκτίμησης επιπτώσεων στην εφαρμογή SimaPro5.1~~. Οι εκπομπές του συστήματος (όπως εμφανίζονται στον Πίνακα της Απογραφής Δεδομένων) έχουν κατηγοριοποιηθεί 11 μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων στο στάδιο του χαρακτηρισμού. Τα αποτελέσματα του χαρακτηρισμού δείχνουν τη~~ν~~ συμβολή ~~του σταδίου~~ της ~~διαδικασίας~~ επεξεργασίας των σύμμεικτων απορριμμάτων στο ΕΜΑΚ και της παραγωγής RDF και compost, σε κάθε μία από τις κατηγορίες επιπτώσεων. Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 9-6 και από τον Πίνακα 9-6 η λειτουργία του ΕΜΑΚ έχει αρνητικό αντίκτυπο στη κατηγορία των εισπνεύσιμων οργανικών και ανόργανων, τα οργανικά οφείλονται στην επεξεργασία των απορριμμάτων όπως λειτουργεί το ΕΜΑΚ, ενώ τα ανόργανα κατά κύριο λόγο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Από την άλλη μεριά υπάρχει μία πολύ θετική συμβολή στη μείωση των εισπνέυσιμων λόγω της ανάκτησης ~~των σιδηρούχων~~του σιδήρου (Tin Plate B250) κατά κύριο λόγο αλλά και του αλουμινίου (Aluminium 0% recycled E).



Διάγραμμα 9-6: Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 2

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων, που παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 9-6, δεν υπάρχουν εμφανείς διαφοροποιήσεις σε αυτό το επίπεδο αποτελεσμάτων του Σεναρίου 2 σε σχέση με το σενάριο 1 και αυτό γιατί η παραγωγική διαδικασία δεν έχει αλλάξει. Παράγονται οι ίδιες ποσότητες και η διαφορά των δύο Σεναρίων παρουσιάζεται στη χρήση που γίνεται στα παραγόμενα προϊόντα. Στο σενάριο 2 χρησιμοποιείται το 100% του παραγόμενου Compost, ως υποκατάστατο εδαφοβελτιωτικού, ενώ στο σενάριο 1, μόνο το 40%.

Πίνακας 9-5: Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 2

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Sulphuric acid B250	NaOH (100%)	Chlorine P (1998)	Heat diesel B250	Electricity Greece EMAK	Tin plate B250	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Aluminium 0% recycled ETH S
Καρκινογένεση	DALY	-9,3E-09	x	1,84E-11	1,1E-11	1,9E-12	3,62E-11	1,25E-09	-9,4E-09	-1,4E-11	-4,3E-10	-8,1E-10
Εσπνεύσιμα Οργανικά	DALY	2,76E-10	2,71E-10	2,09E-13	5E-13	6,39E-13	1,22E-11	1,78E-11	-2,1E-11	-1,2E-13	-1,6E-14	-5,6E-12
Εσπνεύσιμα Ανόργανα	DALY	2,79E-09	x	1,16E-09	1,44E-10	4,16E-10	2,63E-09	1,72E-08	-1,3E-08	-2,1E-10	-5E-10	-4,8E-09
Κλιματική Αλλαγή	DALY	9,42E-08	9,66E-08	1,46E-11	2,32E-11	9,04E-11	3,28E-10	8,67E-09	-9,8E-09	-7,1E-10	-2,6E-11	-1,1E-09
Ακτινοβολία	DALY	-4,9E-11	x	x	x	x	x	4,66E-13	x	x	x	-4,9E-11
Στρώμα του Όζοντος	DALY	-8,3E-14	x	6,12E-14	2,14E-14	x	1,39E-12	4,91E-12	-3,7E-12	-6,2E-15	-3,2E-15	-2,8E-12
Οικοτοξικότητα	PAF*m2yr	-0,00362	x	0,000049	6,95E-06	6,67E-06	8,25E-05	0,00268	-0,00559	-5,6E-06	-4,6E-05	-0,00081
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	PDF*m2yr	0,00022	x	2,57E-05	4,87E-06	1,28E-05	0,000158	0,000596	-0,00047	-1,7E-05	-1,9E-05	-6,9E-05
Χρήση Γης	PDF*m2yr	0,000361	0,000167	x	x	x	x	0,000285	x	-3,5E-06	-8,2E-07	-8,6E-05
Ορυκτά	MJ surplus	-0,0976	x	x	1,26E-09	2,89E-09	x	0,000079	-0,0969	-1,1E-07	-5,4E-08	-0,00076
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,00988	x	7,69E-05	9,72E-05	0,000394	0,00171	0,028	-0,033	-0,00321	-0,00012	-0,00382

Πιο εμφανής είναι η διαφοροποίηση στον Πίνακα 9-5, όπου εμφανίζονται σε απόλυτα νούμερα οι ποσότητες του κάθε προϊόντος που εμπλέκεται στη διαδικασία λειτουργίας του ΕΜΑΚ, που επηρεάζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Με μία απλή ματιά στους δύο Πίνακες 0-4 (σενάριο-1) και 0-5 (σενάριο-2) είναι αρκετή για να καταδείξει τις βελτιώσεις που επέρχονται σε όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων από τη χρήση όλης της παραγόμενης ποσότητας του compost ως εδαφοβελτιωτικού και υποκατάστατου των λιπασμάτων.

Πίνακας 9-6: Σύγκριση Σεναρίου 1 και Σεναρίου 2 ως προς τη χρήσιμοποίηση του Compost ως υποκατάστατο των λιπασμάτων N και P.

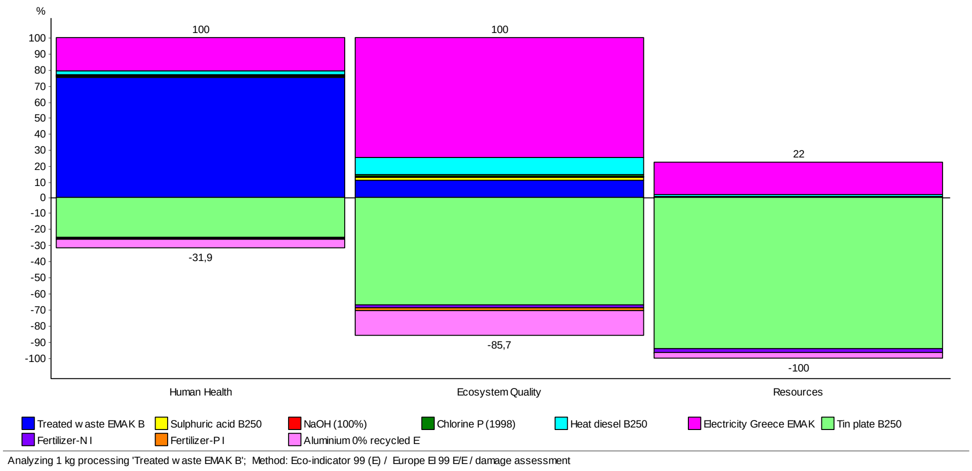
		Σενάριο 1		Σενάριο 2	
Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I
Καρκινογένεση	DALY	-5,5E-12	-1,7E-10	-1,4E-11	-4,3E-10
Εσπνεύσιμα Οργανικά	DALY	-4,8E-14	-6,6E-15	-1,2E-13	-1,6E-14
Εσπνεύσιμα Ανόργανα	DALY	-8,4E-11	-2E-10	-2,1E-10	-5E-10
Κλιματική Αλλαγή	DALY	-2,9E-10	-1E-11	-7,1E-10	-2,6E-11
Ακτινοβολία	DALY	x	x	x	x
Στρώμα του Όζοντος	DALY	-2,5E-15	-1,3E-15	-6,2E-15	-3,2E-15
Οικοτοξικότητα	PAF*m2yr	-2,2E-06	-1,8E-05	-5,6E-06	-4,6E-05
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	PDF*m2yr	-6,9E-06	-7,6E-06	-1,7E-05	-1,9E-05
Χρήση Γης	PDF*m2yr	-1,4E-06	-3,3E-07	-3,5E-06	-8,2E-07
Ορυκτά	MJ surplus	-4,2E-08	-2,2E-08	-1,1E-07	-5,4E-08
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,00129	-5E-05	-0,00321	-0,00012

Συγκρίνοντας την επίδραση που έχουν στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις η λειτουργία του ΕΜΑΚ σύμφωνα με τα δύο σενάρια λειτουργίας διαπιστώνεται η μείωση τους ιδιαίτερα στους φυσικούς πόρους (-0,00321 αντί -0,00129), στην κλιματική αλλαγή (-7,1E-10 αντί για -2,9E-10) καθώς και στη μείωση των εισπνεύσιμων ανόργανων (-2,1E-10 αντί -8,4E-11) και των εισπνεύσιμων οργανικών (-1,2E-13 αντί για -4,8E-14).

9.2.2.2 Εκτίμηση Επιπτώσεων Σενάριο -2

Για την Εκτίμηση Επιπτώσεων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Eco-Indicator 99~~, η οποία είναι η επιλεγμένη μέθοδος εκτίμησης επιπτώσεων στην εφαρμογή SimaPro5.1~~. Τα αποτελέσματα όλων των κατηγοριών επιπτώσεων του Διάγραμματος 9-7, αθροίζονται περαιτέρω και δημιουργούνται έτσι τρεις νέες μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων:

- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην χρήση των πόρων,
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία και
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στο οικοσύστημα.



Διάγραμμα 9-7: Αποτελέσματα Εκτίμησης Επιπτώσεων ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 2

Πιο συγκεκριμένα, η καρκινογένεση, η κλιματική αλλαγή, η μείωση του στρώματος του στρατοσφαιρικού όζοντος, οι οργανικοί και ανόργανοι ρύποι, και η ραδιενέργεια, αθροίζονται μεταξύ τους και αποτελούν μια μεγάλη κατηγορία που ονομάζεται επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

Οι επιπτώσεις στη χρήση γης, η οικοτοξικότητα και ο ευτροφισμός / οξίνιση αποτελούν ~~την δ~~τη δεύτερη μεγάλη κατηγορία επιπτώσεων που είναι οι επιπτώσεις στην ποιότητα του οικοσυστήματος.

Τέλος η εξάντληση των ορυκτών πόρων και των ορυκτών καυσίμων συναθροίζονται στην τρίτη μεγάλη κατηγορία επιπτώσεων, αυτή των επιπτώσεων στους φυσικούς πόρους. Από τον Πίνακα 9-5 και το Διάγραμμα 9-6, φαίνεται ότι η Υφιστάμενη λειτουργία του ΕΜΑΚ συμβάλλει, όπως ήταν αναμενόμενο, και στις τρεις αυτές κατηγορίες επιπτώσεων.

Αυτό που παρατηρείται συγκρίνοντας τα διάγραμματα 9-4 (σενάριο 1) και 9-6 (σενάριο 2) είναι ότι οι θετικές επιπτώσεις στις τρεις γενικές κατηγορίες έχουν αυξηθεί. Πιο συγκεκριμένα:

- η βελτίωση στις επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία είναι -31,9pt από -31pt.
- η βελτίωση στις επιπτώσεις που προκαλούνται στο οικοσύστημα είναι -85,7pt από -83,9pt
- τέλος οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην χρήση των φυσικών πόρων, είναι 22pt από 22,4pt

Πίνακας 9-7: Αποτελέσματα Εκτίμησης Επιπτώσεων ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 2

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Sulphuric acid B250	NaOH (100%)	Chlorine P (1998)	Heat diesel B250	Electricity Greece EMAK	Tin plate B250	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Aluminium 0% recycled ETH S
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	8,79E-08	9,69E-08	1,19E-09	1,79E-10	5,09E-10	3E-09	2,72E-08	-3,3E-08	-9,4E-10	-9,5E-10	-6,7E-09
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	0,000219	0,000167	3,06E-05	5,56E-06	1,34E-05	0,000166	0,00115	-0,00103	-2,1E-05	-2,4E-05	-0,00024
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,107	x	7,69E-05	9,72E-05	0,000394	0,00171	0,0281	-0,13	-0,00321	-0,00012	-0,00457

αυτές οι βελτιώσεις οφείλονται στην αύξηση της χρήσης εναλλακτικού εδαφοβελτιωτικού, όπως το compost στη θέση των λιπασμάτων Fertilizer-P και Fertilizer-N.

Πίνακας 9-8: Συγκριτικές διαφορές στις τρεις γενικές κατηγορίες των αποτελεσμάτων εκτίμησης επιπτώσεων, ανάμεσα στο Σενάριο -1 και το Σενάριο -2

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο Σενάριο 1	Σύνολο Σενάριο 2	Fertilizer-N I Σενάριο 1	Fertilizer-P I Σενάριο 2	Fertilizer-N I Σενάριο 1	Fertilizer-P I Σενάριο 2
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	8,9E-08	8,79E-08	-3,75E-10	-3,83E-10	-9,4E-10	-9,5E-10
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	0,000246	0,000219	-0,00000857	-0,00000977	-2,1E-05	-2,4E-05
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,105	-0,107	-0,00129	-0,0000499	-0,00321	-0,00012

Όσα αναφέρθηκαν ανωτέρω γίνονται ακόμη πιο εμφανή εξετάζοντας τους Πίνακες: 0-7 και 0-8 όπου φαίνεται ότι η συνολική επιβάρυνση στην ανθρώπινη υγεία μειώθηκε (8,79E-08pt από 8,9E-08pt), όπως επίσης και η επιβάρυνση στο οικοσύστημα (0,000219pt από 0,000246 pt). Τέλος μικρή αλλά μετρήσιμη είναι κι η μείωση χρήσης των φυσικών πόρων (-0,107pt από -0,105pt) το οποίο οφείλεται στις διαφορές που υπάρχουν στις χρησιμοποιούμενες ποσότητες compost ως εδαφοβελτιωτικού.

9.2.2.3 Περιβαλλοντικό Σκορ Σενάριο -2

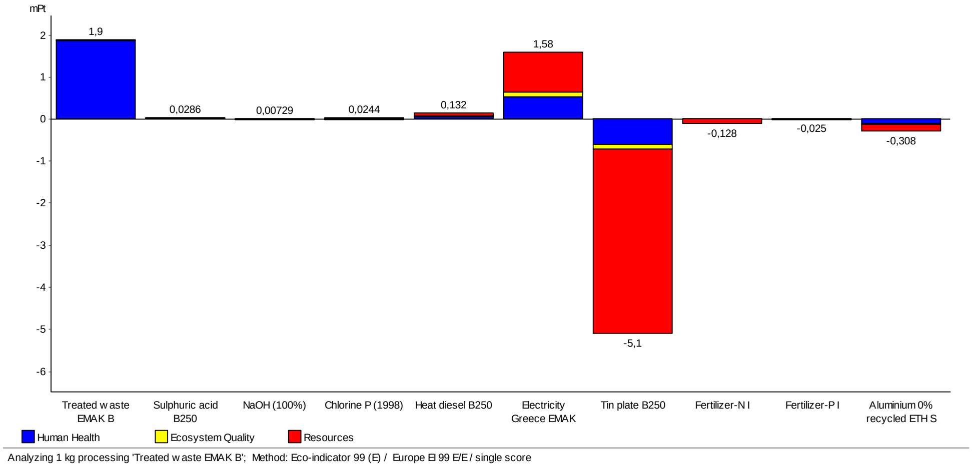
Στον Πίνακα 9-9 και στο Διάγραμμα 9-8 παρουσιάζεται η περιβαλλοντική επιβάρυνση του συστήματος της λειτουργίας του ΕΜΑΚ ανά κατηγορία επίπτωσης, κατά το σενάριο 2 (υφιστάμενη λειτουργία + πώληση 100% του παραγόμενου compost).

Όσον αφορά την αρνητική περιβαλλοντική επιβάρυνση της λειτουργίας του ΕΜΑΚ για την επεξεργασία 1 kg απορριμμάτων αυτή αντιστοιχεί σε 0,00175 pt ενώ η θετική περιβαλλοντική επίπτωση αντιστοιχεί σε 0,00533 pt. Συνεπώς το περιβαλλοντικό ισοζύγιο της υφιστάμενης λειτουργίας είναι θετικό.

Πίνακας 9-9: Περιβαλλοντικό σκορ για τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 2

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Sulphuric acid B250	NaOH (100%)	Chlorine P (1998)	Heat diesel B250	Electricity Greece EMAK	Tin plate B250	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Aluminium 0% recycled ETH S
Σύνολο	Pt	-0,00188	0,0019	2,86E-05	7,29E-06	2,44E-05	0,000132	0,00158	-0,0051	-0,00013	-2,5E-05	-0,00031
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0,00171	0,00188	2,31E-05	3,48E-06	9,87E-06	5,83E-05	0,000527	-0,00063	-1,8E-05	-1,9E-05	-0,00013
Ποιότητα Οικοσυστήματος	Pt	2,13E-05	1,63E-05	2,98E-06	5,43E-07	1,31E-06	1,62E-05	0,000112	-0,0001	-2,1E-06	-2,4E-06	-2,3E-05
Φυσικοί Πόροι	Pt	-0,00361	x	2,59E-06	3,27E-06	1,32E-05	5,73E-05	0,000945	-0,00437	-0,00011	-4,2E-06	-0,00015

Από τον Πίνακα 9-9 και το Διάγραμμα 9-8 είναι φανερό ότι η διαφορά στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις εμφανίζεται στη χρήση των λιπασμάτων, όπου λόγω της αυξημένης χρησιμοποίησης του compost ως εναλλακτικού εδαφοβελτιωτικού, οι θετικές επιπτώσεις από τα υλικά αυτά (Fertilizer-N I και Fertilizer-P I) αυξάνονται (-0,128pt από -0,0513pt και -0,025pt από -0,0101pt αντίστοιχα)



Διάγραμμα 9-8: Περιβαλλοντικό σκορ για τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων για την επεξεργασία 1 kg απορριμμάτων σύμφωνα με το Σενάριο 2

Στους δείκτες αυτούς η περιβαλλοντική αξιολόγηση δεν αλλάζει, πλην όμως και πάντα συγκριτικά με το σενάριο -1 παρατηρούμε ότι συνολικά σε κάθε μία ~~παό~~ από τις τρεις κατηγορίες (ανθρώπινη υγεία, Ποιότητα Οικοσυστήματος, Φυσικοί Πόροι), υπάρχει μειωμένη περιβαλλοντική επιβάρυνση, έστω και μηδαμινή (-0,00188pt αντί για -0,00179pt). Αυτό φαίνεται και στον ακόλουθο **Πίνακα 9-10** όπου παρατίθεται η σύγκριση για τις τρεις γενικές κατηγορίες, ανάμεσα στο σενάριο-1 και στο σενάριο-2, στο περιβαλλοντικό σκορ.

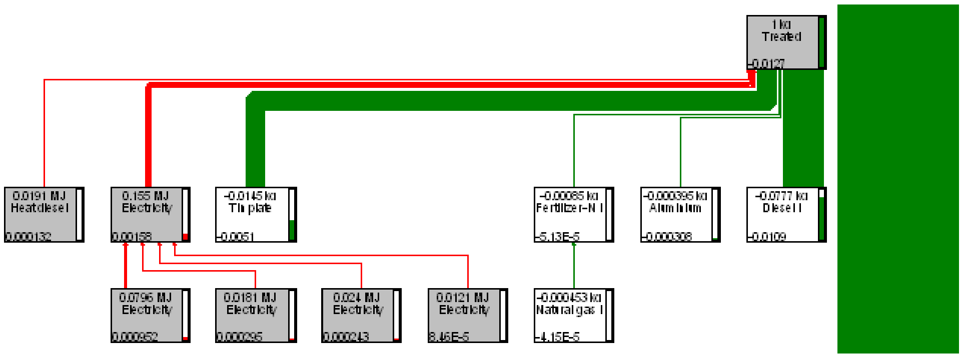
Πίνακας 9-10: Σύγκριση ανάμεσα στο σενάριο-1 και στο σενάριο-2, στο περιβαλλοντικό σκορ, για τις τρεις γενικές κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο Σενάριο-1	Σύνολο Σενάριο-2
Σύνολο	Pt	-0,00179	-0,00188
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0,00173	0,00171
Ποιότητα Οικοσυστήματος	Pt	0,000024	2,13E-05
Φυσικοί Πόροι	Pt	-0,00354	-0,00361

Εν κατακλείδι η χρησιμοποίηση του συνολικού παραγόμενου compost προκαλεί θετικό αντίκρισμα στην περιβαλλοντική συμπεριφορά της λειτουργίας του ΕΜΑΚ.

9.2.3 Αποτελέσματα αξιολόγησης του Τρίτου (3ου) Σεναρίου Λειτουργίας μέσω του Sima Pro5.1

Στο ακόλουθο Διάγραμμα 9-9 παρουσιάζεται το «δέντρο» του μοντέλου που αναπτύχθηκε για την Αξιολόγηση του κύκλου ζωής της λειτουργίας του ΕΜΑΚ στο λογισμικό πακέτο SimaPro 5.0, στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του κατά τη χρονική περίοδο ενός έτους (2008). Η όλη διαδικασία επεξεργασίας παραμένει η ίδια όπως και στα προηγούμενα σενάρια 1 και 2, δηλαδή αποτελείται από: 1. την είσοδο των σύμμεικτων απορριμμάτων στο εργοστάσιο, 2. την επεξεργασία και το διαχωρισμό τους, 3. την ανάκτηση των σιδηρούχων (Fe, Al), 4. την παραγωγή του RDF, 5. την παραγωγή του Compost.



Διάγραμμα 9-9: Δέντρο με τις λειτουργίες του ΕΜΑΚ (εισροές-εκροές)/Παραγωγική Διαδικασία RDF-Compost σύμφωνα με το Σενάριο 3 (Υφιστάμενη λειτουργία-2008+πώληση προς χρήση RDF 55%)

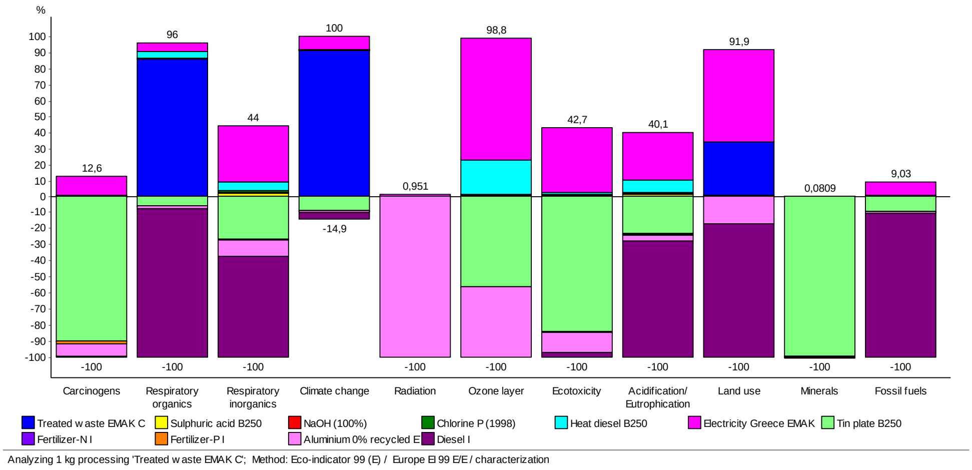
Σε αυτό το σενάριο υποθέτουμε πάλι ότι έχουμε την υφιστάμενη λειτουργία αλλά ότι επιπλέον υπάρχει και πώληση προς χρήση του 55% του παραγόμενου RDF, ενδεχομένως σε τσιμεντοβιομηχανίες.

Αυτό που καταρχήν παρατηρείται είναι ότι κατά τη λειτουργία του ΕΜΑΚ, για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων και σε αυτό το σενάριο λειτουργίας, καταναλώνονται 0,0191 MJ Heat diesel B250 και 0,155 MJ Electricity Greece, η οποία ~~βάση~~βάσει της ανάλυσης της ΔΕΗ αποτελείται από 0,0796 MJ Electricity UCPTE lignite (Λιγνιτική), 0,0181 MJ Electricity UCPTE oil (πετρελαϊκή), 0,024 MJ Electricity UCPTE gas (από βιοαέριο) και 0,0121 MJ Electricity UCPTE med (ΑΠΕ). Επίσης υπάρχει μια ποσότητα θειικού οξέος (0,000769kg) που, χρησιμοποιείται κατά τη λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού της μονάδος και η οποία επιδρά επιβαρυντικά στο περιβάλλον.

