

2011

Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας τμήμα
Μηχανολόγων
Μηχανικών

Δημήτρης
Παναγιωτακόπουλος



**[ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ-
WASTE MANAGEMENT]**

Πτυχιακή εργασία του φοιτητή Παναγιωτακόπουλου Δημήτριου με επιβλέπον
καθηγητή Αρ. Γιώργο Σαχαρίδη



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 9624/1
Ημερ. Εισ.: 12-07-2011
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΜΜ
2011
ΠΑΝ

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω για την συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας τον επιβλέποντα καθηγητή μου dr Σαχαρίδη Γεώργιο για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε, τόσο για τις πληροφορίες που μου παρείχε και συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της εργασίας όσο και για τον συντονιστικό του ρόλο κατά τη διάρκεια περαίωσης της. Επιπλέον, να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τους φίλους μου και την κοπέλα μου για την συμπαράσταση και την κατανόηση που επέδειξαν τους έξι μήνες συγγραφής της εν λόγω εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την διαχείριση απορριμμάτων με την ευρεία έννοια του όρου. Αρχικά, παρουσιάζονται διαφορες τεχνικές αντιμετώπισης των αποβλήτων, περιγράφονται οι διαδικασίες και εκθέτονται τα αποτελέσματα και οι επιπτώσεις της χρήσης τους. Κατόπιν παρουσιάζονται συστήματα ανάλυσης για τη διαχείριση των απορριμμάτων, μέθοδοι που εφαρμόζονται σε ευρωπαϊκό επίπεδο αλλά και από τα κράτη μέλη. Παράλληλα, εκθέτονται τεχνικές και πολιτικές αντιμετώπισης σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με παραδείγματα συγκεκριμένων πόλεων. Τέλος, παρουσιάζεται η κατάσταση στον ελλαδικό χώρο και οι έως τώρα εφαρμογές και προτείνονται μελλοντικές προοπτικές ανάπτυξης για τη διαχείριση των απορριμμάτων σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ, ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

1.1 Ανακύκλωση

1.1.1 Ορισμός.....	σελ.8
1.1.2 Ο ρόλος της ανακύκλωσης στη διαχείριση των απορριμμάτων	σελ. 8-9
1.1.3 Ανακυκλώσιμα υλικά.....	σελ. 9-12
1.1.4 Η διαλογή στην πηγή	σελ. 12-13
1.1.4.1 Διαλογή από τον καταναλωτή και συλλογή από την οικία του .	σελ. 13-14
1.1.4.2 Διαλογή από τον καταναλωτή και συλλογή από συγκεκριμένα δοχεία-κάδους.....	σελ. 14
1.1.4.3 Συλλογή από κέντρα συγκέντρωσης απορριμμάτων	σελ. 14-15
1.1.5 Κέντρα Ανακύκλωσης Υλικών	σελ. 15-17
1.1.6 Μηχανική διαλογή	σελ. 17-18
1.1.7 Συμπεράσματα	σελ.18-19

1.2 Θερμική επεξεργασία

1.2.1 Ορισμός.....	σελ. 19
1.2.2 Διακριτοποίηση.....	σελ. 19
1.2.3 Αποτέφρωση	σελ. 19
1.2.3.1 Ορισμός.....	σελ. 19
1.2.3.2 Περιγραφή διαδικασίας.....	σελ. 20-23
1.2.3.3 Συμπεράσματα.....	σελ. 23