Το κόκκινο χρώμα αποτυπώνει τις επιβαρύνσεις που υπάρχουν από τη λειτουργία του ΕΜΑΚ, ενώ το πράσινο τα οφέλη. Στην περίπτωση μας οι επιβαρύνσεις φαίνεται να έχουν παραμείνει οι ίδιες που έχουμε και στα δύο προηγούμενα σενάρια που εξετάστηκαν, ενώ μεγάλη διαφορά παρατηρούμε στα οφέλη, όπου στα ήδη υφιστάμενα προστίθεται και αυτό της εξοικονόμησης (-0,0777kg Diesel) λόγω της υποκατάστασης του από το εναλλακτικό καύσιμο, όπως είναι το RDF. Βέβαια δεν παρουσιάζονται τα επιπλέον οφέλη, που είχαμε στο σενάριο 2 από την επιπλέον χρησιμοποίηση του compost, σε σχέση με το βασικό σενάριο-0, ως υποκατάστατο της χρήσεως λιπασμάτων.

9.2.3.1 Χαρακτηρισμός Σενάριο -3

Οι εκπομπές του συστήματος (όπως εμφανίζονται στον Πίνακα της Απογραφής Δεδομένων) έχουν κατηγοριοποιηθεί σε 11 μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων στο στάδιο του χαρακτηρισμού. Τα αποτελέσματα του χαρακτηρισμού δείχνουν την συμβολή του σταδίου της διαδικασίας επεξεργασίας των σύμμεικτων απορριμμάτων στο ΕΜΑΚ και της παραγωγής RDF και compost, σε κάθε μία από τις κατηγορίες επιπτώσεων. Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 9-10 και από τον Πίνακα 9-11 η λειτουργία του ΕΜΑΚ εξακολουθεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στη κατηγορία των εισπνεύσιμων οργανικών και ανόργανων, τα οργανικά οφείλονται στην επεξεργασία των απορριμμάτων όπως λειτουργεί το ΕΜΑΚ, ενώ τα ανόργανα κατά κύριο λόγο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Από την άλλη μεριά υπάρχει μία πολύ θετική συμβολή στη μείωση των εισπνέυσιμων λόγω της ανάκτησης ~~των σιδηρούχων~~του σιδήρου (Tin Plate B250) κατά κύριο λόγο αλλά και του αλουμινίου (Aluminium 0% recycled E).



Διάγραμμα 9-10: Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 3

Το σημαντικό όμως είναι το πολύ μεγάλο περιβαλλοντικό όφελος, που εμφανίζεται σ~~την μ~~τη μπάρα των ορυκτών καυσίμων (Διάγραμμα 9-10) με την εμφάνιση ενός νέου παράγοντα, που δεν υπήρχε στα δύο προηγούμενα σενάρια, του Diesel I. Από την αποφυγή της χρήσης των στερεών καυσίμων έχουμε μόνο μια μικρή επιβάρυνση, λόγω της λειτουργίας του ΕΜΑΚ, από την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας (9,03) και μία πολύ θετική συνεισφορά λόγω της υποκατάστασης των ορυκτών καυσίμων με το RDF.

Άλλωστε όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, η μεθοδολογία της ΑΚΖ πριμοδοτεί τις περιπτώσεις, που υπάρχει ανάκτηση ενέργειας.

Πίνακας 9-11: Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 3

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Sulphuric acid B250	NaOH (100%)	Chlorine P (1998)	Heat diesel B250	Electricity Greece EMAK	Tin plate B250	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Aluminium 0% recycled ETH S	Diesel I
Καρκινογένεση	DALY	-9,1E-09	x	1,84E-11	1,1E-11	1,9E-12	3,62E-11	1,25E-09	-9,4E-09	-5,5E-12	-1,7E-10	-8,1E-10	-7,1E-11
Εσπνεύσιμα Οργανικά	DALY	-1,3E-11	2,71E-10	2,09E-13	5E-13	6,39E-13	1,22E-11	1,78E-11	-2,1E-11	-4,8E-14	-6,6E-15	-5,6E-12	-2,9E-10
Εσπνεύσιμα Ανόργανα	DALY	-2,7E-08	x	1,16E-09	1,44E-10	4,16E-10	2,63E-09	1,72E-08	-1,3E-08	-8,4E-11	-2E-10	-4,8E-09	-3,1E-08
Κλιματική Αλλαγή	DALY	9E-08	9,66E-08	1,46E-11	2,32E-11	9,04E-11	3,28E-10	8,67E-09	-9,8E-09	-2,9E-10	-1E-11	-1,1E-09	-4,6E-09
Ακτινοβολία	DALY	-4,9E-11	x	x	x	x	x	4,66E-13	x	x	x	-4,9E-11	x
Στρώμα του Όζοντος	DALY	-7,8E-14	x	6,12E-14	2,14E-14	x	1,39E-12	4,91E-12	-3,7E-12	-2,5E-15	-1,3E-15	-2,8E-12	x
Οικοτοξικότητα	PAF*m2yr	-0,00379	x	0,000049	6,95E-06	6,67E-06	8,25E-05	0,00268	-0,00559	-2,2E-06	-1,8E-05	-0,00081	-0,0002
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	PDF*m2yr	-0,00119	x	2,57E-05	4,87E-06	1,28E-05	0,000158	0,000596	-0,00047	-6,9E-06	-7,6E-06	-6,9E-05	-0,00143
Χρήση Γης	PDF*m2yr	-0,00004	0,000167	x	x	x	x	0,000285	x	-1,4E-06	-3,3E-07	-8,6E-05	-0,0004
Ορυκτά	MJ surplus	-0,0976	x	x	1,26E-09	2,89E-09	x	0,000079	-0,0969	-4,2E-08	-2,2E-08	-0,00076	-1,3E-05
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,305	x	7,69E-05	9,72E-05	0,000394	0,00171	0,028	-0,033	-0,00129	-5E-05	-0,00382	-0,297

Βελτιωμένη εμφανίζεται η συνεισφορά του Σεναρίου 3 και στη μείωση των εισπνεύσιμων οργανικών και ανόργανων, στην οξίνιση/ευτροφισμό καθώς και στη χρήση γης. Από την άλλη δεν υπάρχει επιπλέον επιβάρυνση στην καρκινογένεση, στη δημιουργία ακτινοβολίας στην τρύπα του όζοντος και στην οικοτοξικότητα, όπου οι παράγοντες που τα επηρεάζουν παραμένουν αμετάβλητοι στο εξεταζόμενο σενάριο.

Σαφώς σε σχέση με το σενάριο 2 υπάρχει μία μεγαλύτερη επιβάρυνση όσον αφορά τη συμμετοχή των λιπασμάτων (Fertilizer-P, Fertilizer-N). Κάτι που ήταν αναμενόμενο άλλωστε εφόσον το ποσοστό του χρησιμοποιούμενου compost (και συνεπώς και το ποσοστό υποκατάστασης τους) έχει μειωθεί.

9.2.3.2 Εκτίμηση Επιπτώσεων Σεν-3

Όπως στα προηγούμενα προς αξιολόγηση σενάρια έτσι και σε αυτό, για την Εκτίμηση Επιπτώσεων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Eco-Indicator 99~~, η οποία είναι η επιλεγμένη μέθοδος εκτίμησης επιπτώσεων στην εφαρμογή SimaPro5.1~~. Τα αποτελέσματα όλων των κατηγοριών επιπτώσεων, που παρουσιάσθηκαν μέσω του Διαγράμματος 9-10 και του Πίνακα 9-11, αθροίζονται περαιτέρω και δημιουργούνται έτσι οι τρεις μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων:

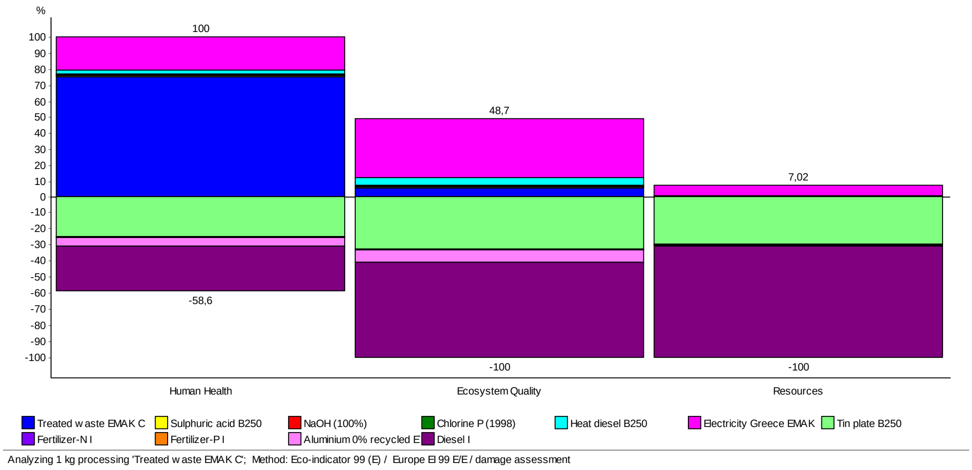
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην χρήση των πόρων,

- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία και
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στο οικοσύστημα.

Πιο συγκεκριμένα, η καρκινογένεση, η κλιματική αλλαγή, η μείωση του στρώματος του στρατοσφαιρικού όζοντος, οι οργανικοί και ανόργανοι ρύποι, και η ραδιενέργεια, αθροίζονται μεταξύ τους και αποτελούν μια μεγάλη κατηγορία που ονομάζεται επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

Οι επιπτώσεις στη χρήση γης, η οικοτοξικότητα και ο ευτροφισμός / οξίνιση αποτελούν ~~την δ~~τη δεύτερη μεγάλη κατηγορία επιπτώσεων που είναι οι επιπτώσεις στην ποιότητα του οικοσυστήματος.

Τέλος η εξάντληση των ορυκτών πόρων και των ορυκτών καυσίμων συναθροίζονται την τρίτη μεγάλη κατηγορία επιπτώσεων, αυτή των επιπτώσεων στους φυσικούς πόρους. Από τον Πίνακα 9-12 και το Διάγραμμα 9-11, φαίνεται ότι η Υφιστάμενη λειτουργία του ΕΜΑΚ συμβάλλει, όπως ήταν αναμενόμενο, και στις τρεις αυτές κατηγορίες επιπτώσεων.



Διάγραμμα 9-11: Αποτελέσματα Εκτίμησης Επιπτώσεων ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 3

Πιο συγκεκριμένα αυτό που διαπιστώνεται με μια πρώτη ματιά είναι η αύξηση της θετικής συμβολής (-58,6), που έχει η λειτουργία του ΕΜΑΚ στην ανθρώπινη υγεία και η οποία οφείλεται στην υποκατάσταση του Diesel. Τα επιβαρυντικά συστατικά για την ανθρώπινη υγεία παραμένουν σταθερά. Αντιθέτως είναι λιγότερο επιβαρυντικές οι επιπτώσεις, που προκαλούνται στο οικοσύστημα (48,7) και αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στη μείωση της συμμετοχής της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται, αφού ένα μεγάλο μέρος της αναπληρώνεται από την χρησιμοποίηση του υποκατάστατου καυσίμου.

Το μεγαλύτερο όμως όφελος παρουσιάζεται στην εξοικονόμηση των φυσικών πόρων κάτι, που ήταν αρκετά αναμενόμενο άλλωστε και από τα αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων, που παρουσιάσθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Στην περίπτωση αυτή αξιολογείται μία πολύ χαμηλή αρνητική επίπτωση (7,02), η οποία οφείλεται στον τρόπο που παράγεται η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα.

Εάν θελήσουμε να τα δούμε και συγκριτικά ανάμεσα στο Σενάριο-1 και το Σενάριο-3 είναι ότι οι θετικές επιπτώσεις στις τρεις γενικές κατηγορίες έχουν αυξηθεί. Πιο συγκεκριμένα:

- η βελτίωση στις επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία είναι -58,6pt από -31pt.
- η βελτίωση στις επιπτώσεις που προκαλούνται στο οικοσύστημα είναι -100pt από -83,9pt
- τέλος οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην χρήση των φυσικών πόρων, είναι 7,02pt από 22,4pt.

Πίνακας 9-12: Αποτελέσματα Εκτίμησης Επιπτώσεων ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 3

Κατηγορία Επίπτωσης	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Sulphuric acid B250	NaOH (100%)	Chlorine P (1998)	Heat diesel B250	Electricity Greece EMAK	Tin plate B250	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Aluminium 0% recycled ETH S	Diesel I
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	5,34E-08	9,69E-08	1,19E-09	1,79E-10	5,09E-10	3E-09	2,72E-08	-3,3E-08	-3,8E-10	-3,8E-10	-6,7E-09	-3,6E-08
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	-0,00161	0,000167	3,06E-05	5,56E-06	1,34E-05	0,000166	0,00115	-0,00103	-8,6E-06	-9,8E-06	-0,00024	-0,00186
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,403	x	7,69E-05	9,72E-05	0,000394	0,00171	0,0281	-0,13	-0,00129	-5E-05	-0,00457	-0,297

αυτές οι βελτιώσεις οφείλονται στη χρήση του εναλλακτικού καυσίμου, όπως το RDF στη θέση των συμβατικών ορυκτών καυσίμων (Diesel I).

Πίνακας 9-13: Συγκριτικές διαφορές στις τρεις γενικές κατηγορίες των αποτελεσμάτων εκτίμησης επιπτώσεων, ανάμεσα στο Σενάριο -1 και το Σενάριο -3

Κατηγορία Επίπτωσης	Unit	Σύνολο Σενάριο -1	Σύνολο Σενάριο -3
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	8,9E-08	5,34E-08
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	0,000246	-0,00161

Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,105	-0,403

Οι παραπάνω αναφερόμενες μεταβολές στις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων γίνονται ακόμη πιο ~~εμφανή~~εμφανείς εξετάζοντας τους Πίνακες 0-7 και 0-12 όπου φαίνεται ότι η συνολική επιβάρυνση στην ανθρώπινη υγεία μειώθηκε (5,34E-08pt από 8,9E-08pt), όπως επίσης και η επιβάρυνση στοην ποιότητα του οικοσυστήματος (-0,00161pt από 0,000246 pt). Τέλος η μείωση χρήσης των φυσικών πόρων (-0,403pt από -0,105pt) το οποίο ήταν και πιο αναμενόμενο εφόσον το καύσιμο Diesel I, υποκαθίσταται από το εναλλακτικό καύσιμο RDF.

9.2.3.3 Περιβαλλοντικό Σκορ Σεν-3

Στον Πίνακα 9-14 και στο Διάγραμμα 9-12 παρουσιάζεται η περιβαλλοντική επιβάρυνση του συστήματος της λειτουργίας του ΕΜΑΚ ανά κατηγορία επίπτωσης, κατά το σενάριο 3 (υφιστάμενη λειτουργία + πώληση 55% του παραγόμενου RDF).

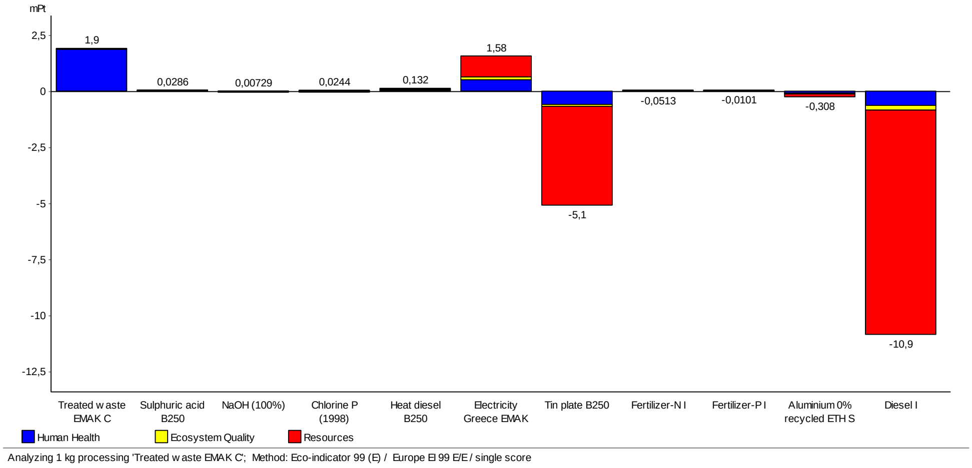
Όσον αφορά την συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση της λειτουργίας του ΕΜΑΚ για την επεξεργασία 1 kg απορριμμάτων αυτή αντιστοιχεί σε -0,0127pt δηλαδή δεν είναι επιβαρυντική αλλά λειτουργεί αφαιρετικά, δηλαδή ευνοεί το περιβάλλον. Από τον Πίνακα 9-14, ο οποίος παρουσιάζει το Περιβαλλοντικό σκορ για τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 3, μόνο στην κατηγορία της ανθρώπινης υγείας παρουσιάζεται επιβάρυνση, ενώ αντιθέτως στην ποιότητα του οικοσυστήματος και στους Φυσικούς Πόρους έχουμε βελτίωση. Συνεπώς το περιβαλλοντικό ισοζύγιο της λειτουργίας σύμφωνα με το υπο αξιολόγιση Σενάριο-3 είναι θετικό.

Πίνακας 9-14: Περιβαλλοντικό σκορ για τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 3

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAKA	Sulphuric acid B250	NaOH (100%)	Chlorine P (1998)	Heat diesel B250	Electricity Greece EMAK	Tin plate B250	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Aluminium 0% recycled ETH S	Diesel I
Σύνολο	Pt	-0,0127	0,0019	2,86E-05	7,29E-06	2,44E-05	0,000132	0,00158	-0,0051	-5,1E-05	-1E-05	-0,00031	-0,0109
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0,00104	0,00188	2,31E-05	3,48E-06	9,87E-06	5,83E-05	0,000527	-0,00063	-7,3E-06	-7,4E-06	-0,00013	-0,00069
Ποιότητα Οικοσυστήματος	Pt	-0,00016	1,63E-05	2,98E-06	5,43E-07	1,31E-06	1,62E-05	0,000112	-0,0001	-8,4E-07	-9,5E-07	-2,3E-05	-0,00018
Φυσικοί Πόροι	Pt	-0,0135	x	2,59E-06	3,27E-06	1,32E-05	5,73E-05	0,000945	-0,00437	-4,3E-05	-1,7E-06	-0,00015	-0,00999

Από τον Πίνακα 9-14 και το Διάγραμμα 9-12 είναι φανερό ότι η διαφορά στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις εμφανίζεται στη χρήση των καυσίμων, όπου λόγω της αυξημένης χρησιμοποίησης του RDF ως εναλλακτικού καυσίμου, οι θετικές επιπτώσεις από το υποκαταστούμενο συστατικό αυτό (Diesel-I) παρουσιάζει πολύ υψηλό συντελεστή (10,8pt), που είναι και ο υψηλότερος από το σύνολο του Περιβαλλοντικού Σκορ σε όλα τα μέχρι τώρα προς αξιολόγηση Σενάρια. Όπως έχει αναφερθεί και ανωτέρω, η αξιολόγηση του ΑΚΖ με το SimaPro5.1 ευνοεί την ανάκτηση ενέργειας. Πάραυτα, δεν μπορεί να παραγνωρισθεί το γεγονός της θετικής περιβαλλοντικής συνεισφοράς του Σεναρίου 3, χάρις την ενεργειακή αξιοποίηση του εναλλακτικού καυσίμου RDF.

Αυτό το αποτέλεσμα δίνει τροφή για σκέψη, όσον αφορά τους ενδοιασμούς, που υπάρχουν από διάφορους ενδιαφερόμενους (περίοικοι, περιβαλλοντικές οργανώσεις κ.α.) για το κατά πόσο είναι ορθή και περιβαλλοντικά «φιλική» η στείρα άρνηση σε οποιονδήποτε περιβαλλοντικό νεωτερισμό, αντί των παγιωμένων απόψεων χωρίς διάλογο και ενημέρωση, ίσως και ~~λόγο~~λόγω ανομολόγητων συμφερόντων που εξυπηρετούνται.



Διάγραμμα 9-12: Περιβαλλοντικό σκορ για τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων για την επεξεργασία 1 kg απορριμμάτων σύμφωνα με το Σενάριο 2

Στους δείκτες αυτούς η περιβαλλοντική αξιολόγηση δεν αλλάζει, πλην όμως και πάντα συγκριτικά με το Σενάριο-1 παρατηρούμε ότι συνολικά σε κάθε μία από τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων (Ανθρώπινη Υγεία, Ποιότητα Οικοσυστήματος, Φυσικοί Πόροι), υπάρχει μειωμένη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Αυτό φαίνεται και επί του συνόλου (-0,0127pt αντί για -0,00179pt), αλλά και επιμέρους, στην Ανθρώπινη Υγεία (0,00104pt αντί για 0,00173), στην ποιότητα του Οικοσυστήματος –0,00016pt αντί για 0,000024 pt, τέλος στους Φυσικούς Πόρους (-0,0135pt αντί για –0,00354pt). Η σύγκριση αυτή αναπαριστάται και στον ακόλουθο Πίνακα 9-15 όπου παρατίθεται η σύγκριση για τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων, μεταξύ του Σεναρίου -1 και του Σεναρίου -3, στο Περιβαλλοντικό σκορ.

Πίνακας 9-15: Σύγκριση ανάμεσα στο σενάριο-1 και στο σενάριο-3, στο περιβαλλοντικό σκορ, για τις τρεις γενικές κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

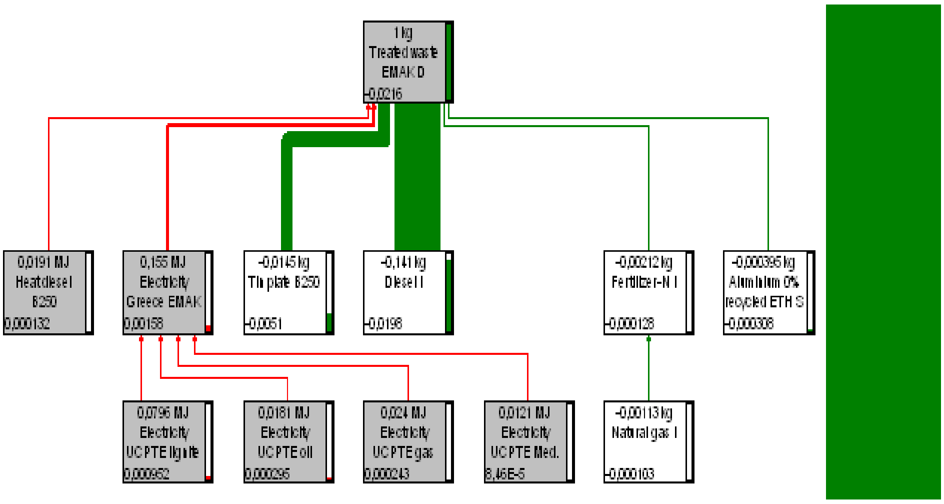
Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο Σενάριο-1	Σύνολο Σενάριο-3
Σύνολο	Pt	-0,00179	-0,0127
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0,00173	0,00104
Ποιότητα Οικοσυστήματος	Pt	0,000024	-0,00016
Φυσικοί Πόροι	Pt	-0,00354	-0,0135

Εν κατακλείδι η χρησιμοποίηση έστω και τμήματος από το παραγόμενο RDF, προκαλεί θετικό αντίκτυπο στην περιβαλλοντική συμπεριφορά της λειτουργίας του ΕΜΑΚ.

9.2.4 Αποτελέσματα αξιολόγησης του Τέταρτου ($4^{ο}$) Σεναρίου Λειτουργίας μέσω του Sima Pro5.1

Στο ακόλουθο Διάγραμμα 9-13 παρουσιάζεται το «δέντρο» του μοντέλου που αναπτύχθηκε για την Αξιολόγηση του κύκλου ζωής της λειτουργίας του ΕΜΑΚ στο λογισμικό πακέτο SimaPro 5.0, στις συνθήκες λειτουργίας του 4ου Σεναρίου, κατά την ίδια χρονική περίοδο ενός έτους (2008). Το τέταρτο σενάριο είναι το «ιδανικό-ιδεατό» σενάριο, με την έννοια ότι υπάρχει πλήρης εκμετάλλευση όλων των παραγωγικών λειτουργιών του ΕΜΑΚ. Με βάση τη μοντελοποίηση, η όλη διαδικασία αποτελείται από τα ίδια στάδια λειτουργίας που υπάρχουν στην Υφιστάμενη Λειτουργία (Σενάριο-1): 1. την είσοδο των σύμμεικτων απορριμμάτων στο εργοστάσιο, 2. την επεξεργασία και το διαχωρισμό τους, 3. την ανάκτηση των σιδηρούχων (Fe, Al), 4. την παραγωγή του RDF, 5. την παραγωγή του Compost.

Σύμφωνα με το σενάριο αυτό έχουμε την πώληση όλου του παραγόμενου Compost και την ενεργειακή εκμετάλλευση όλου του παραγόμενου RDF, μέσω της καύσης του. Για τη συνολική επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων οι καταναλώσεις παραμένουν οι ίδιες όπως και στα προηγούμενα σενάρια. Πιο συγκεκριμένα καταναλώνονται 0.0191 MJ Heat diesel B250 και 0.155 MJ Electricity Greece, η οποία ~~βάση~~βάσει της ανάλυσης της ΔΕΗ αποτελείται από 0.0796 MJ Electricity UCPTE lignite (Λιγνιτική), 0.0181 MJ Electricity UCPTE oil (πετρελαϊκή), 0.024 MJ Electricity UCPTE gas (από βιοαέριο) και 0.0121 MJ Electricity UCPTE med (ΑΠΕ), ενώ λόγω της υποκατάστασης των ορυκτών καυσίμων με RDF έχουμε θετική ροή χρήσης ορυκτών καυσίμων, η οποία αντιστοιχεί σε 0.141 kg diesel και αποτυπώνεται με πράσινο χρώμα. Με πράσινο χρώμα αποτυπώνονται και τα οφέλη που υπάρχουν από την αποφυγή χρήσης λιπασμάτων (-0.00212kg fertilizer), καθώς και η εξοικονόμηση ορυκτών πόρων από την ανάκτηση των σιδηρούχων Al (-0.000395 kg Aluminum 25% recycled ETH S) και Fe (-0.0145kg Tin Plate 250B). Επίσης από την αποφυγή χρήσης Λιπάσματος υπάρχει και αποφυγή παραγωγής βιοαερίου (-0.00113kg Natural gas I), που θα εκλυόταν στην ατμόσφαιρα. Το σχετικό μέγεθος του βέλους από την ανάκτηση ενέργειας λόγω της χρήσης του RDF καθώς και του ανακτημένου σιδήρου, υποδηλώνει τη χρησιμότητα της λειτουργίας του ΕΜΑΚ.



Διάγραμμα 9-13: Δέντρο με τις λειτουργίες του ΕΜΑΚ (εισροές-εκροές)/Παραγωγική Διαδικασία RDF-Compost σύμφωνα με το σενάριο 4 (Ιδανικό Σενάριο)

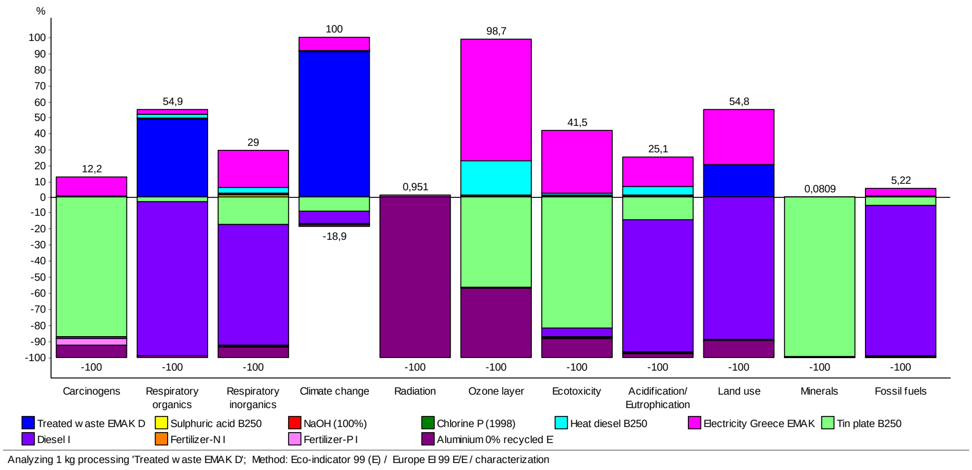
Αυτό που γίνεται άμεσα εμφανές είναι ότι τα μεγάλα περιβαλλοντικά «έσοδα-οφέλη» οφείλονται κατά κύριο λόγο στην υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων και στη χρησιμοποίηση εναλλακτικών (αποφυγή της χρήσης diesel/ορυκτών πόρων) καθώς και στην ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση του Σιδήρου (Tin Plate B250). Κατά δεύτερο λόγο περιβαλλοντικά οφέλη παρουσιάζονται με την υποκατάσταση των λιπασμάτων (Fertilizer-P και Fertilizer-N) και τη χρήση όλου του παραγόμενου compost ως εδαφοβελτιωτικού (αποφυγή χρήσης λιπασμάτων) καθώς και την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση (ανακύκλωση) του Αλουμινίου.

Δηλαδή με το σενάριο αυτό έχουμε συνδυασμένες αθροιστικά, τις θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που είδαμε κατά την αξιολόγηση των Σεναρίων 2 και 3.

Ο Πίνακας της απογραφής δεδομένων παρουσιάζεται στο Παράρτημα 1. Για την Εκτίμηση Επιπτώσεων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Eco-Indicator 99~~, η οποία είναι η επιλεγμένη μέθοδος εκτίμησης επιπτώσεων στην εφαρμογή SimaPro5.1~~. Οι εκπομπές του συστήματος (όπως εμφανίζονται στον Πίνακα της Απογραφής Δεδομένων) έχουν κατηγοριοποιηθεί σε 11 μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων στο στάδιο του χαρακτηρισμού. Τα αποτελέσματα του χαρακτηρισμού δείχνουν την συμβολή του σταδίου της διαδικασίας επεξεργασίας των σύμμεικτων απορριμμάτων στο ΕΜΑΚ και της παραγωγής RDF και compost, σε κάθε μία από τις κατηγορίες επιπτώσεων.

9.2.4.1 Χαρακτηρισμός Σενάριο-4

Οι εκπομπές του συστήματος (όπως εμφανίζονται στον Πίνακα της Απογραφής Δεδομένων) έχουν κατηγοριοποιηθεί σε 11 μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων στο στάδιο του χαρακτηρισμού. Τα αποτελέσματα του χαρακτηρισμού δείχνουν την συμβολή του σταδίου της διαδικασίας επεξεργασίας των σύμμεικτων απορριμμάτων στο ΕΜΑΚ και της παραγωγής RDF και compost, σε κάθε μία από τις κατηγορίες επιπτώσεων. Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 9-14 και από τον Πίνακα 9-16 η λειτουργία του ΕΜΑΚ εξακολουθεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στη κατηγορία των εισπνεύσιμων οργανικών και ανόργανων, όμως σε πολύ μικρότερο βαθμό (54,9pt και 29pt αντίστοιχα) και αυτό γιατί και για τα εισπνεύσιμα οργανικά και για τα ανόργανα υπάρχει η υποκατάσταση από το compost των λιπασμάτων αλλά και η ενεργειακή ανάκτηση λόγω της χρησιμοποίησης του RDF. Συμβολή στη μείωση των εισπνεύσιμων υπάρχει και λόγω της ανάκτησης ~~των σιδηρούχων~~του σιδήρου (Tin Plate B250) κατά κύριο λόγο αλλά και του αλουμινίου (Aluminium 0% recycled E).



Διάγραμμα 9-14: Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το Σενάριο 4

Το σημαντικό όμως είναι το πολύ μεγάλο περιβαλλοντικό όφελος, που εμφανίζεται σ~~την μ~~τη μπάρα των ορυκτών καυσίμων (Διάγραμμα 9-14) και των ορυκτών πόρων που οφείλονται και στην εμφάνιση του Diesel το οποίο υποκαθιστάται~~ε~~ από το εναλλακτικό παραγόμενο καύσιμο, το RDF. Εμφανής είναι και η μεγάλη ωφέλεια που υπάρχει στην κατηγορία της ακτινοβολίας αλά και αυτής της οικοτοξικότητας, που οφείλονται στην ανακύκλωση του Αλουμινίου (λόγω της ανάκτησης του) αλλά και αυτής του Σιδήρου.

Εκεί που φαίνονται έντονες οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της λειτουργίας του ΕΜΑΚ για την επεξεργασία 1 kg απορριμμάτων είναι η κατηγορία της κλιματικής αλλαγής και του στρώματος του όζοντος. Οι επιπτώσεις αυτές προκαλούνται από την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια.

Τα περιβαλλοντικά αυτά οφέλη, ίσως σε μικρότερη κλίμακα, τα είχαμε συναντήσει στην αξιολόγηση των Σεναρίων 2 και 3. Άλλωστε όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, με το σενάριο -4 υπάρχει ουσιαστικά μία συνδυαστική άθροιση των θετικών και των αρνητικών επιπτώσεων των προηγούμενων αξιολογημένων Σεναρίων 2 και 3.

Να σημειώσουμε ξανά ότι η μεθοδολογία αξιολόγησης (ΑΚΖ) μέσω του SimaPro πριμοδοτεί τις περιπτώσεις, που υπάρχει ανάκτηση ενέργειας.

Πίνακας 9-16: Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 4

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Sulphuric acid B250	NaOH (100%)	Chlorine P (1998)	Heat diesel B250	Electricity Greece EMAK	Tin plate B250	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Aluminium 0% recycled ETH S	Diesel I
Καρκινογένεση	DALY	-9,5E-09	x	1,84E-11	1,1E-11	1,9E-12	3,62E-11	1,25E-09	-9,4E-09	-1,4E-11	-4,3E-10	-8,12E-10	-1,3E-10
Εσπνεύσιμα Οργανικά	DALY	-2,5E-10	2,71E-10	2,09E-13	5E-13	6,39E-13	1,22E-11	1,78E-11	-2,1E-11	-1,2E-13	-1,6E-14	-5,6E-12	-5,2E-10
Εσπνεύσιμα Ανόργανα	DALY	-5,3E-08	x	1,16E-09	1,44E-10	4,16E-10	2,63E-09	1,72E-08	-1,3E-08	-2,1E-10	-5E-10	-4,77E-09	-5,6E-08
Κλιματική Αλλαγή	DALY	8,57E-08	9,66E-08	1,46E-11	2,32E-11	9,04E-11	3,28E-10	8,67E-09	-9,8E-09	-7,1E-10	-2,6E-11	-1,11E-09	-8,4E-09
Ακτινοβολία	DALY	-4,9E-11	x	x	x	x	x	4,66E-13	x	x	x	-4,9E-11	x
Στρώμα του Όζοντος	DALY	-8,3E-14	x	6,12E-14	2,14E-14	x	1,39E-12	4,91E-12	-3,7E-12	-6,2E-15	-3,2E-15	-2,79E-12	x
Οικοτοξικότητα	PAF*m2yr	-0,0004	x	4,9E-06	6,95E-07	6,67E-07	8,25E-06	0,000268	-0,00056	-5,6E-07	-4,6E-06	-0,0000813	-3,6E-05
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	PDF*m2yr	-0,00239	x	2,57E-05	4,87E-06	1,28E-05	0,000158	0,000596	-0,00047	-1,7E-05	-1,9E-05	-0,0000687	-0,00261
Χρήση Γης	PDF*m2yr	-0,00037	0,000167	x	x	x	x	0,000285	x	-3,5E-06	-8,2E-07	-0,000086	-0,00073
Ορυκτά	MJ surplus	-0,0976	x	x	1,26E-09	2,89E-09	x	0,000079	-0,0969	-1,1E-07	-5,4E-08	-0,000758	-2,3E-05
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,551	x	7,69E-05	9,72E-05	0,000394	0,00171	0,028	-0,033	-0,00321	-0,00012	-0,00382	-0,541

Πιο εμφανής είναι η διαφοροποίηση στον Πίνακα 9-16, όπου εμφανίζονται σε απόλυτα νούμερα οι ποσότητες του κάθε προϊόντος που εμπλέκεται στη διαδικασία λειτουργίας του ΕΜΑΚ, που επηρεάζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μ~~ε μ~~ία απλή ματιά στους δύο Πίνακες 9-4 (σενάριο-1) και 9-16 (σενάριο-4) είναι αρκετή για να καταδείξει τις βελτιώσεις που επέρχονται σε όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων από τη χρήση όλης της παραγόμενης ποσότητας του compost ως εδαφοβελτιωτικού και υποκατάστατου των λιπασμάτων, την καύση όλου του παραγόμενου RDF και κατ' επέκταση την υποκατάσταση μεγάλης ποσότητας ορυκτών καυσίμων, καθώς και την επαναχρησιμοποίηση όλων των ανακτημένων σιδηρούχων (Al, Fe).

Πίνακας 9-17.: Σύγκριση Σεναρίου 1 και Σεναρίου 2 ως προς τη χρησιμοποίηση του Compost ως υποκατάστατο των λιπασμάτων N και P, της χρήσης του RDF ως υποκατάστατο καυσίμου, καθώς και της ανάκτησης των σιδηρούχων.

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο Σενάριο-1	Σύνολο Σενάριο-2
Καρκινογένεση	DALY	-9,1E-09	-9,5E-09
Εσπνεύσιμα Οργανικά	DALY	2,76E-10	-2,5E-10
Εσπνεύσιμα Ανόργανα	DALY	3,22E-09	-5,3E-08
Κλιματική Αλλαγή	DALY	9,46E-08	8,57E-08
Ακτινοβολία	DALY	-4,9E-11	-4,9E-11
Στρώμα του Όζοντος	DALY	-7,8E-14	-8,3E-14
Οικοτοξικότητα	PAF*m2yr	-0,00359	-0,0004
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	PDF*m2yr	0,000241	-0,00239
Χρήση Γης	PDF*m2yr	0,000364	-0,00037
Ορυκτά	MJ surplus	-0,0976	-0,0976
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,00788	-0,551

Στον Πίνακα 9-17 παρουσιάζονται οι διαφορές που περιγράφηκαν ανωτέρω και υπάρχουν ανάμεσα στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του Σεναρίου-1 και αυτές του Σεναρίου-4.

9.2.4.2 Εκτίμηση Επιπτώσεων Σεν-4

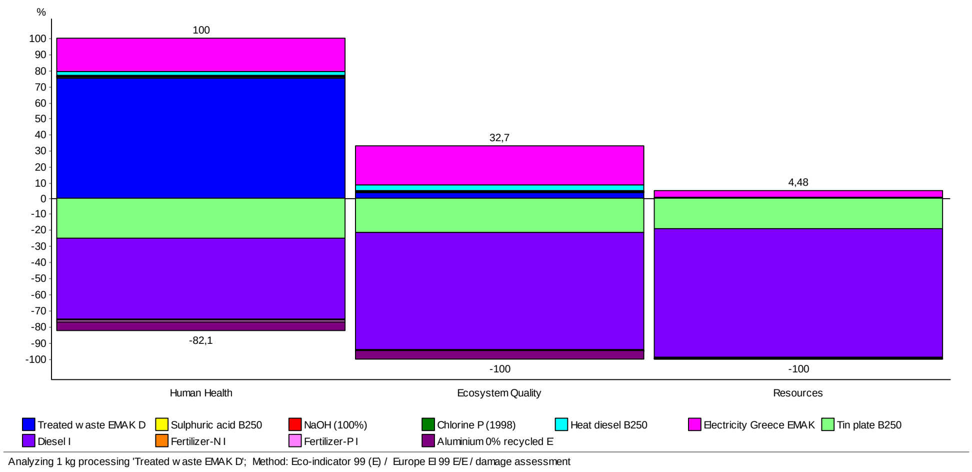
Όπως στα προηγούμενα προς αξιολόγηση σενάρια έτσι και σε αυτό, για την Εκτίμηση Επιπτώσεων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Eco-Indicator 99~~, η οποία είναι η επιλεγμένη μέθοδος εκτίμησης επιπτώσεων στην εφαρμογή SimaPro5.1~~. Τα αποτελέσματα όλων των κατηγοριών επιπτώσεων, που παρουσιάσθηκαν μέσω του Διαγράμματος 9-10 και του Πίνακα 9-11, αθροίζονται περαιτέρω και δημιουργούνται έτσι οι τρεις μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων:

- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην χρήση των πόρων,
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία και
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στο οικοσύστημα.

Πιο συγκεκριμένα, οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία είναι η πρώτη μεγάλη κατηγορία που προέρχεται αθροίζοντας την καρκινογένεση, την κλιματική αλλαγή, ~~την μ~~τη μείωση του στρώματος του στρατοσφαιρικού όζοντος, τους οργανικούς και ανόργανους ρύποι, και τη ραδιενέργεια.

Οι επιπτώσεις στη χρήση γης, η οικοτοξικότητα και ο ευτροφισμός / οξίνιση αποτελούν ~~την δ~~τη δεύτερη μεγάλη κατηγορία επιπτώσεων που είναι οι επιπτώσεις στην ποιότητα του οικοσυστήματος.

Οι Φυσικοί Πόροι αποτελούν την τ~~Τ~~ρίτη μεγάλη κατηγορία επιπτώσεων. Η εξάντληση των ορυκτών πόρων και των ορυκτών καυσίμων συναθροίζονται για την κατηγορία αυτή, των επιπτώσεων στους φυσικούς πόρους. Από τον Πίνακα 9-3 και το Διάγραμμα 9-11, φαίνεται ότι η Υφιστάμενη λειτουργία του ΕΜΑΚ συμβάλλει, όπως ήταν αναμενόμενο, και στις τρεις αυτές κατηγορίες επιπτώσεων.



Διάγραμμα 9-15: Αποτελέσματα Εκτίμησης Επιπτώσεων ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 4

Από τα προαναφερόμενα και την ανάλυση του Διαγράμματος 9-15 εύκολα προκύπτει ότι και στις τρεις κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων θα υπάρξει βελτίωση. Η μεγαλύτερη βελτίωση παρουσιάζεται στην κατηγορία των Φυσικών πόρων, μεγαλύτερη και από τα δύο προηγούμενα σενάρια (2 και 3), κάτι που ήταν αναμενόμενο άλλωστε από τη στιγμή που υπάρχει και η ανάκτηση για επαναχρησιμοποίηση των σιδηρούχων αλλά και η υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων από όλο το παραγόμενο RDF. Πολύ μεγάλη βελτίωση εμφανίζεται και στη μείωση των επιπτώσεων στην ποιότητα του οικοσυστήματος, εφόσον ο πολύ σημαντικός παράγοντας της χρήσης των λιπασμάτων έχει μειωθεί μέσω της υποκατάστασης τους από όλο το παραγόμενο Compost, για αυτό άλλωστε και η βελτίωση είναι μεγαλύτερη από το σενάριο 2 (όπου εκεί υπήρχε χρήση 55% του παραγόμενου compost).

Τέλος όσον αφορά την ανθρώπινη υγεία, οι αρνητικές επιπτώσεις οφείλονται κατά κύριο λόγο στην καύση των ορυκτών καυσίμων (λιγνίτη, πετρελαίου, κλπ), μέσω της οποίας παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα, το θειικό οξύ που χρησιμοποιείται στις πλυντρίδες της κομποστοποίησης, και του CO_2 που εκπέμπεται από τη λειτουργία του κινητού εξοπλισμού του ΕΜΑΚ. Από την άλλη η βελτίωση που παρουσιάζεται στην ανθρώπινη υγεία, από τη λειτουργία του ΕΜΑΚ, ~~βάση~~βάσει του Σεναρίου-4 είναι πολύ μεγάλη και οφείλεται κατά κύριο λόγο στην υποκατάσταση του πετρελαίου από το RDF, στην ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση των σιδηρούχων και τρίτον, σε μικρότερη κλίμακα στην υποκατάσταση των λιπασμάτων από το Compost. Δηλαδή εξαιτίας του αθροίσματος των θετικών επιπτώσεων των Σεναρίων 2 -3-4.

Εάν θελήσουμε να τα δούμε και συγκριτικά ανάμεσα στο Σενάριο-1, της υφιστάμενης λειτουργίας και στο Σενάριο-4, ιδανικό σενάριο είναι ότι οι θετικές επιπτώσεις στις τρεις γενικές κατηγορίες έχουν αυξηθεί. Πιο συγκεκριμένα:

- η βελτίωση στις επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία είναι μεγάλη, -82,1pt από μόλις -31pt στο σενάριο-1.
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στο οικοσύστημα είναι 32,7pt από 100pt
- τέλος οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην χρήση των φυσικών πόρων, είναι μόλις 4,48pt από 22,4pt.

Πίνακας 9-18: Αποτελέσματα Εκτίμησης Επιπτώσεων ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 4

Κατηγορία Επίπτωσης	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Sulphuric acid B250	NaOH (100%)	Chlorine P (1998)	Heat diesel B250	Electricity Greece EMAK	Tin plate B250	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Aluminium 0% recycled ETH S	Diesel I
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	2,31E-08	9,69E-08	1,19E-09	1,79E-10	5,09E-10	3E-09	2,72E-08	-3,3E-08	-9,4E-10	-9,5E-10	-6,7E-09	-6,5E-08
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	-0,00316	0,000167	3,06E-05	5,56E-06	1,34E-05	0,000166	0,00115	-0,00103	-2,1E-05	-2,4E-05	-0,00024	-0,00338
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,648	x	7,69E-05	9,72E-05	0,000394	0,00171	0,0281	-0,13	-0,00321	-0,00012	-0,00457	-0,541

αυτές οι βελτιώσεις οφείλονται στη χρήση του εναλλακτικού καυσίμου, όπως το RDF στη θέση των συμβατικών ορυκτών καυσίμων (Diesel I), καθώς και στην αύξηση της χρήσης εναλλακτικού εδαφοβελτιωτικού (ακόμη και από το σενάριο-2), όπως το compost στη θέση των λιπασμάτων Fertilizer-P και Fertilizer-N.

Πίνακας 9-19: Συγκριτικές διαφορές στις τρεις γενικές κατηγορίες των αποτελεσμάτων εκτίμησης επιπτώσεων, ανάμεσα στο Σενάριο -1 και το Σενάριο -3

Κατηγορία Επίπτωσης	Unit	Σύνολο Σενάριο -1	Σύνολο Σενάριο -4
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	8,9E-08	2,31E-08
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	0,000246	-0,00316
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,105	-0,648

Οι παραπάνω αναφερόμενες μεταβολές στις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων γίνονται ακόμη πιο ~~εμφανή~~εμφανείς εξετάζοντας τους Πίνακες: 9-7 (σενάριο-1) και 9-18 (σενάριο-4), όπου φαίνεται ότι η συνολική επιβάρυνση στην ανθρώπινη υγεία μειώθηκε ακόμη περισσότερο (2,31E-08pt από 8,9E-08pt), όπως επίσης και η επιβάρυνση στην ποιότητα του οικοσυστήματος (-0,00316pt από 0,000246 pt). Τέλος η μείωση χρήσης των φυσικών πόρων (-0,648pt από -0,105pt) το οποίο ήταν και πιο αναμενόμενο εφόσον το καύσιμο Diesel I, υποκαθίσταται από όλο το παραγώμενο εναλλακτικό καύσιμο RDF (βλ. σύγκριση μεταξύ των συνολικών βαθμολογιών στον Πίνακα 9-19).