1.2.4 Πυρόλυση.....	σελ. 24
1.2.4.1 Ορισμός.....	σελ. 24
1.2.4.2 Περιγραφή διαδικασίας.....	σελ. 24-26
1.2.4.3 Συμπεράσματα.....	σελ. 26
1.2.5 Αεριοποίηση	σελ. 27
1.2.5.1 Ορισμός.....	σελ.27
1.2.5.2 Περιγραφή διαδικασίας.....	σελ. 27
1.2.5.3 Συμπεράσματα	σελ. 28
1.2.6 Τεχνική Πλάσματος	σελ. 28
1.2.6.1 Ορισμός.....	σελ. 28
1.2.6.2 Περιγραφή διαδικασίας.....	σελ. 28-30
1.2.6.3 Συμπεράσματα	σελ. 30-31
1.3 Βιολογική Επεξεργασία	
1.3.1 Ορισμός.....	σελ. 31
1.3.2 Αερόβια Βιοσταθεροποίηση Οργανικού Κλάσματος Απορριμμάτων	
1.3.2.1 Περιγραφή διαδικασίας.....	σελ. 32-35
1.3.3 Αναερόβια Επεξεργασία Οργανικού Κλάσματος Οικιακών Απορριμμάτων	
1.3.3.1 Περιγραφή διαδικασίας.....	σελ. 36-39
1.3.4. Συμπεράσματα	σελ. 39

1.4 Υγειονομική Ταφή

1.4.1 Ορισμός.....	σελ. 39-41
1.4.2 Κριτήρια Επιλογής Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων.....	σελ.41-42
1.4.3 Μέθοδοι Υγειονομικής Ταφής.....	σελ. 42
1.4.4 Διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο ΧΥΤΑ.....	σελ. 43
1.4.5 Έργα Υποδομής ΧΥΤΑ.....	σελ. 44
1.4.6 Συμπεράσματα.....	σελ. 44-45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΙΚΕΣ ΧΩΡΕΣ

2.1 Εισαγωγή.....	σελ. 46-49
2.2 Ισχύουσες πρακτικές διαχείρισης στην Ε.Ε.....	σελ. 49-51
2.3 Τεχνικές συστημάτων ανάλυσης.....	σελ. 51-52
2.3.1 Συστήματα μηχανικών μοντέλων.....	σελ. 52-54
2.3.2 Συστήματα αξιολογητικών εργαλείων.....	σελ. 54-59
2.4 Ανάλυση συστημάτων που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων στις Ευρωπαϊκές Χώρες.....	σελ. 59
2.4.1 Μεθοδολογία.....	σελ.59
2.4.2 Συστήματα διαχείρισης αποβλήτων στις Ευρωπαϊκές Χώρες.....	σελ. 59-66
2.4.3 Συγκριτική ανάλυση.....	σελ. 66-78

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΡΟΤΩΤΥΠΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΙΚΕΣ ΧΩΡΕΣ

3.1 Πολιτική Βελγίου

- 3.1.1 Φορολογία και τεχνική της γκρί σακούλαςσελ. 79
- 3.1.2 Αποτελέσματα.....σελ. 80

3.2 Πολιτική Δανίας

- 3.2.1 Σύστημα βάση βάρους απορριμμάτων σελ. 80-81
- 3.2.2 Αποτελέσματα.....σελ.81
- 3.2.3 Αντιδραστήρες αποτέφρωσης..... σελ. 81-83
- 3.2.4 Αποτελέσματα.....σελ. 83

3.3 Πολιτική Γερμανίας

- 3.3.1 Τρομεροί ρυθμοί ανακύκλωσης στο Neustadt der Weinstrasse.... σελ. 84-85

3.4 Πολιτική Ιταλίας

- 3.4.1 Ανταποδοτικό σύστημα της πόλης Forlì.....σελ. 86
- 3.4.2 Αποτελέσματα.....σελ. 86

3.5 Πολιτική Ολλανδίας

- 3.5.1 Συλλογή πόρτα – πόρτα για τις πόλεις του Drecht σελ. 86-87
- 3.5.2 Αποτελέσματα..... σελ. 87-88

3.6 Πολιτική Σουηδίας

- 3.6.1 Διαχείριση απορριμμάτων στη πόλη του Tampere.....σελ. 88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

4.1 Εισαγωγή	σελ. 89-90
4.2 Σύγχρονη ιστορική αναδρομή	σελ. 90-92
4.3 Εφαρμοζόμενες μέθοδοι αντιμετώπισης απορριμμάτων	σελ. 92-97

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Μελλοντικές προοπτικές των συστημάτων ανάλυσης για τη διαχείριση των στερεών απορριμμάτων στην Ευρώπη