9.2.4.3 Περιβαλλοντικό Σκορ Σενάριο-4

Στον Πίνακα 9-14 και στο Διάγραμμα 9-12 παρουσιάζεται η περιβαλλοντική επιβάρυνση του συστήματος της λειτουργίας του ΕΜΑΚ ανά κατηγορία επίπτωσης, κατά το σενάριο 4 (υφιστάμενη λειτουργία + πώληση 100% του παραγόμενου RDF+ πώληση 100% του παραγόμενου compost).

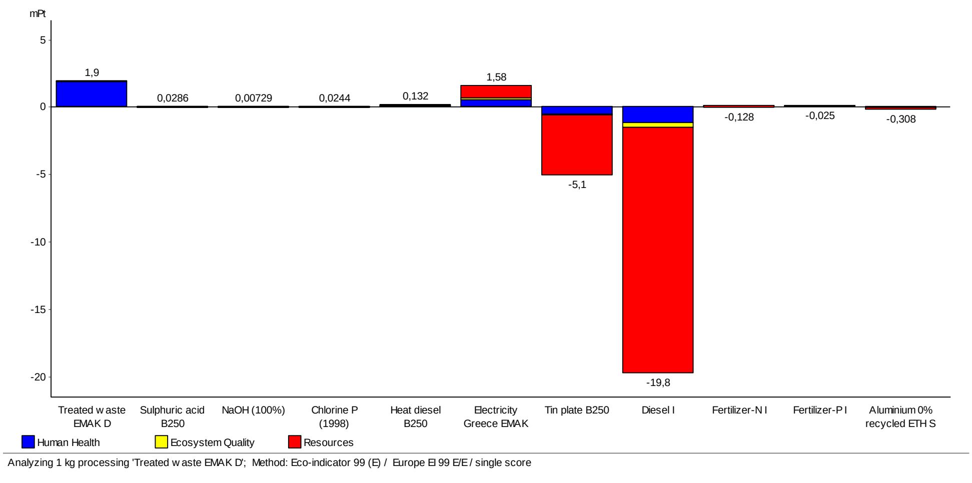
Όσον αφορά την συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση της λειτουργίας του ΕΜΑΚ για την επεξεργασία 1kg απορριμμάτων αυτή αντιστοιχεί σε -0,0127pt δηλαδή δεν είναι επιβαρυντική αλλά λειτουργεί αφαιρετικά, δηλαδή ευνοεί το περιβάλλον. Από τον Πίνακα 9-14, ο οποίος παρουσιάζει το Περιβαλλοντικό σκορ για τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων για την επεξεργασία 1kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 3, μόνο στην κατηγορία της ανθρώπινης υγείας παρουσιάζεται επιβάρυνση, ενώ αντιθέτως στην ποιότητα του οικοσυστήματος και στους Φυσικούς Πόρους έχουμε βελτίωση. Συνεπώς το περιβαλλοντικό ισοζύγιο της λειτουργίας σύμφωνα με το υπο αξιολόγιση Σενάριο-3 είναι θετικό.

Πίνακας 9-20: Περιβαλλοντικό σκορ για τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το σενάριο 4

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Sulphuric acid B250	NaOH (100%)	Chlorine P (1998)	Heat diesel B250	Electricity Greece EMAK	Tin plate B250	Fertilizer-N I	Fertilizer-P I	Aluminium 0% recycled	Diesel I

												ETH S	
Σύνολο	Pt	-0,0216	0,0019	2,86E-05	7,29E-06	2,44E-05	0,000132	0,00158	-0,0051	-0,00013	-2,5E-05	-0,00031	-0,0198
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0,000448	0,00188	2,31E-05	3,48E-06	9,87E-06	5,83E-05	0,000527	-0,00063	-1,8E-05	-1,9E-05	-0,00013	-0,00126
Ποιότητα Οικοσυστήματος	Pt	-0,00031	1,63E-05	2,98E-06	5,43E-07	1,31E-06	1,62E-05	0,000112	-0,0001	-2,1E-06	-2,4E-06	-2,3E-05	-0,00033
Φυσικοί Πόροι	Pt	-0,0218	x	2,59E-06	3,27E-06	1,32E-05	5,73E-05	0,000945	-0,00437	-0,00011	-4,2E-06	-0,00015	-0,0182

Από τον Πίνακα 9-14 και το Διάγραμμα 9-16 είναι φανερό ότι η διαφορά στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις εμφανίζεται στη χρήση των καυσίμων, όπου λόγω της αυξημένης χρησιμοποίησης του RDF ως εναλλακτικού καυσίμου, οι θετικές επιπτώσεις από το υποκαταστούμενο συστατικό αυτό (Diesel-I) παρουσιάζει πολύ υψηλό συντελεστή (19,8pt) οποίος οφείλεται στην υποκατάσταση της χρήσης των φυσικών πόρων (κόκκινο χρώμα), που είναι και ο υψηλότερος από το σύνολο του Περιβαλλοντικού Σκορ σε όλα τα προς αξιολόγηση Σενάρια. Όπως έχει αναφερθεί και ανωτέρω, η αξιολόγηση του ΑΚΖ με το Sima Pro5.1 ευνοεί την ανάκτηση ενέργειας. Πα~~ά~~ραυταύτα~~α~~, δεν μπορεί να παραγνωρισθεί το γεγονός της θετικής περιβαλλοντικής συνεισφοράς του Σεναρίου 4, ~~χάρις την~~λόγω της ενεργειακής αξιοποίησης 100% του εναλλακτικού καυσίμου RDF, καθώς επίσης και της ανάκτησης των Σιδηρούχων.



Διάγραμμα 9-16: Περιβαλλοντικό σκορ για τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων για την επεξεργασία 1 kg απορριμμάτων σύμφωνα με το Σενάριο 4

Στους δείκτες αυτούς η περιβαλλοντική αξιολόγηση δεν αλλάζει, πλην όμως και πάντα συγκριτικά με το Σενάριο-1 παρατηρούμε ότι συνολικά σε κάθε μία από τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων (Ανθρώπινη Υγεία, Ποιότητα Οικοσυστήματος, Φυσικοί Πόροι), υπάρχει μειωμένη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Αυτό φαίνεται και επί του συνόλου (-0,0127pt αντί για -0,00179pt), αλλά και επιμέρους, στην Ανθρώπινη Υγεία (0,00104pt αντί για 0,00173), στην ποιότητα του Οικοσυστήματος –0,00016pt αντί για 0,000024 pt, τέλος στους Φυσικούς Πόρους (-0,0135pt αντί για –0,00354pt). Η σύγκριση αυτή αναπαριστάται και στον ακόλουθο Πίνακα 9-21 όπου παρατίθεται η σύγκριση για τις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων, μεταξύ του Σεναρίου -1 και του Σεναρίου -4, στο Περιβαλλοντικό σκορ.

Πίνακας 9-21: Σύγκριση ανάμεσα στο σενάριο-1 και στο σενάριο-4, στο περιβαλλοντικό σκορ, για τις τρεις γενικές κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο Σενάριο-1	Σύνολο Σενάριο-4
Σύνολο	Pt	-0,00179	-0,0216
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0,00173	0,000448
Ποιότητα Οικοσυστήματος	Pt	0,000024	-0,00031
Φυσικοί Πόροι	Pt	-0,00354	-0,0218

Εν κατακλείδι η υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων και η χρησιμοποίηση του συνόλου (100%) από το παραγόμενο RDF, προκαλεί πολύ θετικό αντίκτυπο στην αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της λειτουργίας του ΕΜΑΚ.

Συγκρίνοντας δε (βλ. Πίνακα 9-15) το σενάριο-1 οπού στην υφιστάμενη λειτουργία δεν έχουμε καύση, με το σενάριο-4 (χρησιμοποίηση RDF ~~Compost~~ 100%) αντιλαμβάνεται κανείς άμεσα την κρισιμότητα του να υπάρξ~~ει~~ουν ~~υποδοχές~~ αποδέκτες για το παραγόμενο κάυσιμο (μέσω της μηχανικής επεξεργασίας), διαφορετικά οι ζημίες θα είναι μεγαλύτερες από τα οφέλη (Velis et al. 2009)!

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: 12 pt, Ελληνικά (Ελλάδας)

9.2.5 Αποτελέσματα Συγκριτικής Αξιολόγησης ανάμεσα στα 5 εξεταζόμενα σενάρια.

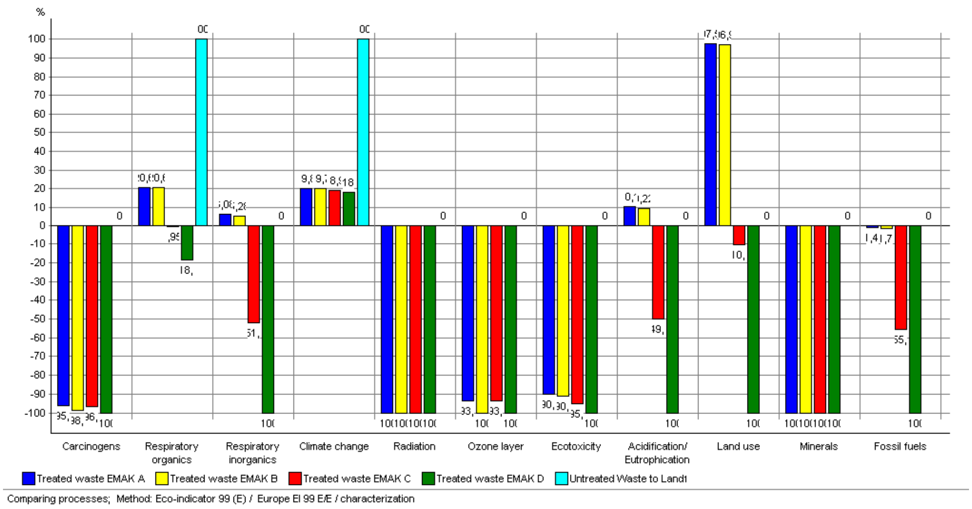
Ανωτέρω, παρουσιάστηκαν πέντε σενάρια διαχείρισης των απορριμμάτων που καταλέιγουν στο ΕΜΑΚ. Τα τέσσερα αφορούσαν ~~την λ~~τη λειτουργία του ΕΜΑΚ σε διάφορες παραλλαγές της και το πέμπτο εξέταζε την θεωρητική περίπτωση της μη λειτουργίας του εργοστασίου και την απευθείας ~~αποκομιδή~~απόθεση των απορριμμάτων στο ΧΥΤΑ. Το οποίο Σενάριο 0 όπως προαναφέρθηκε, δεν αξιολογείται χωριστά, αλλά σε σύγκριση με το σενάριο της Υφιστάμενης Λειτουργίας.

Ακολούθως έγινε μία συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των Σεναρίων αυτών, μέσω του SimaPro5.1 για την απευθείας σύγκριση των επιπτώσεων, που προκαλούνται από τη λειτουργία του ΕΜΑΚ, με το καθένα από αυτά.

9.2.5.1 Χαρακτηρισμός της σύγκρισης των 5 Σεναρίων

Η σύγκριση ανά κατηγορία επιπτώσεων θα βοηθήσει να ~~φανεί~~ φανούν πιο ξεκάθαρα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, που υπάρχουν συγκριτικά για τα εφαρμοζόμενα σενάρια. Να σημειωθεί ότι επειδή όπως προαναφέρθηκε το μηδενικό σενάριο (της απ' ευθείας απόθεσης στο ΧΥΤΑ) χρησιμοποιήθηκε μόνο για λόγους σύγκρισης, δεν έχουν ληφθεί υπόψη περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, που προκύπτουν από τα διασταλάγματα ή τη χρήση γης. Συνεπώς οι επιπτώσεις του φαίνονται μόνο σε δύο κατηγορίες.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν η συνεισφορά της λειτουργίας ~~βάση~~βάσει του σενάριου-1 αποτυπώνεται με το μπλε χρώμα, η συνεισφορά της λειτουργίας ~~βάση~~βάσει του σενάριου-2 αποτυπώνεται με το κίτρινο χρώμα, η συνεισφορά της λειτουργίας ~~βάση~~βάσει του σενάριου-3 αποτυπώνεται με το κόκκινο χρώμα, αυτή ~~βάση~~βάσει του σενάριου-4 με το πράσινο χρώμα και τέλος το μηδενικό (σενάριο-0) αποτυπώνεται με το γαλάζιο χρώμα.



Διάγραμμα 9-17: Χαρακτηρισμός της Σύγκρισης των 5 Σεναρίων ανά κατηγορία επίπτωσης

Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 9-17 και τον Πίνακα 9-22, τα σενάρια 1 και 2 λειτουργίας του ΕΜΑΚ συμβάλουν στις κατηγορίες επιπτώσεων των εισπνεύσιμων οργανικών και ανόργανων, συμβάλουν στην κλιματική αλλαγή, στην οξίνιση/ευτροφισμό καθώς και στην χρήση γης. Στην κλιματική αλλαγή σε μικρότερο ποσοστό συμβάλουν και τα σενάρια λειτουργίας 3 και 4.

Πίνακας 9-22: Χαρακτηρισμός Πίνακας της Σύγκρισης των 5 Σεναρίων ανά κατηγορία επίπτωσης

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Treated waste EMAK A	Treated waste EMAK B	Treated waste EMAK C	Treated waste EMAK D	Untreated waste to landfil

Καρκινογένεση	DALY	-9,1E-09	-9,3E-09	-9,1E-09	-9,5E-09	x
Εσπνεύσιμα Οργανικά	DALY	2,76E-10	2,76E-10	-1,3E-11	-2,5E-10	1,34E-09
Εσπνεύσιμα Ανόργανα	DALY	3,22E-09	2,79E-09	-2,7E-08	-5,3E-08	x
Κλιματική Αλλαγή	DALY	9,46E-08	9,42E-08	9E-08	8,57E-08	4,77E-07
Ακτινοβολία	DALY	-4,9E-11	-4,9E-11	-4,9E-11	-4,9E-11	x
Στρώμα του Όζοντος	DALY	-7,8E-14	-8,3E-14	-7,8E-14	-8,3E-14	x
Οικοτοξικότητα	PAF*m2yr	-0,00359	-0,00362	-0,00379	-0,00399	x
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	PDF*m2yr	0,000241	0,00022	-0,00119	-0,00239	x
Χρήση Γης	PDF*m2yr	0,000364	0,000361	-0,00004	-0,00037	x
Ορυκτά	MJ surplus	-0,0976	-0,0976	-0,0976	-0,0976	x
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,00788	-0,00988	-0,305	-0,551	x

Από την άλλη τα σενάρια 3 και 4, παρουσιάζουν θετική επίπτωση όσο αφορά τους εσπνεύσιμους οργανικούς και ανόργανους ρύπους καθώς και στην εμφάνιση οξίνισης και ευτροφισμού. Το θετικό αυτό αποτέλεσμα οφείλεται στο γεγονός ότι στο σύστημα που μελετήθηκε και μοντελοποιήθηκε *δεν λήφθηκαν υπόψη οι αέριοι ρύποι που προκύπτουν από την επεξεργασία των απορριμμάτων στο ΕΜΑΚ, λόγω έλλειψης στοιχείων*. Τέλος δεν εμφανίζεται καθόλου χρήση ραδιενέργειας καθώς το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδος δεν έχει συνεισφορά από την πυρηνική ενέργεια.

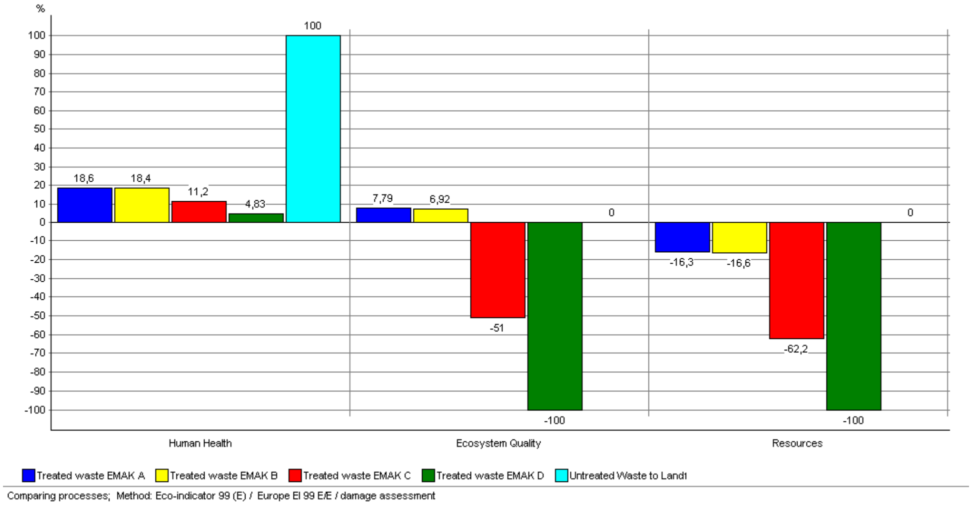
Χαρακτηριστική είναι η μεγάλη αρνητική επίπτωση της απευθείας απόθεσης στο ΧΥΤΑ (μηδενικό σενάριο), στην κατηγορία των εισπνεύσιμων οργανικών και της κλιματικής αλλαγής. Αυτό οφείλεται στις εκπομπές CH4, που έχουν ληφθεί υπόψη σ~~την λ~~τη λειτουργία του ΧΥΤΑ. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει καθόλου επίπτωση του μηδενικού Σεναρίου σε κατηγορίες, που ήταν αναμενόμενο όπως π.χ. της χρήσης γης, αυτό οφείλεται στο ότι οι επιπτώσεις του συγκεκριμένου Σεναρίου έχουν ληφθεί μόνο για σκοπούς σύγκρισης και όχι όλες οι πραγματικές επιπτώσεις.

Θετική επίπτωση παρουσιάζουν, περίπου στην ίδια κλίμακα και τα τέσσερα σενάρια (1,2,3,4) στην καρκινογέννεση, σ~~την δ~~τη δημιουργία ακτινοβολίας, στο στρώμα του όζοντος, την οικοτοξικότητα και στους φυσικούς πόρους. Πολύ μεγάλη διαφορά στις θετικές επιπτώσεις των ορυκτών καυσίμων παρουσιάζει το σενάριο 4 (ιδανικό), σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα, κάτι που ήταν αναμενόμενο εφόσον η υποκατάσταση των καυσίμων από το εναλλακτικό RDF έχει πολύ μεγάλη βαρύτητα.

9.2.5.2 Εκτίμηση Επιπτώσεων της σύγκρισης των 5 Σεναρίων

Στον Πίνακα 9-23 και στο Διάγραμμα 9-18 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των έντεκα κατηγοριών επιπτώσεων που κατηγοριοποιούνται, εκ νέου, σε τρεις μεγαλύτερες κατηγορίες, όπως αναφέραμε και προηγουμένως. Έτσι, φαίνεται ότι στην κατηγορία της ανθρώπινης υγείας, ο κύκλος ζωής του μηδενικού Σεναρίου (απευθείας απόθεση στο

ΧΥΤΑ) συμβάλλει κατά πολύ μεγαλύτερο ποσοστό απ' ότι ο κύκλος της επεξεργασίας με κάποιο από τα τέσσερα άλλα σενάρια.



Διάγραμμα 9-18: Αποτελέσματα Εκτίμησης Επιπτώσεων συνολικά για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων σύμφωνα με τα πέντε προς εξέταση σενάρια.

Όπως είναι εμφανές, το Σενάριο-1 (υφιστάμενη λειτουργία) και το Σενάριο -2 (Σ-1+αξιοποίηση 55% Compost) συμβάλλουν περισσότερο στις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από το σενάριο 3 και 4 (ιδανικό). Αρνητική είναι η επίπτωση των δύο πρώτων Σεναρίων λειτουργίας και στην ποιότητα του οικοσυστήματος, όπου αντιθέτως οι επιπτώσεις του Σεναρίου-3 είναι θετικές (-51pt) έως οι πολύ θετικές του Σεναρίου -4 (-100pt). Από το σενάριο-4 επηρεάζονται περισσότερο οι πόροι.

Πίνακας 9-23: Αποτελέσματα Εκτίμησης Επιπτώσεων συνολικά για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων σύμφωνα με τα προς εξέταση σενάρια 0, 1, 2, 3, 4.

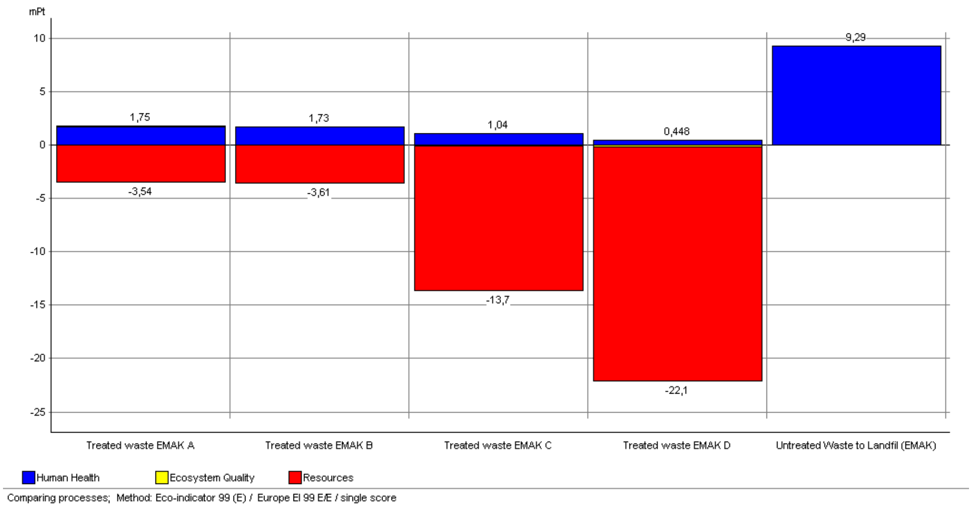
Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Treated waste EMAK A	Treated waste EMAK B	Treated waste EMAK C	Treated waste EMAK D	Untreated waste to landfil
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	8,9E-08	8,79E-08	5,34E-08	2,31E-08	4,79E-07
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	0,000246	0,000219	-0,00161	-0,00316	x
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,105	-0,107	-0,403	-0,648	x

Αναλυτικότερα, όσον αφορά τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία παρατηρούμε ότι είναι ασήμαντες συγκρινόμενες με αυτές που προκαλούνται από την Απόθεση στο ΧΥΤΑ

(Σενάριο-0). Όσον αφορά τις επιπτώσεις ~~στην ~~στη χρήση των πόρων, παρατηρούμε μια αύξηση στη συμμετοχή του Σεναρίου-4, αλλά και γενικότερα και τα άλλα τρία σενάρια έχουν θετική επίπτωση, αν και σε μικρότερο βαθμό συγκριτικά με το ιδανικό σενάριο (Σεν-4).

9.2.5.3 Περιβαλλοντικό Σκορ της σύγκρισης των 5 Σεναρίων

Στο Διάγραμμα 9-19 και στον Πίνακα 9-24 παρουσιάζονται τα περιβαλλοντικά σκορ που προκύπτουν αθροιστικά τόσο από ~~την δ~~τη διαδικασία επεξεργασίας 1kg σύμμεικτων απορριμμάτων (Σενάρια 1, 2, 3, 4) όσο και από την απόθεση τους στο ΧΥΤΑ, σε σχέση με τις τρεις μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων (πόρους, οικοσύστημα, ανθρώπινη υγεία). Με κόκκινο χρώμα παρουσιάζεται το περιβαλλοντικό σκορ από τις επιπτώσεις στους πόρους, με μπλε χρώμα παρουσιάζεται το περιβαλλοντικό σκορ από τις επιπτώσεις στην Ανθρώπινη υγεία και με κίτρινο χρώμα παρουσιάζεται το περιβαλλοντικό σκορ από τις επιπτώσεις στην ποιότητα του οικοσυστήματος από την εφαρμογή των προς αξιολόγηση Σεναρίων.