5.1.1 Σύγχρονη κατάσταση και όρια	σελ. 98-99
5.1.2 Πρόοδος στη γνώση διαχείρισης αποβλήτων	σελ. 99-100
5.1.3 Μελλοντικές ανάγκες για έρευνα	σελ.100-101
5.2 Συμπεράσματα	σελ. 101-102

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ. 104-127
---------------------------	--------------

Κεφάλαιο 1

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ, ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

1.1 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

1.1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Ανακυκλωση απορριμμάτων μπορεί να οριστεί ως η διαδικασία με την οποία επαναχρησιμοποιείται εν μέρει ή ολικά οτιδήποτε αποτελεί αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας και το οποίο στην μορφή που είναι, δεν αποτελεί πλέον χρήσιμο προϊόν για τον άνθρωπο. Κατά τη διαδικασία αυτή τα απορρίμματα συλλέγονται, επεξεργάζονται και μετατρέπονται σε πρώτες ύλες από τις οποίες παράγονται νέα προϊόντα, έτοιμα να χρησιμοποιηθούν εκ νέου.

1.1.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Η συνεχής και αλόγιστη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων του πλανήτη δημιουργεί την επιτακτική ανάγκη για ανακύκλωση. Ο ρόλος της εν λόγω διαδικασίας είναι βαρύνουσας σημασίας καθώς επιτυγχάνεται μείωση των απορριμμάτων, άμεση εξοικονόμηση χρημάτων αλλά κυρίως μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα, η αποφυγή καύσης των απορριμμάτων που ανακυκλώνονται καθώς και η παραγωγή προϊόντων από τα ανακυκλώσιμα υλικά, και δίχως τη χρήση νέων πρώτων υλών, συντελούν στη βελτιστοποίηση και προστασία των περιβαλλοντικών συνθηκών. Στα παραπάνω αξίζει να προστεθεί και η απομάκρυνση επικίνδυνων και τοξικών υλικών από τα απορρίμματα πριν την τελική τους διάθεση. Γίνεται ταυτόχρονα εύκολα αντιληπτό το διαφαινόμενο οικονομικό κέρδος που προκύπτει από την όλη διαδικασία.

Συμπληρωματικά, δίνεται λύση στη δυσκολία ανεύρεσης χώρων υγειονομικής ταφής, τροχοπέδη της οποίας είναι η έλλειψη χώρων αλλά και η προβολή κοινωνικών αντιδράσεων – κυρίως των κατοίκων των περιοχών. Επιτυγχάνεται, έτσι, ο περιορισμός των χωματερών αλλά κυρίως η εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας.



Σχήμα 1.1 Κύκλος επαναχρησιμοποίησης καθημερινών συσκευασιών-προϊόντων

Οι πρώτες ύλες που ανακυκλώνονται είναι πολλές και διάφορες. Το συντριπτικό ποσοστό των προϊόντων που πωλούνταν στα supermarket και αποτελούν είδη καθημερινής ή τακτικής χρήσης είναι επαναχρησιμοποιήσιμα. Όπως φαίνεται και στο άνωθεν σχήμα, υπάρχει η δυνατότητα ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των διαφόρων αυτών συσκευασιών και δημιουργία ενός αέναου κύκλου ζωής τους.

1.1.3 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ

Με τον ορό ανακυκλώσιμα υλικά εννοούμε τα υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν, δηλαδή να επαναχρησιμοποιηθούν στην παραγωγική διαδικασία ακόμη και μετά το διαφανόμενο τέλος χρήσης τους. Παρουσιάζονται παρακάτω διάφορα ανακυκλώσιμα υλικά:

- Χαρτί,
- Διάφορα μέταλλα, με κυριότερα τους χάλυβες, το λευκοσίδηρο το χαλκό και το αλουμίνιο,
- Γυαλί,
- Πλαστικό,
- Υπολείμματα φαγητών (λίπασμα),
- Φυτική χαβούζα (ξύλα, κλαδιά, φύλλα).