Διάγραμμα 9-19: Περιβαλλοντικό Σκορ για τις τρεις κατηγορίες επιπτώσεων από την εφαρμογή των πέντε Σεναρίων

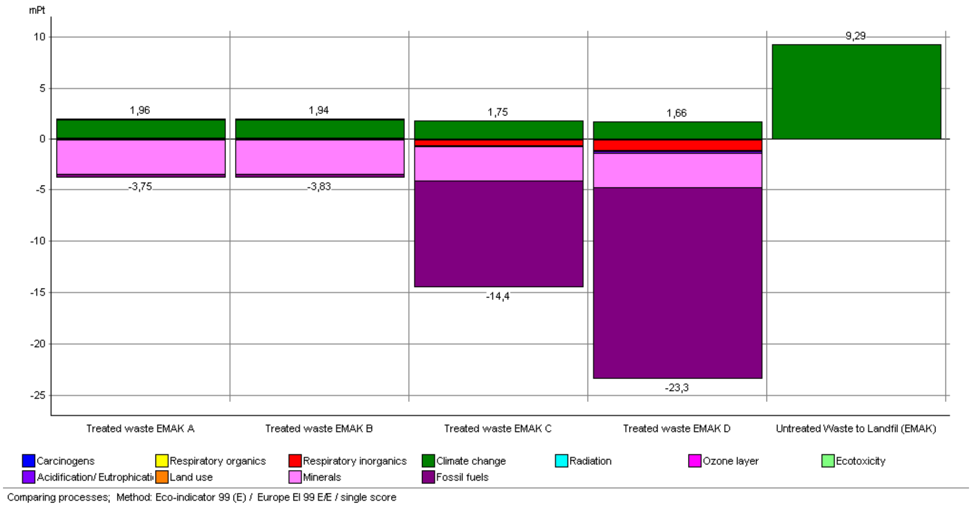
Όπως είναι εμφανές οι μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (9,29pt) τις προκαλεί το σενάριο-0 (απόθεση στο ΧΥΤΑ) ενώ ~~την μ~~τη μικρότερη επίπτωση στην ίδια κατηγορία υπάρχει από το σενάριο λειτουργίας 4 (0,448pt). Από την άλλη το 4ο σενάριο λειτουργίας είναι αυτό με τις περισσότερες θετικές επιπτώσεις στους πόρους (-22,1pt), κάτι που αναμενόταν άλλωστε, αφού τα ποσοστά χρησιμοποίησης του παραγόμενου RDF και συνεπώς τα ποσοστά υποκατάστασης των ορυκτών καυσίμων είναι τα υψηλότερα (100%) από όλα τα εφαρμοζόμενα σενάρια. Τέλος δεν φαίνεται να επιδρά σημαντικά κανένα από τα υπό εξέταση σενάρια στην ποιότητα του οικοσυστήματος.

Πίνακας 9-24: Αθροιστικό Περιβαλλοντικό Σκορ για τις τρεις κατηγορίες επιπτώσεων από την εφαρμογή των πέντε Σεναρίων

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Treated waste EMAK A	Treated waste EMAK B	Treated waste EMAK C	Treated waste EMAK D	Untreated waste to landfil
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	-0,00179	-0,00188	-0,0127	-0,0216	0,00929
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	0,00173	0,00171	0,00104	0,000448	0,00929
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	0,000024	2,13E-05	-0,00016	-0,00031	x

Πολύ θετική είναι και η επίπτωση που υπάρχει από το Σενάριο-3 στους πόρους, αποτέλεσμα το οποίο ερμηνεύεται από το μεγάλο ποσοστό προς καύση του παραγόμενου RDF.

Εν κατακλείδι το ιδανικό σενάριο είναι αυτό που παρέχει τις περισσότερες θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, γεγονός που μας κάνει να αναρωτηθούμε για το κατά πόσο έχουν δίκιο αυτοί που αρνούνται την καύση του παραγόμενου RDF και την υποκατάσταση από αυτό των χρησιμοποιούμενων ορυκτών καυσίμων, επικαλούμενοι τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που αυτό θα επιφέρει.



Διάγραμμα 9-20: Αθροιστικό Περιβαλλοντικό Σκορ για τις κατηγορίες επιπτώσεων από την εφαρμογή των πέντε Σεναρίων

Πίνακας 9-25: Πίνακας με το αθροιστικό Περιβαλλοντικό Σκορ για τις κατηγορίες επιπτώσεων από την εφαρμογή των πέντε Σεναρίων

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Treated waste EMAK A	Treated waste EMAK B	Treated waste EMAK C	Treated waste EMAK D	Untreated waste to landfil
Καρκινογένεση	Pt	-0,00179	-0,00188	-0,0127	-0,0216	0,00929
Εσπνεύσιμα Οργανικά	Pt	-0,00018	-0,00018	-0,00018	-0,00018	x
Εσπνεύσιμα Ανόργανα	Pt	5,35E-06	5,35E-06	-2,5E-07	-4,8E-06	0,000026
Κλιματική Αλλαγή	Pt	6,24E-05	5,42E-05	-0,00053	-0,00103	x
Ακτινοβολία	Pt	0,00184	0,00183	0,00175	0,00166	0,00926
Στρώμα του Όζοντος	Pt	-9,4E-07	-9,4E-07	-9,4E-07	-9,4E-07	x
Οικοτοξικότητα	Pt	-1,5E-09	-1,6E-09	-1,5E-09	-1,6E-09	x
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	Pt	-3,5E-05	-3,5E-05	-3,7E-05	-3,9E-05	x
Χρήση Γης	Pt	2,35E-05	2,14E-05	-0,00012	-0,00023	x
Ορυκτά	Pt	3,55E-05	3,52E-05	-3,9E-06	-3,6E-05	x
Φυσικοί Πόροι	Pt	-0,00328	-0,00328	-0,00328	-0,00328	x

Από το Διάγραμμα 0-20 και τον Πίνακα 0-25 εμφανίζεται αναλυτικά αυτό που αναφέρθηκε και ανωτέρω ότι δηλαδή η θετική επίπτωση του Σεναρίου 4 οφείλεται κατά κύριο λόγ~~ω~~ο στην υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων κατά πρώτο λόγο και στην υποκατάσταση των πόρων (σιδηρούχα Al, Fe) κατά δεύτερο. Επίσης θετική επίπτωση έχουν τα σενάρια 3 και 4 στα εισπνεύσιμα ανόργανα.

9.2.6 Αποτελέσματα σύγκρισης Μηδενικού Σεναρίου (0) με Σενάριο υφιστάμενης λειτουργίας (1ο)

Το καίριο ερώτημα που τέθηκε ήταν αυτό του να μετρηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που θα υπήρχαν εάν τα απορρίμματα, που στέλνονται για επεξεργασία στο ΕΜΑΚ, αντ' αυτού πήγαιναν ανεπεξέργαστα απευθείας προς υγειονομική ταφή στον παρακείμενο ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων –**δηλαδή τα ίδια ποσοτικά και ποιοτικά απορρίμματα να μην εκτρέπονται προς επεξεργασία, αλλά να οδηγούνται απευθείας στον παρακείμενο Χώρο Υγειονομικής Ταφής. Αυτό ουσιαστικά σημαίνει τη σύγκριση των αποτελεσμάτων του Σεναρίου-0 με αυτά του Σεναρίου-1**.

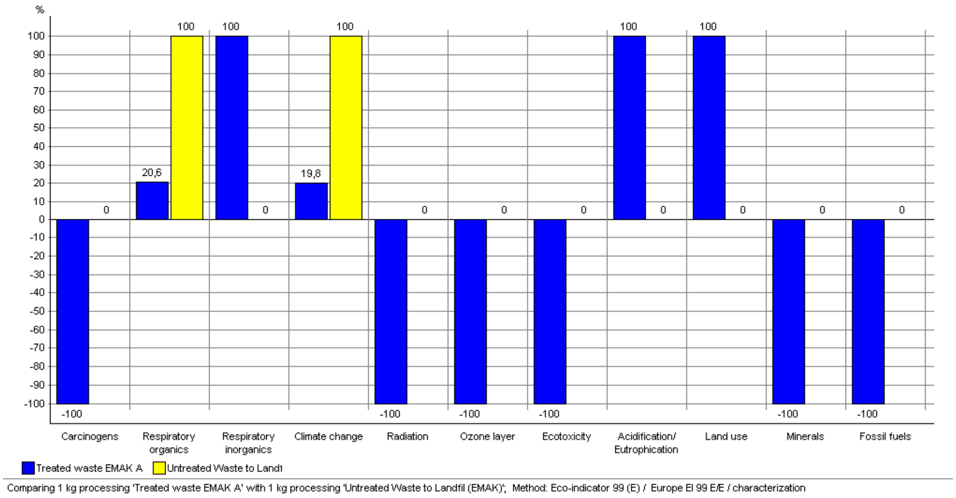
Το ερέθισμα δόθηκε ώστε να αξιολογηθεί και να μετρηθεί το τι πραγματικά προσφέρει (εάν προσφέρει), κατά κύριο λόγο στη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (κλιματική αλλαγή, φαινόμενο του Θερμοκηπίου, ποιότητα του οικοσυστήματος), την ανθρώπινη υγεία (Ανθρώπινη τοξικότητα) και την κατανάλωση των Φυσικών Ορυκτών Πόρων (μείωση αβιοτικών πόρων), η λειτουργία του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης & Κομποστοποίησης-ΕΜΑΚ Λιοσίων.

Η περίπτωση αυτή συγκρίνει και αξιολογεί την θεωρητική περίπτωση όπου, αντί της λειτουργίας του ΕΜΑΚ και να γίνεται η επεξεργασία των συμμείκτων απορριμμάτων, γίνονταν απευθείας ολική ταφή της ίδιας ποσότητας απορριμμάτων στον παρακείμενο ΧΥΤΑ Φυλής. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι το περιβαλλοντικό όφελος, που υπάρχει από τη χρήση του compost έχει υπολογισθεί μόνο η υποκατάσταση της χρήσης N και P (ως εδαφοβελτιωτικών) χωρίς να ληφθούν υπόψη οι θετικές επιπτώσεις, που προκύπτουν από τον εμπλουτισμό του εδάφους σε οργανική ύλη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν υπάρχει κοινά αποδεκτή μεθοδολογία για τον υπολογισμό των ανωτέρω ωφελειών.

9.2.6.1 Χαρακτηρισμός της σύγκρισης των Σεναρίων 0 & 1

Ο Χαρακτηρισμός της σύγκριση ανά κατηγορία επιπτώσεων θα βοηθήσει να φαν~~εί~~ούν πιο ξεκάθαρα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, που υπάρχουν συγκριτικά για τα εφαρμοζόμενα σενάρια. Να σημειωθεί ότι επειδή όπως προαναφέρθηκε το μηδενικό σενάριο (της απ' ευθείας απόθεσης στο ΧΥΤΑ) χρησιμοποιήθηκε μόνο για λόγους σύγκρισης, δεν έχουν ληφθεί υπόψη περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, που προκύπτουν από τα διασταλάγματα ή τη χρήση γης. Συνεπώς οι επιπτώσεις του φαίνονται μόνο σε δύο κατηγορίες.

Στα διάγράμματα που ακολουθούν η συνεισφορά της λειτουργίας ~~βάση~~βάσει του Σενάριου-1 αποτυπώνεται με το μπλε χρώμα, η συνεισφορά της λειτουργίας ~~βάση~~βάσει του σενάριου-0 αποτυπώνεται με το κίτρινο χρώμα.



Διάγραμμα 9-21: Χαρακτηρισμός ανά κατηγορία επιπτώσεων για ~~την λ~~τη λειτουργία του ΕΜΑΚ, της Σύγκρισης ανάμεσα στο σενάριο 0 (απόθεση στο ΧΥΤΑ) και στο σενάριο 1 (Υφιστάμενη λειτουργία)

Από το Διάγραμμα 9-21 που ήδη αναφέρθηκε, φαίνεται ότι η λειτουργία του ΕΜΑΚ για την επεξεργασία 1kg σύμμεικτων απορριμμάτων σύμφωνα με το Σενάριο-1 είναι υπεύθυνη για: την αλλαγή χρήση γης, την εμφάνιση ευτροφισμού και οξίνισης και όπως φαίνεται στον Πίνακα 9-26 και στο Διάγραμμα 9-21, στη λειτουργία ~~βάση~~βάσει του Σεναρίου-1 αποδίδεται η εμφάνιση ανόργανων κατά κύριο λόγο αλλά και οργανικών, κατά δεύτερο, ~~λόγο~~ ρύπων.

Από την άλλη η απόθεση 1kg απορριμμάτων στον παρακείμενο ΧΥΤΑ φαίνεται να συμβάλλει περισσότερο, από ~~την λ~~τη λειτουργία ~~βάση~~βάσει του Σεναρίου-1, στην εμφάνιση οργανικών ρύπων αλλά και στην κλιματική αλλαγή.

Πίνακας 9-26: Συγκριτικός Πίνακας στις 11 κατηγορίες επιπτώσεων, μεταξύ της Υφιστάμενης κατάστασης (σενάριο-1) και της ~~αποκομιδή~~απόθεσης απευθείας στο ΧΥΤΑ (Σενάριο-0)

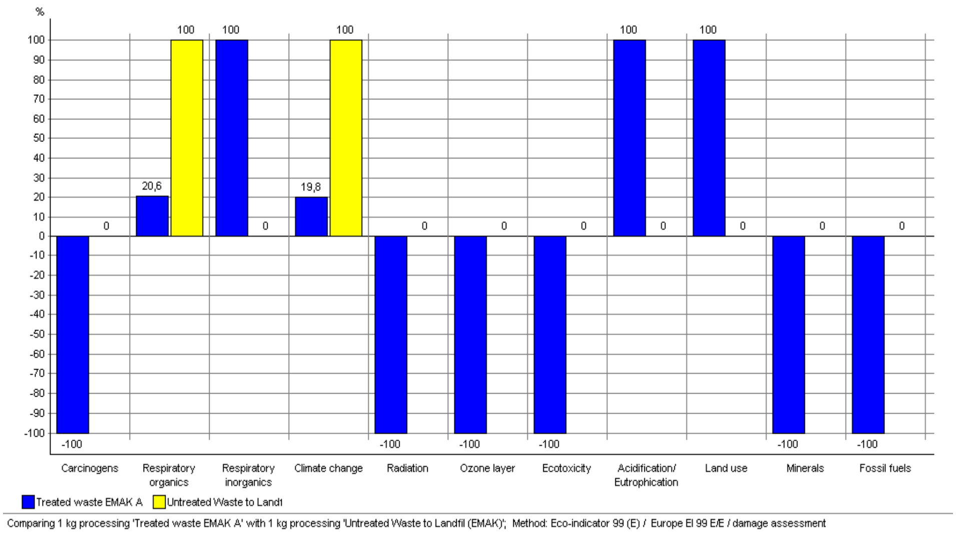
Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Treated waste EMAK A	Untreated Waste to Landfil (EMAK)
Καρκινογένεση	DALY	-9,1E-09	x
Εσπνεύσιμα Οργανικά	DALY	2,76E-10	1,34E-09
Εσπνεύσιμα Ανόργανα	DALY	3,22E-09	x
Κλιματική Αλλαγή	DALY	9,46E-08	4,77E-07
Ακτινοβολία	DALY	-4,9E-11	x
Στρώμα του Όζοντος	DALY	-7,8E-14	x
Οικοτοξικότητα	PAF*m2yr	-0,00359	x
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	PDF*m2yr	0,000241	x
Χρήση Γης	PDF*m2yr	0,000364	x
Ορυκτά	MJ surplus	-0,0976	x

Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,00788	x

Αντιθέτως η λειτουργία ~~βάση~~βάσει του Σεναρίου-1, φαίνεται ότι επιδρά βελτιωτικά στη μείωση της καρκινογένεσης, στη μείωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων, σ~~την μ~~τη μείωση της κατανάλωσης των ορυκτών πόρων, στην αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος λόγω ακτινοβολίας και τέλος στη μείωση του στρώματος του όζοντος. Το θετικό αυτό αποτέλεσμα οφείλεται στο γεγονός ότι στο σύστημα που μελετήθηκε και μοντελοποιήθηκε δεν λήφθηκαν υπόψη τα γενικότερα προβλήματα που παρουσιάζονται με τη χρήση της Υγειονομικής ταφής, αρά αυτό το ενδεχόμενο αντιμετωπίσθηκε μόνο ως εναλλακτική της μη ύπαρξης και λειτουργίας του ΕΜΑΚ. Τέλος δεν εμφανίζεται καθόλου χρήση ραδιενέργειας καθώς το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδος δεν έχει συνεισφορά από την πυρηνική ενέργεια.

9.2.6.2 Εκτίμηση Επιπτώσεων της σύγκρισης των Σεναρίων 0 & 1

Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι και στην εκτίμηση επιπτώσεων παρουσιάζεται η λειτουργία του ΕΜΑΚ να προκαλεί προβλήματα στη χρήση γης, ενώ η ύπαρξη του ΧΥΤΑ να μην την επηρεάζει. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, που αναφέρθηκε και παραπάνω, ότι δηλαδή η ύπαρξη του ΧΥΤΑ στη συγκριτική μελέτη είναι μόνο ενδεικτική και ότι δεν έχει γίνει εισαγωγή δεδομένων τέτοιων που να εξετάζεται η πραγματική λειτουργία του, παρά μονάχα σαν εναλλακτική του που θα πάνε τα απορρίμματα εάν δεν επεξεργασθούν στο ΕΜΑΚ.



Διάγραμμα 9-22: Σύγκριση Εκτίμησης Επιπτώσεων, ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, ανάμεσα στα σενάρια 0 & 1

Αντιθέτως η λειτουργία του ΕΜΑΚ για την επεξεργασία των σύμμεικτων απορριμμάτων δεν φαίνεται να συμβάλλει συγκριτικά στην κλιματική αλλαγή και αυτό λόγω του ότι, κατά την επεξεργασία των απορριμμάτων, δεν παράγονται αέρια όπως διοξείδιο του άνθρακα. Επίσης η λειτουργία του ΕΜΑΚ δεν φαίνεται να έχει συμβολή σ~~την μ~~τη μείωση του στρώματος του όζοντος λόγω των CFC, ούτε στην εμφάνιση οικοτοξικότητας, γεγονός το οποίο προκύπτει από την χρήση εναλλακτικών εδαφοβελτιωτικών, όπως το compost, αντί λιπασμάτων~~, εντομοκτόνων, ζιζανιοκτόνων~~. Τέλος και στα ορυκτά καύσιμα και στους λοιπούς ορυκτούς πόρους έχει θετικό αντίκτυπο. Αυτό οφείλεται στην παραγωγή του εναλλακτικού καυσίμου RDF, αντί των συμβατικών πετρελαίου, λιγνίτη, κλπ. Τα αποτελέσματα όλων των κατηγοριών επιπτώσεων του Διάγραμματος 9-22 αθροίζονται περαιτέρω και δημιουργούνται έτσι τρεις νέες μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων:

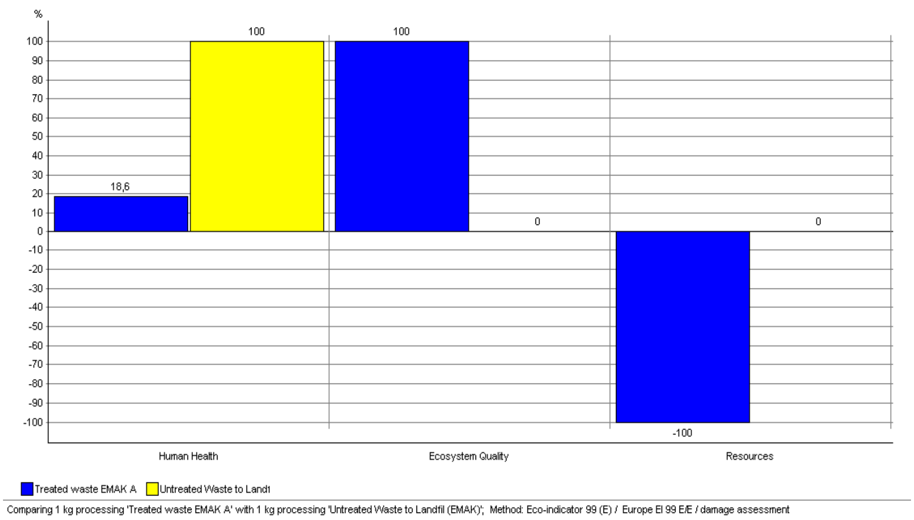
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην χρήση των πόρων,
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία και
- οι επιπτώσεις που προκαλούνται στο οικοσύστημα.

Πιο συγκεκριμένα, η καρκινογένεση, η κλιματική αλλαγή, η μείωση του στρώματος του στρατοσφαιρικού όζοντος, οι οργανικοί και ανόργανοι ρύποι, και η ραδιενέργεια, αθροίζονται μεταξύ τους και αποτελούν μια μεγάλη κατηγορία που ονομάζεται επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Οι επιπτώσεις στη χρήση γης, η οικοτοξικότητα και ο ευτροφισμός / οξύνιση αποτελούν ~~την δ~~τη δεύτερη μεγάλη κατηγορία επιπτώσεων που είναι οι επιπτώσεις στην ποιότητα του οικοσυστήματος. Τέλος η εξάντληση των ορυκτών πόρων και των ορυκτών καυσίμων συναθροίζονται την τρίτη μεγάλη κατηγορία επιπτώσεων, αυτή των επιπτώσεων στους φυσικούς πόρους. Από τον Πίνακα 9-29 και Διάγραμμα 9-23, φαίνεται ότι η επεξεργασία σύμμεικτων απορριμμάτων, σύμφωνα με το Σενάριο-1, συμβάλλει αρνητικά, και στην ανθρώπινη υγεία, σε μικρότερο βαθμό αλλά κατά πολύ περισσότερο στην ποιότητα του Οικοσυστήματος.

Πίνακας 9-27: Αποτελέσματα σύγκρισης εκτίμησης επιπτώσεων, στις τρεις γενικές κατηγορίες επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων, ανάμεσα στα σενάρια 0 & 1

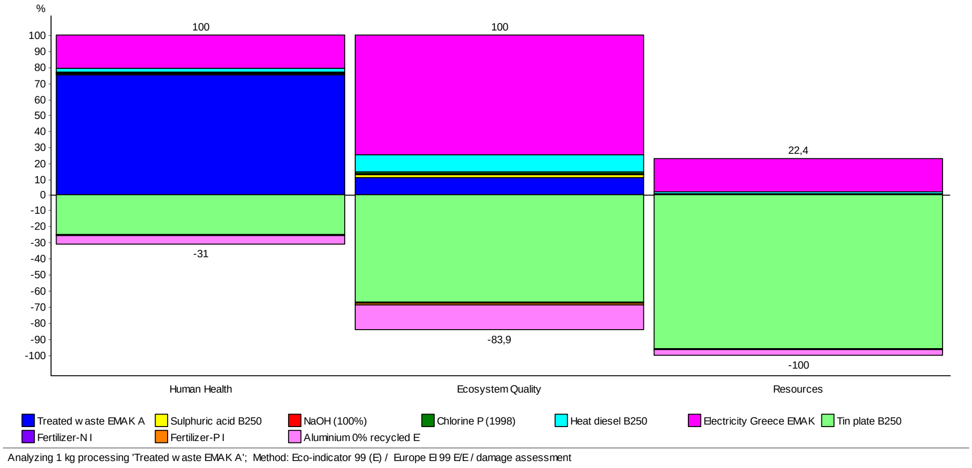
Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Treated waste EMAK A	Untreated Waste to Landfil (EMAK)
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	8,9E-08	4,79E-07
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	0,000246	x
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,105	x

Χρησιμοποιώντας το Λογισμικό SimaPro5.1 γίνεται πρώτα μία πρώτη προσέγγιση στις τρεις βασικές/γενικές κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων: 1. Ανθρώπινη Υγεία (Ανθρώπινη Υγεία), 2. Ποιότητα Οικοσυστήματος (Ποιότητα Οικοσυστήματος), 3. Φυσικοί Πόροι (Φυσικοί Πόροι). Όπως φαίνεται και στο ακόλουθο Διάγραμμα 9-23 (εκτίμηση επιπτώσεων/damage assessment), οι επιπτώσεις που υπάρχουν στην ανθρώπινη υγεία, με την επεξεργασία των σύμμεικτων αποβλήτων στο ΕΜΑΚ, είναι πολύ χαμηλότερες από αυτές που έχουμε στην περίπτωση, που αυτά τα ίδια απορρίμματα έπεφταν ανεπεξέργαστα στον παρακείμενο Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων στη Φυλή. Όσον αφορά την ποιότητα του Οικοσυστήματος φαίνεται ότι η επεξεργασία των απορριμμάτων που γίνεται στο ΕΜΑΚ, δεν επηρεάζει θετικά το οικοσύστημα σε αντίθεση με τους Φυσικούς πόρους όπου, όπως φαίνεται η λειτουργία του ΕΜΑΚ και η παραγωγή εναλλακτικών καυσίμων (όπως το RDF αλλά και η ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση πρώτων υλών, όπως τα σιδηρούχα (Fe, Al), συμβάλει θετικά στο περιβαλλοντικό ισοζύγιο των φυσικών πόρων, σε σύγκριση με την Υγειονομική Ταφή.



Διάγραμμα 9-23: Συγκριτική Εκτίμηση Επιπτώσεων στις τρεις Γενικές κατηγορίες αξιολόγησης του Λογισμικού SimaPro5.1, ανάμεσα στο σενάριο 0 & 1.

Ακολούθως στο Διάγραμμα 9-24, παρουσιάζεται η Εκτίμηση Επιπτώσεων στις τρεις Γενικές Κατηγορίες και ταυτόχρονα η βαρύτητα από τις πηγές επιβάρυνσης (Επεξεργασμένα απορρίμματα, θειικό οξύ, NaOH, Χλώριο, Πετρέλαιο, Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας, Σίδηρος, Λίπασμα N, Λίπασμα P, Αλουμίνιο) σε κάθε μία γενική κατηγορία.



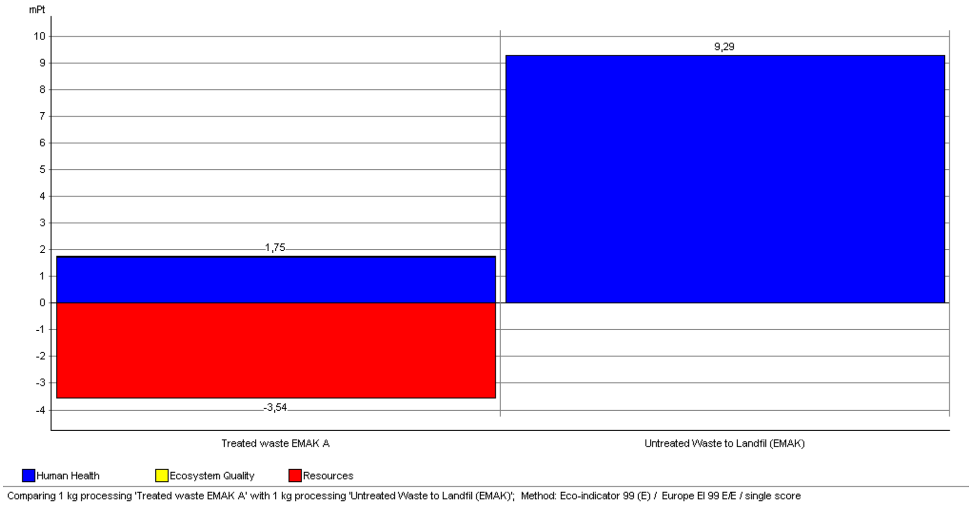
Διάγραμμα 9-24: Εκτίμηση Επιπτώσεων στις τρεις Γενικές κατηγορίες αξιολόγησης του Λογισμικού SimaPro5.1, και επιβαρυντικοί παράγοντες, σύμφωνα με το Σενάριο-0

Πιο συγκεκριμένα είναι εμφανής η θετική επίπτωση που υπάρχει στην ανθρώπινη υγεία από την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση κατά κύριο λόγω των σιδηρούχων, του σιδήρου και του αλουμινίου. Ενώ η κύρια επιβάρυνση οφείλεται στην παραγωγή της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.

Από τη συγκριτική εξέταση των Σεναρίων αυτών προκύπτει ότι, τουλάχιστον όσον αφορά τους φυσικούς πόρους με τη λειτουργία του ΕΜΑΚ υπάρχουν θετικές επιπτώσεις για το περιβάλλον, σε σύγκριση με την απόθεση χωρίς επεξεργασία στον παρακείμενο ΧΥΤΑ.

9.2.6.3 Περιβαλλοντικό Σκορ της σύγκρισης των Σεναρίων 0 & 1

Στο Διάγραμμα 9-25 και στον Πίνακα 9-24 παρουσιάζονται τα περιβαλλοντικά σκορ που προκύπτουν αθροιστικά τόσο από ~~την δ~~τη διαδικασία επεξεργασίας 1kg σύμμεικτων απορριμμάτων (Σενάριο-1) όσο και από την απόθεση τους στο ΧΥΤΑ, σε σχέση με τις τρεις μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων (πόρους, οικοσύστημα, ανθρώπινη υγεία). Με κόκκινο χρώμα παρουσιάζεται το περιβαλλοντικό σκορ από τις επιπτώσεις στους πόρους, με μπλε χρώμα παρουσιάζεται το περιβαλλοντικό σκορ από τις επιπτώσεις στην Ανθρώπινη υγεία και με κίτρινο χρώμα παρουσιάζεται το περιβαλλοντικό σκορ από τις επιπτώσεις στην ποιότητα του οικοσυστήματος από την εφαρμογή των προς αξιολόγηση Σεναρίων.



Διάγραμμα 9-25: Περιβαλλοντικό Σκορ για τις τρεις κατηγορίες επιπτώσεων από την εφαρμογή των Σεναρίων 0 & 1

Πίνακας 9-28: Σύγκριση Περιβαλλοντικού Σκορ για τις τρεις κατηγορίες επιπτώσεων από την εφαρμογή των Σεναρίων 0 & 1

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Untreated waste to Lanfil
Σύνολο	Pt	-0,00179	0,00929	Pt
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0,00173	0,00929	Pt
Ποιότητα Οικοσυστήματος	Pt	0,000024	x	Pt
Φυσικοί Πόροι	Pt	-0,00354	x	Pt

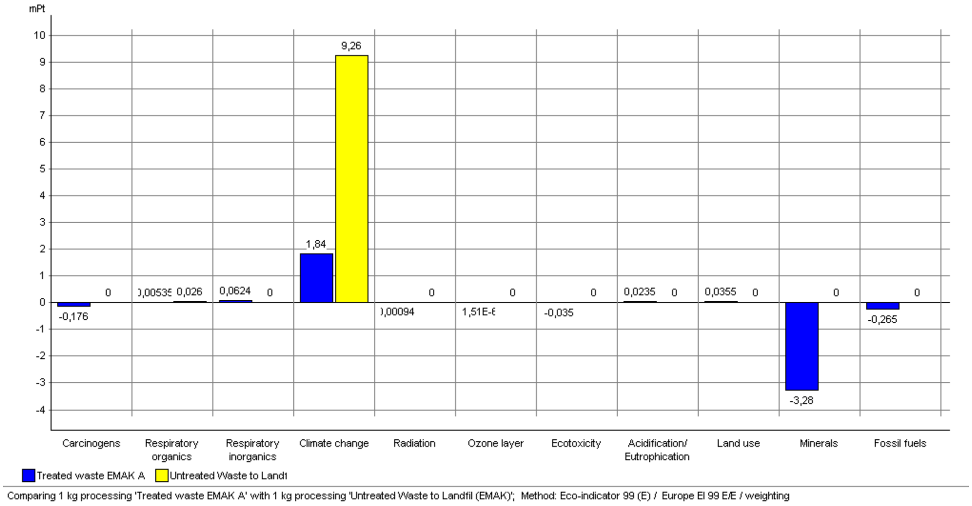
Και από αυτή την αξιολόγηση προκύπτει ότι ~~την~~ μτη μεγαλύτερη επίπτωση στην ανθρώπινη υγεία την προκαλεί η απόθεση των σύμμεικτων απορριμμάτων στο ΧΥΤΑ, πάντα συγκριτικά με την επεξεργασία τους σύμφωνα με το σενάριο-1 λειτουργίας του ΕΜΑΚ. Επίσης φαίνεται ότι οι θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον οφείλονται στους φυσικούς πόρους (προφανώς λόγω των υποκαταστάσεων των λιπασμάτων με το εδαφοβελτιωτικό Compost, καθώς και την ανάκτηση και ανακύκλωση των σιδηρούχων).

9.2.6.4 Συνολικό Περιβαλλοντικό Σκορ (Weighting) της σύγκρισης των Σεναρίων 0 & 1

Έχοντας συμβολίσει τη συνεισφορά της λειτουργίας του ΕΜΑΚ με μπλέ χρώμα και τη συνεισφορά της απόθεσης των απορριμμάτων στο Χώρο Υγειονομικής Ταφής με κίτρινο, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 9-33 και Διάγραμμα 9-27, φαίνεται ότι το μεγαλύτερο συνολικό περιβαλλοντικό σκορ το έχει η χρήση των ορυκτών καυσίμων (24,2pt), ακολουθούμενη από την οικοτοξικότητα (χρήση εντομοκτόνων και βαρέων μετάλλων, Pb, Cd) με 5,33pt, ενώ η καρκινογένεση (PAH, βαρέα μέταλλα), η κλιματική αλλαγή (αέρια θερμοκηπίου CO2, CFC) και η χρήση γης βρίσκονται αμέσως μετά με 3,42pt, 2,77pt, και 2,15pt αντίστοιχα. Η εισπνοή ανόργανων ρύπων έχει θετικό περιβαλλοντικό σκορ 5,06pt. Επίσης, τόσο ο ευτροφισμός/οξίνιση έχουν θετικό σκορ (4,64pt) όσο και η εισπνοή οργανικών ρύπων (0,0297pt) .

Πίνακας 9-29: Συγκριτικά αποτελέσματα συνολικού περιβαλλοντικού σκορ ανά κατηγορία επιπτώσεων για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Untreated waste to Lanfil
Καρκινογένεση	DALY	-0,176	-0,176	x
Εσπνεύσιμα Οργανικά	DALY	0,03135	0,00535	0,026
Εσπνεύσιμα Ανόργανα	DALY	0,0624	0,0624	x
Κλιματική Αλλαγή	DALY	11,1	1,84	9,26
Ακτινοβολία	DALY	0,00094	0,00094	x
Στρώμα του Όζοντος	DALY	1,51E-6	1,51E-6	x
Οικοτοξικότητα	PDF*m2yr	-0,035	-0,035	x
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	PDF*m2yr	0,0235	0,0235	x
Χρήση Γης	PDF*m2yr	0,0355	0,0355	x
Ορυκτά	MJ surplus	-3,28	-3,28	x
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,265	-0,265	x



Διάγραμμα 9-26: Αποτελέσματα συνολικού περιβαλλοντικού σκορ ανά κατηγορία επιπτώσεων για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων

9.2.6.5 Κανονικοποίηση

Η κανονικοποίηση αναδεικνύει ποιες από τις επιπτώσεις που προαναφέραμε είναι πολύ σημαντικές και ποιες λιγότερο. Για τον σκοπό της κανονικοποίησης χρησιμοποιούνται συντελεστές εκτίμησης επιπτώσεων. Ο υπολογισμός της περιβαλλοντικής επίπτωσης υπολογίζεται με βάση την εξίσωση:

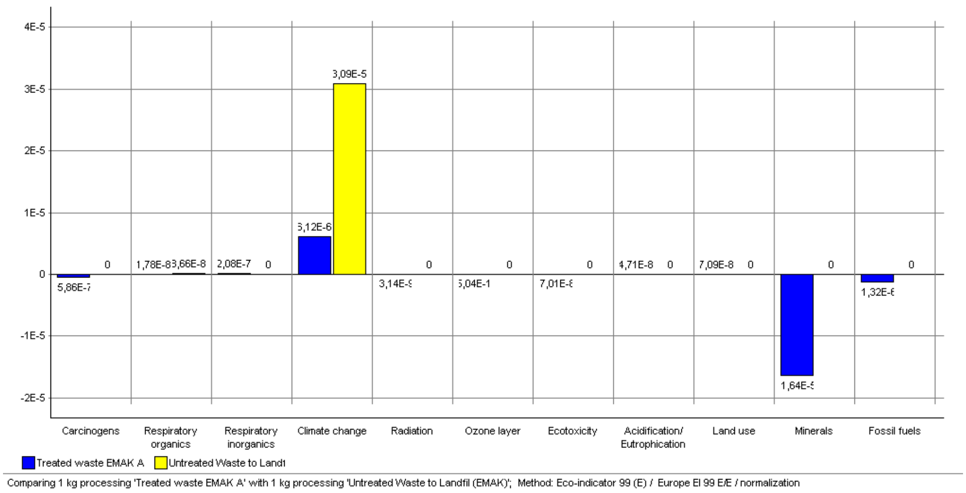
Environmental score = Characterized value x Normalization x Weighting factor

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 9-30 και στο Διάγραμμα 9-27, η επεξεργασία σύμμεικτων απορριμμάτων σύμφωνα με το Σενάριο-1,συμβάλλει με μεγαλύτερο βαθμό σ~~την μ~~τη μειωμένη χρήση των ορυκτών καυσίμων, λιγότερο έως καθόλου στην καρκινογένεση, στην κλιματική αλλαγή, στην εμφάνιση οικοτοξικότητας ενώ συμβάλει, με τις παρατηρήσεις που αναφέραμε ανωτέρω, στις αλλοιώσεις στις χρήσεις γης. Μεγαλύτερη θετική επίπτωση φαίνεται να έχει όσο αφορά την ποσότητα εισπνεύσιμων οργανικών και ανόργανων ρύπων καθώς και στη δημιουργία οξίνισης και ευτροφισμού λόγω υποκατάστασης των ορυκτών καυσίμων, όπως εξηγήθηκε και παραπάνω.

Πίνακας 9-30: Αποτελέσματα Κανονικοποίησης ανά κατηγορία επιπτώσεων για την Επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων.

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά (Ελλάδας)

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Untreated waste to Lanfil
Καρκινογένεση	DALY	-0,176	-0,176	x
Εσπνεύσιμα Οργανικά	DALY	0,03135	0,00535	0,026
Εσπνεύσιμα Ανόργανα	DALY	0,0624	0,0624	x
Κλιματική Αλλαγή	DALY	11,1	1,84	9,26
Ακτινοβολία	DALY	0,00094	0,00094	x
Στρώμα του Όζοντος	DALY	1,51E-6	1,51E-6	x
Οικοτοξικότητα	PDF*m2yr	-0,035	-0,035	x
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	PDF*m2yr	0,0235	0,0235	x
Χρήση Γης	PDF*m2yr	0,0355	0,0355	x
Ορυκτά	MJ surplus	-3,28	-3,28	x
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-0,265	-0,265	x

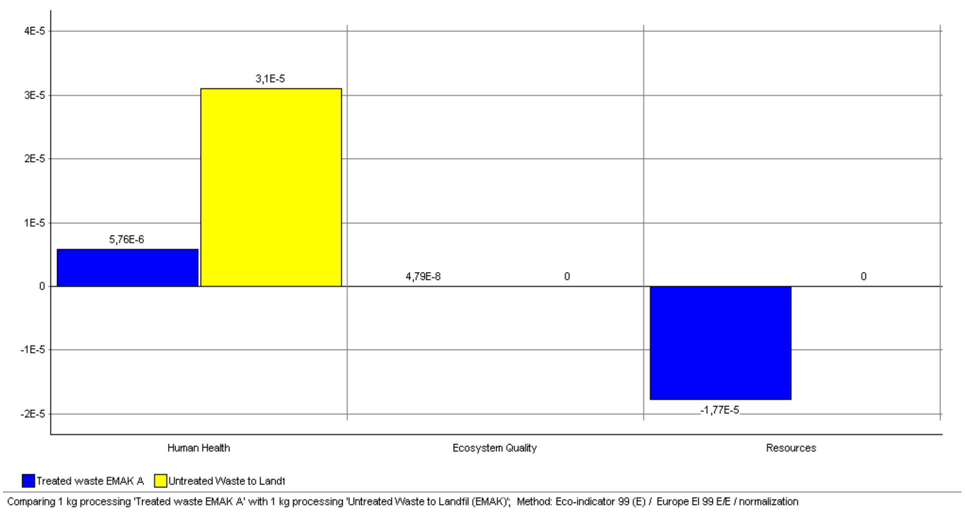


Διάγραμμα 9-27: Κανονικοποίηση ανά κατηγορία επιπτώσεων για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων.

Τα αποτελέσματα της κανονικοποίησης των έντεκα κατηγοριών επιπτώσεων του Διάγραμματος 9-27, συναθροίζονται και παρουσιάζονται στις τρεις μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων στο Διάγραμμα 9-28. Έτσι, σύμφωνα με την αναλυσή μας και όπως φαίνεται και στον Πίνακα 9-31, για την επεξεργασία των σύμμεικτων, έχει με τεράστια διαφορά από τις άλλες δυο κατηγορίες επιπτώσεων ~~την μ~~τη μεγαλύτερη επίπτωση στην ανθρώπινη υγεία (σαφώς πολύ λιγότερη από αυτή της λειτουργίας του ΧΥΤΑ), ενώ ακολουθούν οι επιπτώσεις στην ποιότητα του οικοσυστήματος. Τέλος, τη λιγότερο σημαντική επίπτωση την έχει στις επιπτώσεις στους φυσικούς πόρους λόγω της ενεργειακής αξιοποίησης του RDF και της επαναχρησιμοποίησης των σιδηρούχων.

Πίνακας 9-31: Αποτελέσματα Κανονικοποίησης συνολικά για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων.

Κατηγορία Επιπτώσεων	Unit	Σύνολο	Treated waste EMAK A	Untreated waste to Lanfil
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	3,68E-5	5,76E-6	3,1E-5
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	4,79E-08	4,79E-08	x
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	-1,77E-5	-1,77E-5	



Διάγραμμα 9-28: Κανονικοποίηση συνολικά για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων.

Όσον αφορά τους συντελεστές στάθμισης, χρησιμοποιήθηκαν οι προεπιλεγμένοι συντελεστές του Eco – Indicator 99 για τις έντεκα κατηγορίες επιπτώσεων, οι οποίοι παρουσιάζονται στον Πίνακα 9-32.

Πίνακας 9-32: Συντελεστές στάθμισης των έντεκα κατηγοριών επιπτώσεων σύμφωνα με τους παράγοντες στάθμισης, (SimaPro Reference Manual, 2004).

Περιβαλλοντική Επίπτωση	Συντελεστής Στάθμισης	Κριτήρια
Φαινόμενο Θερμοκηπίου	2.5	0,1 βαθμοί κελσίου αυξάνονται κάθε 10 έτη, υποβάθμιση οικοσυστήματος 5%
Μείωση Στρώματος Όζοντος	100	Πιθανότητα 1 μοιραίου περιστατικού ετησίως ανά εκατομμύρια κατοίκους
Οξύνιση	10	υποβάθμιση οικοσυστήματος 5%
Ευτροφισμός	5	Ποταμοί και λίμνες, υποβάθμιση ενός άγνωστου αριθμού υδρόβιων οικοσυστημάτων (υποβάθμιση 5%)
Αιθαλομίχλη	2,5	Περιστατικό των περιόδων αιθαλομίχλης, καταγγελίες υγείας, ιδιαίτερα μεταξύ των ασθενών άσθματος και των ηλικιωμένων, πρόληψη της γεωργικής ζημίας
Χειμερινή Ομίχλη	5	Περιστατικό των περιόδων αιθαλομίχλης, καταγγελίες υγείας, ιδιαίτερα μεταξύ των ασθενών άσθματος και των ηλικιωμένων
Εντομοκτόνα	25	υποβάθμιση οικοσυστήματος 5%
Αέρια Βαρέα Μέταλλα	5	Περιεχόμενο μολύβδου στο αίμα των παιδιών, μειωμένη απόδοση υπολογιζόμενης διάρκειας ζωής και εκμάθησης σε έναν άγνωστο αριθμό ανθρώπων
Υγρά Βαρέα Μέταλλα	5	Περιεκτικότητα σε κάδμιο στους ποταμούς, επιδράσεις στους ανθρώπους
Καρκινογενείς Ουσίες	10	Πιθανότητα 1 μοιραίου περιστατικού ετησίως ανά εκατομμύριο ανθρώπους

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: 12 pt, Ελληνικά (Ελλάδας)

Ο Πίνακας με τους συντελεστές στάθμισης μας ενημερώνει για το γεγονός ότι οι σημαντικότερες επιπτώσεις προκαλούνται από τη μείωση του στρώματος του όζοντος και από τη χρήση εντομοκτόνων και για το λόγο αυτό πρέπει να δίνουμε μεγάλη προτεραιότητα στις ουσίες οι οποίες προκαλούν την αύξηση της συγκέντρωσης του όζοντος, καθώς και στις ουσίες που προκύπτουν από τη χρήση εντομοκτόνων λόγω δημιουργίας οικοτοξικότητας. Επιπρόσθετα, πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερα υπόψη η διάχυση των ουσιών που προκαλούν καρκινογένεση και οξίνιση.

10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα Αστικά Στερεά Απόβλητα (Α.Σ.Α) είναι ένα αναγκαίο «παραπροϊόν» του πολιτισμού μας. Τα προηγμένα κράτη έχουν τη θέληση και τις μεθόδους διαχείρισης με τις οποίες τα σκουπίδια αναδείχθηκαν σε πλουτοπαραγωγική πηγή. Στην Ελλάδα έχουν καταντήσει κοινωνικό πρόβλημα και όχι μόνο. Και τούτο γιατί, καθομολογούμεν~~ο~~ως, το βάρος δεν έχει δοθεί στην αναζήτηση μία βέλτιστης τεχνικό-οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά λύσης. Μίας λύσης που πρέπει να συνάδει προς τις πλέον σύγχρονες τεχνολογικές κατευθύνσεις, να είναι σύννομη προς τις Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (αλλά και της Ελληνικής Νομοθεσίας, όπως αυτή έχει ενσωματώσει τις εν λόγω Οδηγίες) και να εξασφαλίζει την σε βάθος χρόνου τήρηση των αρχών της βιωσιμότητας και αειφόρου ανάπτυξης.

Η σύγχρονη αντίληψη για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη έχει επιβάλει την υιοθέτηση ορισμένων αρχών πάνω στις οποίες στηρίζονται οι επιμέρους περιβαλλοντικές πολιτικές, που με τη σειρά τους οφείλουν να ενσωματώνονται στις τομεακές αναπτυξιακές πολιτικές. Στο πεδίο των αποβλήτων και ειδικότερα των στερεών αποβλήτων βασική αρχή και κατεύθυνση είναι: η αποφυγή και η μείωση της παραγωγής απορριμμάτων μέσα από τη χρήση νέων τεχνολογικών μεθόδων καθώς και αλλαγών στις κοινωνικές και νοοτροπίες. Αυτό σημαίνει ότι η πολιτική διαχείρισης των ΑΣΑ δεν είναι μόνο θέμα μιας τεχνικής διαδικασίας άλλα είναι ευρύτερα θέμα μιας κοινωνικής και πολιτικής συμπεριφοράς.

Η οικονομική μεγέθυνση στην ΕΕ εξακολουθεί να συνοδεύεται από αυξανόμενους όγκους αποβλήτων, με αποτέλεσμα να προκαλούνται απώλεια υλικών και ενέργειας, περιβαλλοντικές ζημίες και αρνητικές συνέπειες στην υγεία και την ποιότητα ζωής. Στρατηγικός στόχος της ΕΕ είναι να περιορισθούν αυτές οι αρνητικές συνέπειες και η ΕΕ να μετατραπεί σε ενεργειακά αποδοτική «κοινωνία της ανακύκλωσης» [COM(2008) 811 τελικό].

Στην Ελλάδα έχουν πραγματοποιηθεί ορισμένες αναλύσεις κύκλου ζωής διαφόρων μεθόδων διαχείρισης ΑΣΑ, αλλά δεν έχει πραγματοποιηθεί παρόμοια εργασία για την αξιολόγηση του κύκλου ζωής της λειτουργίας του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης Κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ) Άνω Λιοσίων.

Στα συνολικά συμπεράσματα θα πρέπει να τονισθεί ότι η περίπτωση της ολικής καύσης των απορριμμάτων, στην περίπτωση που εξεταζόταν το σενάριο αυτό, εκτιμάται ότι θα έδινε θετικά αποτελέσματα σύμφωνα με το SimaPro5.1, και αυτό γιατί με την ολική καύση υπάρχει μεγάλη ενεργειακή αξιοποίηση, γεγονός που σύμφωνα με το πρόγραμμα αυτό έχει πολλαπλά περιβαλλοντικά οφέλη (Favoino E. 2001). Η ενεργειακή αξιοποίηση των απορριμμάτων μέσω του RDF που ανακτάται σε Εργοστάσια Μηχανικής Ανακύκλωσης Κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ), θεωρείται ότι είναι απαλλαγμένη από όλα τα μειονεκτήματα της καύσης (ΕΚΠΑ, 2008).

Στην εργασία αυτή εξετάστηκαν πέντε σενάρια. Τα τέσσερα αφορούσαν ~~την λ~~τη λειτουργία του ΕΜΑΚ σε διάφορες παραλλαγές της, την υφιστάμενη το σενάριο-1, εναλλακτικές με τα σενάρια 2, 3, 4 και το πέμπτο (5) εξέταζε την θεωρητική περίπτωση της μη λειτουργίας του εργοστασίου και την απευθείας ~~αποκομιδή~~απόθεση των απορριμμάτων στο ΧΥΤΑ, ώστε να διαπιστωθεί το όποιο περιβαλλοντικό όφελος ή επίπτωση.

Με βάση τη μεθοδολογία του Eco-indicator 99, που εφαρμόσθηκε οι εκπομπές ρύπων και η εξόρυξη των πόρων αποτυπώνονται ως 11 κατηγορίες επιπτώσεων, όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω (βλ. παρ.3.6.1): 1. καρκινογόνα, 2. Εσπνεύσιμα οργανικά, 3. Εσπνεύσιμα ανόργανα, 4. κλιματική αλλαγή, 5. ακτινοβολία, 6. στρώμα του όζοντος, 7. οικοτοξικότητα, 8. οξίνιση/ευτροφισμός, 9. χρήση γης, 10. φυσικοί πόροι, 11. ορυκτά καύσιμα. Σύμφωνα με το ISO 14040, σ~~την μ~~τη μέθοδο που ακολουθήθηκε έγινε η άθροιση των επιμέρους επιπτώσεων σε τρεις μεγάλες/γενικές κατηγορίες απωλειών. Ειδικότερα οι απώλειες, που επιφέρουν οι επιπτώσεις κατατάσσονται σε: 1. Ανθρώπινη Υγεία (Ανθρώπινη Υγεία), 2. Ποιότητα Οικοσυστήματος (Ποιότητα Οικοσυστήματος), 3. Φυσικοί Πόροι (Φυσικοί Πόροι), που επηρεάζονται από τη χρήση/κατασκευή/λειτουργία του προς εξέταση προϊόντος/διαδικασίας, είτε των δώδεκα πιο ειδικών κατηγοριών. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης που έγινε έδειξαν:

για την Υφιστάμενη Λειτουργία του ΕΜΑΚ ότι:

1. Η λειτουργία του ΕΜΑΚ έχει αρνητικό αντίκτυπο στη κατηγορία των εισπνεύσιμων οργανικών και ανόργανων, τα οργανικά οφείλονται στην επεξεργασία των απορριμμάτων όπως λειτουργεί το ΕΜΑΚ, ενώ τα ανόργανα κατά κύριο λόγο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Από την άλλη μεριά υπάρχει μία πολύ θετική συμβολή στη μείωση των εισπνεύσιμων λόγω της ανάκτησης ~~των σιδηρούχων~~ του σιδήρου (Tin Plate B250) κατά κύριο λόγο αλλά και του αλουμινίου (Aluminium 0% recycled E).

2. Η αρνητική συμβολή του ΕΜΑΚ στο στρώμα του όζοντος, στην όξινιση/ευτροφισμό, στη χρήση γης και στα ορυκτά καύσιμα, οφείλεται κατά κύριο λόγο επίσης στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Ειδικά η χρήση των ορυκτών καυσίμων αντισταθμίζεται αρκετά λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας που υπάρχει από την ανάκτηση των σιδηρούχων. Πάλι η ανάκτηση του σιδήρου έχει μεγαλύτερη βαρύτητα από αυτή του ανακτημένου αλουμινίου.

3. Από την άλλη μεριά πολύ θετική είναι η συμβολή της υφιστάμενης λειτουργίας του ΕΜΑΚ στην εξοικονόμηση ορυκτών πόρων (σίδηρος, αλουμίνιο) από την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση των σιδηρούχων.

4. Θετική είναι η συνεισφορά του στη μη δημιουργία ακτινοβολίας, στη μη καταστροφή του στρώματος του όζοντος λόγω των CFC, και βέβαια στην αποτροπή των φαινομένων καρκινογέννεσης. Επίσης η λειτουργία του ΕΜΑΚ δεν

φαίνεται να έχει συμβολή στην εμφάνιση οικοτοξικότητας, γεγονός το οποίο προκύπτει από την χρήση εναλλακτικών εδαφοβελτιωτικών, όπως το compost, αντί λιπασμάτων~~, εντομοκτόνων, ζιζανιοκτόνων~~.

5. Αρνητική είναι η συμβολή, που έχει η υφιστάμενη λειτουργία του ΕΜΑΚ στην ανθρώπινη υγεία, ενώ αντιθέτως είναι λιγότερο επιβαρυντικές οι επιπτώσεις, που προκαλούνται στο οικοσύστημα. Στον αντίποδα η λειτουργία του είναι πολύ θετική στην εξοικονόμηση των φυσικών πόρων.

6. Από τις επιπτώσεις που επιβαρύνουν το περιβάλλον, φαίνεται ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα προκύπτει από τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία του ΕΜΑΚ (1,58pt), με αποτέλεσμα να προκύπτει επιβάρυνση στους φυσικούς πόρους, στην ανθρώπινη υγεία και λιγότερο στην οικοτοξικότητα, ~~λόγο~~λόγω και της χρησιμοποίησης του compost ως εναλακτικού εδαφοβελτιωτικού αντί των λιπασμάτων. Η οικοτοξικότητα γενικά προκαλεί επιβαρύνσεις στο έδαφος και στην ποιότητα του οικοσυστήματος.

από τη συγκριτική αξιολόγηση των πέντε Σεναρίων ότι:

1. Τα σενάρια 1 και 2 λειτουργίας του ΕΜΑΚ συμβάλουν στις κατηγορίες επιπτώσεων των εισπνεύσιμων οργανικών και ανόργανων, συμβάλουν στην κλιματική αλλαγή, στην οξίνιση/ευτροφισμό καθώς και στην χρήση γης. Στην κλιματική αλλαγή σε μικρότερο ποσοστό συμβάλουν και τα σενάρια λειτουργίας 3 και 4.

2. Τα σενάρια 3 και 4, παρουσιάζουν θετική επίπτωση όσο αφορά τους εσπνεύσιμους οργανικούς και ανόργανους ρύπους καθώς και στην εμφάνιση οξίνισης και ευτροφισμού. Το θετικό αυτό αποτέλεσμα οφείλεται στο γεγονός ότι στο σύστημα που μελετήθηκε και μοντελοποιήθηκε δεν λήφθηκαν υπόψη οι αέριοι ρύποι που προκύπτουν από την επεξεργασία των απορριμμάτων στο ΕΜΑΚ, λόγω έλλειψης στοιχείων. Τέλος δεν εμφανίζεται καθόλου χρήση ραδιενέργειας καθώς το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδος δεν έχει συνεισφορά από την πυρηνική ενέργεια.

3. Μεγάλη είναι η αρνητική επίπτωση της απευθείας απόθεσης στο ΧΥΤΑ (μηδενικό σενάριο), στην κατηγορία των εισπνεύσιμων οργανικών και της κλιματικής αλλαγής. Αυτό οφείλεται στις εκπομπές CH_4, που έχουν ληφθεί υπόψη σ~~την λ~~τη λειτουργία του ΧΥΤΑ. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει καθόλου επίπτωση του μηδενικού Σεναρίου σε κατηγορίες, που ήταν αναμενόμενο όπως π.χ. της χρήσης γης, αυτό οφείλεται στο ότι οι επιπτώσεις του συγκεκριμένου Σεναρίου έχουν ληφθεί μόνο για σκοπούς σύγκρισης και όχι όλες οι πραγματικές επιπτώσεις.

4. Θετική επίπτωση παρουσιάζουν, περίπου στην ίδια κλίμακα και τα τέσσερα σενάρια (1,2,3,4) στην καρκινογένεση, σ~~την δ~~τη δημιουργία ακτινοβολίας, στο στρώμα του όζοντος, την οικοτοξικότητα και στους φυσικούς πόρους. Πολύ μεγάλη διαφορά στις θετικές επιπτώσεις των ορυκτών καυσίμων παρουσιάζει το σενάριο 4 (ιδανικό), σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα, κάτι που ήταν αναμενόμενο εφόσον η

υποκατάσταση των καυσίμων από το εναλλακτικό RDF έχιε πολύ μεγάλη βαρύτητα.

5. Το σενάριο-1 (υφιστάμενη λειτουργία) και το σενάριο -2 (Σ-1+αξιοποίηση 55% Compost) συμβάλλουν περισσότερο στις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από το σενάριο 3 και 4 (ιδανικό). Αρνητική είναι η επίπτωση των δύο πρώτων Σεναρίων λειτουργίας και στην ποιότητα του οικοσυστήματος, όπου αντιθέτως οι επιπτώσεις του Σεναρίου-3 είναι θετικές (-51pt) έως οι πολύ θετικές του Σεναρίου -4 (-100pt). Από το σενάριο-4 επηρεάζονται περισσότερο οι πόροι.

6. Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία είναι ασήμαντες συγκρινόμενες με αυτές που προκαλούνται από την "Απόθεση στο ΧΥΤΑ" (Σενάριο-0). Όσον αφορά τις επιπτώσεις στη χρήση των πόρων, υπάρχει μια αύξηση στη συμμετοχή του Σεναρίου-4, αλλά και γενικότερα και τα άλλα τρία σενάρια έχουν θετική επίπτωση, αν και σε μικρότερο βαθμό συγκριτικά με το "ιδανικό σενάριο" (Σεν-4).

7. Τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία τις προκαλεί το σενάριο-0 (απόθεση στο ΧΥΤΑ) ενώ ~~την μ~~τη μικρότερη επίπτωση στην ίδια κατηγορία υπάρχει από το σενάριο λειτουργίας 4. Το σενάριο λειτουργίας 4 είναι αυτό με τις περισσότερες θετικές επιπτώσεις στους πόρους, κάτι που αναμενόταν άλλωστε, αφού τα ποσοστά χρησιμοποίησης του παραγόμενου RDF και συνεπώς τα ποσοστά υποκατάστασης των ορυκτών καυσίμων είναι τα υψηλότερα (100%) από όλα τα εφαρμοζόμενα σενάρια. Τέλος δεν φαίνεται να επιδρά σημαντικά κανένα από τα υπό εξέταση σενάρια στην ποιότητα του οικοσυστήματος.

8. Πολύ θετική είναι και η επίπτωση που υπάρχει από το σενάριο 3 στους πόρους, αποτέλεσμα το οποίο ερμηνεύεται από το μεγάλο ποσοστό προς καύση του παραγόμενου RDF.

<u>από τη συγκριτική αξιολόγηση των Σεναρίων 0 και 1 ότι:</u>

1. Η λειτουργία του ΕΜΑΚ για την επεξεργασία 1 kg σύμμεικτων απορριμμάτων σύμφωνα με το σενάριο-1 είναι υπεύθυνη για: την αλλαγή χρήση γης, την εμφάνιση ευτροφισμού και οξίνισης, στη λειτουργία ~~βάση~~βάσει του Σεναρίου-1 αποδίδεται η εμφάνιση ανόργανων κατά κύριο λόγο αλλά και οργανικών, κατά δεύτερο λόγο ρύπων. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι και στην εκτίμηση επιπτώσεων παρουσιάζεται η λειτουργία του ΕΜΑΚ να προκαλεί προβλήματα στη χρήση γης, ενώ η ύπαρξη του ΧΥΤΑ να μην την επηρεάζει. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, που αναφέρθηκε και παραπάνω, ότι δηλαδή η ύπαρξη του ΧΥΤΑ στη συγκριτική μελέτη είναι μόνο ενδεικτική και ότι δεν έχει γίνει εισαγωγή δεδομένων τέτοιων που να εξετάζεται η πραγματική λειτουργία του, παρά μονάχα σαν εναλλακτική του που θα πάνε τα απορρίμματα εάν δεν επεξεργασθούν στο ΕΜΑΚ.

2. Η απόθεση 1kg απορριμμάτων στον παρακείμενο ΧΥΤΑ φαίνεται να συμβάλλει περισσότερο, από ~~την λ~~τη λειτουργία ~~βάση~~βάσει του Σεναρίου 1, στην εμφάνιση οργανικών ρύπων αλλά και στην κλιματική αλλαγή.

3. Η λειτουργία ~~βάση~~βάσει του Σεναρίου 1, φαίνεται ότι επιδρά βελτιωτικά στη μείωση της καρκινογένεσης, στη μείωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων, σ~~την μ~~τη μείωση της κατανάλωσης των ορυκτών πόρων, στην αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος λόγω ακτινοβολίας και τέλος στη μείωση του στρώματος του όζοντος. Το θετικό αυτό αποτέλεσμα οφείλεται στο γεγονός ότι στο σύστημα που μελετήθηκε και μοντελοποιήθηκε δεν λήφθηκαν υπόψη τα γενικότερα προβλήματα που παρουσιάζονται με τη χρήση της Υγειονομικής ταφής, αρά αυτό το ενδεχόμενο αντιμετωπίσθηκε μόνο ως εναλλακτική της μη ύπαρξης και λειτουργίας του ΕΜΑΚ. Τέλος δεν εμφανίζεται καθόλου χρήση ραδιενέργειας καθώς το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδος δεν έχει συνεισφορά από την πυρηνική ενέργεια.

4. Η λειτουργία του ΕΜΑΚ για την επεξεργασία των σύμμεικτων απορριμμάτων δεν φαίνεται, συγκριτικά, να συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή και αυτό λόγω του ότι, κατά την επεξεργασία των απορριμμάτων δεν παράγονται αέρια όπως διοξείδιο του άνθρακα. Επίσης η λειτουργία του ΕΜΑΚ δεν φαίνεται να έχει συμβολή σ~~την μ~~τη μείωση του στρώματος του όζοντος λόγω των CFC, ούτε στην εμφάνιση οικοτοξικότητας, γεγονός το οποίο προκύπτει από την χρήση εναλλακτικών εδαφοβελτιωτικών, όπως το compost, αντί λιπασμάτων~~, εντομοκτόνων, ζιζανιοκτόνων~~. Τέλος και στα ορυκτά καύσιμα και στους λοιπούς ορυκτούς πόρους έχει θετικό αντίκτυπο. Αυτό οφείλεται στην παραγωγή του εναλλακτικού καυσίμου RDF, αντί των συμβατικών πετρελαίου, λιγνίτη, κλπ.

5. Οι επιπτώσεις που υπάρχουν στην ανθρώπινη υγεία, με την επεξεργασία των σύμμεικτων αποβλήτων στο ΕΜΑΚ, είναι πολύ χαμηλότερες από αυτές που έχουμε στην περίπτωση, που αυτά τα ίδια απορρίμματα έπεφταν ανεπεξέργαστα στον παρακείμενο Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων στη Φυλή. Όσον αφορά την ποιότητα του Οικοσυστήματος φαίνεται ότι η επεξεργασία των απορριμμάτων που γίνεται στο ΕΜΑΚ, δεν επηρεάζει θετικά το οικοσύστημα σε αντίθεση με τους Φυσικούς πόρους όπου, όπως φαίνεται η λειτουργία του ΕΜΑΚ και η παραγωγή εναλλακτικών καυσίμων (όπως το RDF αλλά και η ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση πρώτων υλών, όπως τα σιδηρούχα (Fe, Al), συμβάλει θετικά στο περιβαλλοντικό ισοζύγιο των φυσικών πόρων, σε σύγκριση με την Υγειονομική Ταφή.

6. Θετική είναι η επίπτωση που υπάρχει στην ανθρώπινη υγεία από την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση κατά κύριο λόγο~~ω~~ των σιδηρούχων, του σιδήρου και του αλουμινίου. Ενώ η κύρια επιβάρυνση οφείλεται στην παραγωγή της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.

7. Από τη συγκριτική εξέταση των Σεναρίων αυτών προκύπτει ότι, τουλάχιστον όσον αφορά τους φυσικούς πόρους με τη λειτουργία του ΕΜΑΚ υπάρχουν θετικές επιπτώσεις για το περιβάλλον, σε σύγκριση με την απόθεση χωρίς επεξεργασία στον παρακείμενο ΧΥΤΑ.

Συνοψίζοντας, σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εκτιμηθούν οι περιβαλλοντικές επιδράσεις που προκύπτουν από την επεξεργασία των απορριμμάτων στο ΕΜΑΚ Αττικής, καθώς και να γίνουν συγκρίσεις της υφιστάμενης λειτουργίας με εναλλακτικά σενάρια, ώστε να δημιουργηθεί προβληματισμός επ’ αυτών και να υπάρξουν, όπου είναι εφικτό, οι απαραίτητες βελτιώσεις.

Σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14040 και με βάση τη μεθοδολογία του Eco-indicator 99, που εφαρμόσθηκαν οι εκπομπές ρύπων και η εξόρυξη των πόρων αποτυπώθηκαν ως 11 κατηγορίες επιπτώσεων και σ~~την μ~~τη μέθοδο που ακολουθήθηκε έγινε η άθροιση των επιμέρους επιπτώσεων σε τρεις μεγάλες/γενικές κατηγορίες απωλειών. Τα αποτελέσματα παρουσιάσθηκαν (βλ. διαγράμματα 0-19 και 0-20) και σε μία λογαριθμική κλίμακα υπό μορφή πόντων (pt). Σύμφωνα λοιπόν και με τα διαγράμματα αυτά η κατάταξη των εναλλακτικών Σεναρίων λειτουργίας για το ΕΜΑΚ αλλά και αξιοποίησης των προϊόντων του, από το καλύτερο στο χειρότερο, από άποψη περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι:

- **~~Eco-indicator 99:~~ Σ-4, Σ-3, Σ-2, Σ-1, Σ-0.**

Το καλύτερο σενάριο λειτουργίας από περιβαλλοντικής σκοπιάς, είναι αυτό της πλήρους αξιοποίησης των προϊόντων του ΕΜΑΚ (χρησιμοποίηση ως εδαφοβελτιωτικού 100% του παραγόμενου Compost, χρησιμοποίηση ως εναλλακτικού καυσίμου του 100% του παραγόμενου RDF, ανάκτηση και ανακύκλωση των σιδηρούχων (Al, Fe) από τα σύμμεικτα ΑΣΑ, που εισέρχονται προς επεξεργασία στο ΕΜΑΚ). Στο αποτέλεσμα αυτό οδηγηθήκαμε λόγω της μεγάλης ανάκτησης σε ενέργεια που επιτυγχάνεται σύμφωνα με το σενάριο αυτό (χρησιμοποίηση RDF 100%) κατά κύριο λόγο. Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι σύμφωνα και με το ερευνητικό πρόγραμμα «Προσδιορισμός Φυσικοχημικών Παραμέτρων και Ποιοτικής Σύστασης Απορριμμάτων Λεκανοπεδίου Αττικής» (ΕΚΠΑ, Τελική έκθεση, 2008) οι ενδεδειγμένοι, για τις εγχώριες συνθήκες, τρόποι αξιοποίησης του RDF είναι η μερική υποκατάσταση με το προϊόν αυτό του συμβατικού ορυκτού καυσίμου (συναποτέφρωση), (i) σε **τσιμεντοκλιβάνους** και (ii) σε **σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής**.

Οι δύο, ως άνω, εναλλακτικοί τρόποι συναποτέφρωσης του RDF είναι αποδεκτοί και διεθνώς. Ειδικότερα για τη χώρα μας, συνιστάται η προσφυγή και στους δύο τρόπους συναποτέφρωσης, δεδομένου ότι: Από ~~την μ~~τη μια πλευρά υπάρχουν σημαντικές εγκαταστάσεις τσιμεντοβιομηχανίας, ενώ από την άλλη η παραγωγή Η.Ε. στηρίζεται σε εγχώρια στερεά ορυκτά καύσιμα και, μάλιστα, χαμηλής θερμικής επίδοσης (λιγνίτης) (ΕΚΠΑ, Τελική έκθεση, 2008). Καθένας, πάντως, από τους τρόπους αυτούς έχει τα δικά του πλεονεκτήματα. Από πλευράς ενεργειακής και περιβαλλοντικής πολιτικής: Ο τομέας της ηλεκτροπαραγωγής παρουσιάζει σημαντικότερο ενδιαφέρον υπό την οπτική της κοινωνικής ωφέλειας, έναντι της τσιμεντοβιομηχανίας. Δεδομένων όμως των αναγκαίων μεταβολών που πρέπει να κάνει η Ελλάδα για ελάττωση των εκπομπών CO2 στον τομέα της ενεργειακής πολιτικής θα πρέπει σύντομα να κινηθεί προς εγκατάλειψη της χρήσης του λιγνίτη. Με το δεδομένο αυτό η καταλληλότερη χρήση του RDF είναι η καύση στη τσιμεντοβιομηχανία.

Το σημαντικότερο πρόβλημα που εμφανίζουν οι μονάδες Μηχανικής και Βιολογικής επεξεργασίας, είναι η διάθεση των δευτερογενών προϊόντων και ειδικότερα η αξιοποίηση του παραγόμενου compost αλλά και του δευτερογενούς καυσίμου. Το εργοστάσιο μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας των Άνω Λιοσίων, παρουσίασε σημαντικά προβλήματα τόσο κατά την κατασκευή όσο και κατά τη λειτουργία του ενώ και η αξιοποίηση πραγματοποιήθηκε ως σήμερα σε μικρό ποσοστό. Το εργοστάσιο δουλεύει πλέον σε δυναμικότητα 1.100-1200 τόνους ανά ημέρα έχοντας κοστίσει υπερδιπλάσια χρήματα από τον αρχικό προϋπολογισμό. Είναι σαφές πως τα έργα επεξεργασίας απορριμμάτων, είναι σύνθετα έργα που εγκυμονούν αρκετούς επενδυτικούς κινδύνους. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχή λειτουργία τους, είναι η εξασφάλιση της αξιοποίησης των παραγόμενων δευτερογενών προϊόντων ώστε να μην επαναληφθούν τα προαναφερθέντα λάθη της περίπτωσης του ΕΜΑΚ

Θα πρέπει να επισημανθεί πως υπάρχουν σθεναρές αντιδράσεις από την τοπική κοινωνία για την συναποτέφρωση του RDF στο εργοστάσιο της ΑΓΕΤ. Το νομαρχιακό συμβούλιο Εύβοιας γνωμοδότησε αρνητικά για την καύση του RDF στο εργοστάσιο της ΑΓΕΤ και καθώς η αξιοποίηση των εναλλακτικών καυσίμων στην Ελλάδα δεν έχει αναπτυχθεί, η προώθησή τους θα πρέπει να γίνει σε συνεργασία με τους τοπικούς φορείς και μέσω προγραμμάτων ενημέρωσης του τοπικού πληθυσμού, ώστε να αντιμετωπιστούν οι αντιδράσεις.

Σε συνδυασμό και με τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας οφείλει η πολιτεία να μεριμνήσει στην ενημέρωση του κόσμου μέσα από μια μεγάλης κλίμακας δημοσιοποίηση των θετικών ευεργετημάτων που θα υπάρξουν από δράσεις αξιοποίησης των προϊόντων του ΕΜΑΚ, τουλάχιστον σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα από αυτή που γίνεται σήμερα διότι τα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη είναι πολύ μεγάλα. Η επιλογή των λύσεων που πρόκειται να επιλεγούν για ~~την δ~~τη διαχείριση των ΑΣΑ της Αττικής πρέπει να είναι τέτοια, που να κάνει θησαυρό τη μέχρι τώρα εμπειρία και να μην επαναλάβει τα ίδια λάθη, που στο παρελθόν οδήγησαν σε δαπανηρές, μη αποδοτικές και μη εφαρμόσιμες λύσεις.

Πρέπει να επισυμάνουμε ότι σε αυτή τη μελέτη τα εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης και αξιολόγησης των προϊόντων του ΕΜΑΚ εξετάστηκαν μόνο από περιβαλλοντικής απόψεως. Για αυτό το λόγο, θα μπορούσε να υποστηριχθεί και από κάποιο άλλο εργαλείο λήψης αποφάσεων, το οποίο να λάβει υπόψη του και τις οικονομικές αλλά και τις κοινωνικές επιπτώσεις της διαχείρισης του ΕΜΑΚ και των προϊόντων του.

10.1 Συνολική κριτική για το μοντέλο αξιολόγησης ΑΚΖ- SimaPro5.1

Στην κατάληξη της παρούσας εργασίας πρέπει να γίνει μια κριτική του μοντέλου αξιολόγησης LCA SimaPro5.1, το οποίο αποτέλεσε το βασικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την σύγκριση των σεναρίων που αναπτύχθηκαν με βάση την ΑΚΖ. Αρχικά πρέπει να τονιστεί η ευκολία στη χρήση του εν λόγω εργαλείου, παρά την αναπόφευκτη απαίτηση για πολύ μεγάλο αριθμό πληροφοριών, καθώς καλείται να προσομοιώσει ένα πολύ σύνθετο σύστημα όπως είναι αυτό της λειτουργίας ενός εργοστασίου όπως το ΕΜΑΚ Ανω Λιοσίων. Επιπρόσθετα, υπάρχει άμεση εποπτεία της σύνδεσης και και αλληλοσυσχέτισης των επιμέρους υποσυστημάτων και τεχνολογιών διευκολύνοντας τον χρήστη στον έλεγχο των πληροφοριών που εισάγει στο σύστημα αλλά κα των πληροφοριών που παίρνει από αυτό.

Κύριο μειονέκτημα του μοντέλου ωστόσο είναι η “αποσύνδεση’’ των δεδομένων που εισάγονται από το τελικό αποτέλεσμα. Λόγω των πολλών παραμέτρων που συνυπολογίζονται για τον υπολογισμό των τελικών αποτελεσμάτων, δεν είναι εύκολο για το χρήστη να αναγνωρίσει πώς επηρεάζει η μεταβολή κάποιας παραμέτρου το σύστημα συνολικά, και συχνά χρειάζεται να ανατρέξει στα αποτελέσματα των υπολειτουργιών και μεταδεδομένων του μοντέλου.

Σε καθε περίπτωση όμως το μοντέλο αυτό, όπως έχει διαμορφωθεί, μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τον αρμόδιο φορέα που ενδιαφέρεται να αξιολογίσει, περιβαλλοντικά, τη λειτουργία της μονάδος που διαχειρίζεται. Οι φορείς αυτοί έχουν γνώση της υφιστάμενης κατάστασης, σε πολύ μεγαλύτερη λεπτομέρεια από ότι μπορούσε να αναλυθεί στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Κατά συνέπεια ο προσδιορισμός των απαιτούμενων από το μοντέλο, παραμέτρων μπορεί να γίνει πολύ ακριβέστερα και να συγκριθούν από τη σκοπιά της ΑΚΖ οι επιθυμητές αλλαγές στη λειτουργία και τα οφέλη και οι ζημίες που θα προκύψουν, ώστε η αναπροσαρμογή του όλου συστήματος λειτουργίας του ΕΜΑ να γίνει με τη βέλτιστη απόδοση.

11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωση Βιβλιογραφία

1. Archer E., Baddeley A., Klein A., Schwager J., Whiting K. (2005b). Mechanical-Biological Treatment: a guide for decision makers – processes policies and markets. Annex D: Process Reviews. Technical report by Juniper Consultancy Services Ltd. funded by SITA Environmental Trust and ASSURRE (www.juniper.co.uk)

2. Banar M., Cokaygil Z., Ozkan A. 2009. Life cycle assessment of solid waste management options for Eskisehir, Turkey. *Waste Management*, **29**, pp.54-62

3. Barlaz MA, Ranjithan R, Weitz KA. (1995). Life cycle study of municipal solid waste management–system description. *EPA Cooperative Agreement* 832052, USA;

4. Barth J. (2006). Status and trends in biological waste treatment in Europe. In: E. Kraft, W. Bidlingmaier, M. de Bertoldi, L.F. Diaz, J. Barth (eds.), Proceedings, ORBIT 2006 International Conference on "Biological Waste Management-From Local to Global", 13-15 September 2006, Weimar, Germany, pp.1041-1045

5. Barton JR, Dalley D, Patel VS. (1996). Life cycle assessment for waste management. *Waste Manage*; **16**(1–3), pp.35–50.

6. Bauman, H., Tillman, A., 2004. The Hitch Hiker's Guide to LCA. Studentlitteratur AB, Sweden.

7. Bjorklund A, Dalemo M, Sonesson U. (1999) Evaluating a municipal waste management plan using ORWARE. J Cleaner Prod;**7**, pp.271–80.

8. Boer, J., Boer, E., Jager, J., 2007. LCA-IWM: A decision support tool for sustainability assessment of waste management systems. Waste Management **27**, pp.1032–1045.

9. Borghi, A., Binaghi, L., Borghi, M.G.M., 2007. The application of the environmental product declaration to waste disposal in a sanitary landfill. International Journal of LCA **12** (1), pp.40–49.

10. Bovea, M.D., Powell, J.C., 2006. Alternative scenarios to meet the demands of sustainable waste management. Journal of Environmental Management **79**, pp.115–132

11. Buttol P., Masoni P., Bonoli A., Goldoni S., Belladonna V., Cavazzuti C. 2007. LCA of integrated MSW management systems: Case study of the Bologna District. Waste Management, **27**, pp.1059–1070

12. Chaya W., Gheewala S.H. 2007. Life cycle assessment of MSW-to-energy schemes in Thailand. *Journal of Cleaner Production*, **15**, pp.1463-1468
13. Chiumenti A., Chiumenti R., Diaz L., Savane G., Eggerth L., Goldstein N. (2005). Modern Composting Technologies, The JG Press, USA.
14. COM(2001)264 τελικό, COM(2005)670 τελικό, COM(2005)666 τελικό, COM(2008) 811 τελικό
15. COM(2007)59
16. COM(2008)19
17. Consoli, F, Allen, D, Boustead, I, Fava, J, Franklin, W, Jensen, AA, de Oude, N, Parrish, R, Perriman, R, Postlethwaite, D, Quay, B, Siéguin, J and Vigon, B (eds.) (1993): *Guidelines for life cycle assessment. A code of practice*. SETAC Press, Pensacola, Florida.
18. Curran, M.A., Mann, M. and G. Norris (2005). The international workshop on electricity data for life cycle inventories, *Journal of Cleaner Production*, **13**, pp. 853 - 862.
19. Dahlbo H., Koskela S., Laukka J., Myllymaa T., Jouttijärvi T., Melanen M., Tenhunen J. 2005. Life cycle inventory analyses for five waste management options for discarded newspaper. *Waste Management & Research*, **23**, pp.291-302
20. DEFRA (2005a). Advanced Biological Treatment of Municipal Solid Waste. Prepared by Enviros Consulting Ltd as part of the New Technologies Supporter Programme, DEFRA, UK, (www.defra.gov.uk, πρόσβαση 20/11/2009).
21. DEFRA (2005b). Mechanical Biological Treatment & Mechanical Heat Treatment of Municipal Solid Waste. Prepared by Enviros Consulting Ltd as part of the New Technologies Supporter Programme, DEFRA, UK, (www.defra.gov.uk, πρόσβαση 20/11/2009).
22. den Boer J., den Boer E., Jager J. 2007. LCA-IWM: A decision support tool for sustainability assessment of waste management systems. Waste Management, **27**, pp.1032–1045
23. Department of environment, food and rural affairs (DEFRA), "Introductory Guide: Options for the diversion of biodegradable municipal waste from landfill", *version 1*, 2005
24. Department of environment, food and rural affairs (DEFRA), "Mechanical biological treatment & Mechanical heat treatment of municipal solid waste", *version 2*, 2005
25. EA (2002a). Processes and plant for waste composting and other aerobic treatment. R&D Technical Report P1-311/TR, David Border Composting Consultancy, Environment Agency, Bristol, ISBN: 184432124X

26. EA (2002b). Waste pre-treatment: a review. R&D Technical Report P1-344/TR, AEA Technology Environment, Environment Agency, Bristol, ISBN: 1 857 05842 9.

27. Ecobilan, 2009… Ecobilan, www.ecobalance.com, (accessed 30/10/2009)

28. Environment Agency, (2009), http://www.environment-agency.gov.uk/research/commercial/102922.aspx (accessed 30/8/2009)

29. Enviroplan OE-Envitec AE (2008), Έκθεση Αποτελεσμάτων Προγράμματος Περιβαλλοντικής Παρακολούθησης των Εγκαταστάσεων του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης Απορριμμάτων & Κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ) της Περιοχής Άνω Λιοσίων

30. Eriksson O., Frostell B., Björklund A., Assefa G., Sundqvist J.-O., Granath J., Carlsson M., Baky A., Thyselius L. 2002. ORWARE - A simulation tool for waste management. Resources, Conservation and Recycling, **36**, pp.287-307

31. European Commission Decision 2000/532/EC replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes (European Waste Catalogue), Consolidated TEXT produced by the CONSLEG system of the Office for Official Publications of the European Communities, CONSLEG: 2000D0532 -01/01/2002.available at: http://europa.eu.int/eurlex/en/consleg/main/2000/en_2000D0532_index .html.

32. European Commission, "Refuse Derived Fuel – Current Practice and Perspectives", Ιούλιος 2003

33. European Commission, "Taking sustainable use of resources forward: A thematic strategy on the prevention and recycling of waste", Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Δεκέμβριος 2005

34. European Environment Agency (EEA) (2003a): EEA multilingual environmental glossary. available at: http://glossary.eea.eu.int/EEAGlossary/H/household_waste

35. European Environment Agency (EEA) , (2002), "Biodegradable municipal waste management in Europe Part 1: Strategies and instruments"

36. Eurostat. 2008: Εκτίμηση για τα αστικά απόβλητα

37. Fava, J, Consoli, F, Denison, R, Dickson, K, Mohin T, and Vigon, B (eds.) (1993): *A conceptual framework for life cycle impact assessment*. SETAC Press, Pensacola, Florida.

38. Favoino E. (2001). Success Stories of Composting in Europe – Leading experiences and developing situations: ways to success.

39. Finnveden G, Albertsson A, Berendson J, Eriksson J, H¨oglund LO, Karlsson S, et al. (1995).Solid waste treatment within the framework of life cycle assessment. *J*

Cleaner Prod;**3**(4): pp.189–99.

40. Finnveden G. (1999). Methodological aspects of life cycle assessment of integrated solid waste management systems. *Resour Conserv Recycling*; **26**, pp.173–87.

41. Goedkoop, M., Oele, M., Effting, S., (2004). SimaPro Database Manual Methods library. PRe´ Consultants, Netherlands

42. Goedkoop, M.J. (1995). Eco-Indicator 95, Final report, NOH report 9523, Preconsultants; Amersfoort (NL); ISBN 90-72130-77-4.

43. Goedkoop, M.J. and R. Spriensma (1999). The Eco-indicator 99, a Damage Oriented Approach for LCIA, Ministry VROM, The Hague.

44. Güereca L.P., Gassó S., Baldasano J.M., Jiménez-Guerrero P. (2006). Life cycle assessment of two biowaste management systems for Barcelona, Spain. *Resources, Conservation and Recycling*, **49**, pp.32-48

45. Hansen T.L., Bhander, G.S. Christensen T.H., Bruun, S., Jensen L.S. (2006). Life cycle modelling of environmental impacts of application of processed organic municipal solid waste on agricultural land (EASEWASTE). *Waste Management & Research*, **24**, pp.153–166

46. Hauschild, M., Wenzel, H., 1998. Environmental Assessment of Products. Scientific background, **vol. 2**. Chapman & Hall, UK.

47. http://www.environment-agency.gov.uk/wtd, UK Environment Agency. “Waste Technology Centre”

48. Imppola U., Veijanen A., Hänninen K., Kyriacou M., Kotsou M., Protopapa I., Kavoussanos M. and Lasaridi K.E. (2003). Comparative Evaluation of Process Performance of Composting Plants in Greece and Finland. Proceedings of the 8th International Conference on Environmental Science and Technology (CEST), 8-10 September, Lemnos, Greece.

49. ISO/EN 14041 (1998): Environmental management – life cycle assessment- goal and scope definition and inventory analysis

50. Juniper Consultancy Services ltd, “Mechanical biological treatment: A guide for decision makers – Processes, Policies and Markets”, version 1.0, March 2005

51. Kirkeby, J.T., Hansen, T.L., Birgisdóttir, H., Bhander, G.S., Hauschild, M.Z., Christensen, T.H. 2006. Environmental assessment of solid waste systems and technologies: EASEWASTE. Waste Management and Research, **24**, pp.3–15

52. Koneczny K., Pennington, D.W. 2007. Life cycle thinking in waste management: Summary of European Commission’s Malta 2005 workshop and pilot studies. *Waste*

Management, **27**, S92

53. Lasaridi K., Protopapa I., Kotsou M., Pilidis G., Manios T., Kyriacou A. (2006). Quality assessment of composts in the Greek market: the need for standards and quality assurance, Journal of Environmental Management, **80**, 1, pp. 58-65.

54. Liamsanguan C., Gheewala S.H. 2008. LCA: A decision support tool for environmental assessment of MSW management systems. *Journal of Environmental Management*, **87**, pp.132–138

55. M. Steiner, "Status of Mechanical – Biological treatment of residual waste and utilization of refuse-derived fuels in Europe", Conference on the future of residual waste management in Europe, 2005

56. Manios T., Maniadakis K., Boutzakis P., Naziridis Y., Lasaridi K., Markakis G., Stentiford E.I. (2006). Methane and carbon dioxide emission in a two-phase olive oil mill sludge windrow pile during composting. Waste Management, doi: 10.1016/j.wasman.2006.05.012 (in press).

57. McDougall F.R., White P.R., Franke M., Hindle P. (2001). Integrated solid waste management: a life cycle inventory, 2nd ed. Blackwell Science, Oxford. ISBN: 0-632-05889-7.

58. Mendes MR, Aramaki T, Hanaki K. (2003). Assessment of the environmental impact of management measures for biodegradable fraction of municipal soil waste in Sao Paulo City. *Waste Manage*;23, pp.403–9

59. Obersteiner, G., Binner, E., Mostbauer, P., Salhofer, S., 2007. Land ll modelling in LCA – a contribution based on empirical data. Waste Management **27**, S58–S74

60. ORBIT/ECN, 2008

61. Özeler D., Yetis Ü., Demirer G.N. 2006. Life cycle assessment of municipal solid waste management methods: Ankara case study. *Environment International*, **32**, pp.405–411
62. Pennington, D.W., Potting, J., Finnveden, G., Lindeijer, E., Jolliet, O., Rydberg, T. and G. Rebitzer (2004). A Life cycle assessment: Part 2: Current impact assessment practice, *Environment International*, **30**(5), July 2004, pp. 721–739
63. Rebitzer G., Ekvall T., Frischknecht, R., Hunkeler D., Norris G., Rydberg T., Schmidt W.T, Suh S., Weidema B.P., Pennington A.W. (2004). Life cycle assessment - Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International*, **30**, pp.701

64. Rodríguez-Iglesias J., Marañón E., Castrillón L., Riestra P, Sastre H. 2003. Life cycle analysis of municipal solid waste management possibilities in Asturias, Spain. *Waste Management & Research*, **21**, pp.535-548

65. SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry). (1991). *A Technical Framework for Life Cycle Assessment*

66. SimaPro Reference Manual, 2004

67. Skordilis A. (2004). Modelling of integrated solid waste management system in an island. *Resources, Conservation and Recycling*, **41**, pp.243-254

68. Sonesson U, Bjorklund A, Carlsson M, Dalemo M. (2000). Environmental and economic analysis of management system for biodegradable waste. *Resour Conserv Recycling*; **28**: pp.29–53.

69. Tan R., Culaba B.A. (2004). Environmental Life-Cycle Assessment: A tool for Public and Corporate Policy Development, *De La Salle University, Manila*

70. Turkulainen T, Katajajuuri J. (2000). Applying LCA to integrated resource and waste management –Substitution of primary energy resources. *IEE Reports. Espoo: VTT Chemical Technology*;

71. U.S. EPA, 2009 U.S. EPA, Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts, http://www.epa.gov/nrmrl/std/sab/traci/(accessed 30/8/2009)

72. Udo de Haes et al. (2002) The conceptual structure of life-cycle impact assessment, Pensacola, *FL, USA: SETAC Press*

73. Udo de Haes, HA (ed.) (1996): Towards a methodology for life cycle impact assessment. SETAC

74. Udo de Haes, HA, Finnveden, G, Goedkoop, M, Hauschild, MZ, Hertwich, E, Hofstetter, P, Klöpffer, W, Krewitt, W, Lindeijer, E, Jolliet, O, Mueller-Wenk, R, Olsen, S, Pennington, D, Potting, J, and Steen, B (eds.) (2002): Life Cycle Impact Assessment: Striving towards best practice. ISBN 1-880611-54-6, *SETAC Press, Pensacola, Florida*

75. Velis Costas A. , Rotter V. Susanne , Lasaridi Katia, 2009. MBT-derived SRF: State-of-the-art in Europe. Will Quality Management Deliver? EEDSA workshop - 28 May 2009, Athens, Greece, Hellenic Solid Waste Management Association

76. Villanueva Al., Kristensen K.B., Nanja (2006). ‘Paper and Cardboard – Recovery or Disposal? *Technical report Nr. 5*, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark

77. Wanichpongpan W., Gheewala S.H. 2007. Life cycle assessment as a decision support tool for landfill gas-to energy projects. *Journal of Cleaner Production*, **15**, pp.1819-1826

78. Wenzel Henrik, Villanueva Alejandro, Willum Ole, Bey Niki, Vrgoc Marko and Frees Niels. (2005). "The significance of boundary conditions and assumptions in the environmental life cycle assessment of waste management strategies. An analytical review of existing studies" *Technical University of Denmark*, Denmark.

79. White PR, Franke M, Hindle P. (1995). Integrated solid waste management: a lifecycle inventory. *Glasgow*: *Blackie Academic & Professional*;

80. Winkler, J., Bilitewski, B., 2007. Comparative evaluation of life cycle assessment models for solid waste management. Waste Management **27**, pp.1021–1031.

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Αμπελιώτης Κ. (2009). Τι έχει να προσφέρει η Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) στη Διαχείριση των Στερεών Αποβλήτων; *Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο*.

2. ΕΚΠΑ (Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών)/Εργαστήριο Χημείας Περιβάλλοντος, Γεωπονικό Παν/μιο Αθηνών, Πολυτεχνείο της Δρέσδης/ Ινστιτούτο Διαχείρισης Αποβλήτων και Ρυπασμένων Περιοχών. Υποπρόγραμμα-2, «Προσδιορισμός Φυσικοχημικών Παραμέτρων και Ποιοτικής Σύστασης Απορριμμάτων Λεκανοπεδίου Αττικής», 2008.

3. ΕΚΠΑ (Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών)/Εργαστήριο Χημείας Περιβάλλοντος, Γεωπονικό Παν/μιο Αθηνών, Πολυτεχνείο της Δρέσδης/ Ινστιτούτο Διαχείρισης Αποβλήτων και Ρυπασμένων Περιοχών. «Τελική έκθεση αξιολόγησης έλεγχου της λειτουργιάς και της απόδοσης του ΕΜΑΚ κατά τη β' φάση της αποδοτικής λειτουργιάς», 2008.

4. ΕΚΠΑ (Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών)/Εργαστήριο Χημείας Περιβάλλοντος, Γεωπονικό Παν/μιο Αθηνών, Πολυτεχνείο της Δρέσδης/ Ινστιτούτο Διαχείρισης Αποβλήτων και Ρυπασμένων Περιοχών. Υποπρόγραμμα-4, «Ποιοτικός έλεγχος των Ανακτώμενων προϊόντων του ΕΜΑΚ κατά τη β' φάση της αποδοτικής λειτουργιάς», 2008.

5. ΕΠΕΜ Α.Ε, "Μελέτη μονάδας μηχανικής επεξεργασίας απορριμμάτων Δυτ Μακεδονίας", Φεβρουάριος 2006

6. ΕΠΕΜ Α.Ε, ENVIROPLAN Α.Ε, Ι. ΦΡΑΝΤΖΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Π.Ε, (2009) «Μελέτη Αξιολόγησης Μεθόδων Επεξεργασίας Σύμμεικτων Απορριμμάτων στο Νομό Αττικής»

7. ΕΠΕΜ Α.Ε., "Mechanical Biological pre-treatment of MSW" Seminar by Mr. R. Stegmann in EPEM premises, February 2006

8. ΕΠΕΜ Α.Ε., “Θέματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων ... εν θερμώ”, 2005

9. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, “Κείμενο αναφοράς βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών για την επεξεργασία αποβλήτων ”, Ευρωπαϊκό Γραφείο για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης, Αύγουστος 2006

10. Λαζαρίδη Κ., Κανακόπουλος Δ., Κομίλης Δ., Κουλουμπής Π., Λώλος Γ., Σκουλαξινού Σ., Φιλιππούσης Α. (2003). Τεχνολογίες Βιοεπεξεργασίας Στερεών Οργανικών Αποβλήτων, ΜΟΕ Οργανικών, *ΕΕΔΣΑ*

11. Λάλας Δ., Γεωργοπούλου Ε., Γιδαράκος Ε., Γκέκας Ρ., Λαζαρίδη Α., Μαυρόπουλος Α., Μοιρασγεντής Σ., Σελλάς Ν. 2007. «Εκτίμηση των Γενικευμένων Επιπτώσεων και Κόστους Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Ινστιτούτο Τοπικής Αυτοδιοίκησης, Αθήνα. Διαθέσιμο από http://www.ita.org.gr/library/Downloads/docs/Final.pdf (accessed 30/8/2009)

12. Μ. Αβρααμίδης, Ν. Κυθραιώτου και Δ. Φάττα. (2007). Ανάλυση Κύκλου Ζωής ως Υποστηρικτικό Εργαλείο Λήψης Αποφάσεων για την Οικολογική Παραγωγή Ελειόλαδου Εργαστήριο Μηχανικής Περιβάλλοντος ΓΑΙΑ, *Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Κύπρου*