Χαρτί: το χαρτί αποτελεί ένα από το πιο εύκολα ανακυκλώσιμα υλικά (ενδεχομένως το ευκολότερο). Η ποιότητα του συνίσταται κυρίως στις φυτικές ίνες από τις οποίες αποτελείται. Το μέγεθος τους καθορίζει τον τρόπο επανένταξης του στον παραγωγικό κύκλο αλλά και τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά, βασική συντεταγμένη για την τιμή πώλησης του. Η αέναη, βεβαία, επαναχρησιμοποίηση του είναι αποτρεπτική καθώς ανασταλτικός παράγοντας είναι η καταστροφή των ινών του από το νερό που χρησιμοποιείται κατά την διαδικασία της ανακύκλωσης. Ορισμένα είδη χαρτιού είναι τα χαρτόνια, οι χαρτόκουτες, χαρτί υψηλής ποιότητας, χαρτικά, είδη υγιεινής κ.α.

Χάλυβες (σιδηρούχα μέταλλα): οι χάλυβες συναντώνται κυρίως σε μεταλλικές συσκευασίες με λεπτή επικάλυψη κασσιτέρου. Διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα απορρίμματα με τη χρήση κυρίως μαγνητών.

Αλουμίνιο: το αλουμίνιο είναι υλικό αξιόλογα εύχρηστο στην παραγωγική διαδικασία. Αυτό συμβαίνει αφενός μεν λόγω της υψηλής ποιότητας του αλλά και των οικονομικών οφελών που αποκομίζουν οι βιομηχανίες από τη χρήση του (χαμηλό βάρος αλλά και ενεργειακά οφέλη). Αφετέρου, δε, από την αέναη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του μιας και δεν αλλοιώνονται οι ιδιότητες του. Συναντάται κυρίως σε κουτάκια αναψυκτικών και μπίρας.

Γυαλί: συναντάται σε πολλές εκφάνσεις της καθημερινής ζωής καθώς είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο υλικό. Κυρίως χρησιμοποιείται για μπουκάλια αναψυκτικών ή φάρμακων ή άλλων υγρών γενικότερα. Κατά την ανακύκλωση του κατηγοριοποιείται ανάλογα με το χρώμα του, σε λευκό, πράσινο και καφέ.

Πλαστικό: το πλαστικό είναι το πιο σύνθετο υλικό ανακύκλωσης. Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στη φυσικοχημική του σύσταση και στις πολλές προσμίξεις που επιδέχεται. Στην ανακύκλωση συλλέγονται οι κατηγορίες PVC που χρησιμοποιείται σε συσκευασίες καλλυντικών, λιπαντικών κ.τ.λ., PET που συναντάται σε συσκευασίες ανθρακούχων αναψυκτικών και HDPE σε συσκευασίες γάλακτος, νερού κ.τ.λ.. Η αναθέρμανση που απαιτείται για την επαναχρησιμοποίησή τους, ρίχνει την ποιότητα του τελικού προϊόντος με αποτέλεσμα να αλλάζει και η χρήση τους (μετά την ανακύκλωση χρησιμοποιούνται για κάδους απορριμμάτων, συσκευασίες μη υγειονομικού ενδιαφέροντος, προϊόντα κ.τ.λ.)

Υπολείμματα φαγητών: αυτά αποτελούν την κύρια οργανική υλη των απορριμμάτων. Χρησιμοποιούνται για την παράγωγή compost, δηλαδή εδαφοβελτιωτικού υλικού. Μεγαλύτερη αναφορά γίνεται στην βιοσταθεροποίηση.

Φυτική γαβούζα: απαρτίζεται από φύλλα, κλαδιά, γεωργικά υπολείμματα. Χρησιμοποιείται για την παράγωγή καύσιμης ύλης, γνωστής ως pellet. Τα pellets είναι είδος βιοκαυσίμου ιδιαίτερα χρήσιμο στην παράγωγή θερμότητας.

Ανακυκλώσιμα προϊόντα είναι:

- Μεγάλες οικιακές συσκευές (ψυγεία, πλυντήρια κλπ.),
- Μικροσυσκευές που διευκολύνουν τη ζωή (κλιματιστικά, φωτιστικά είδη, συσκευές τηλεπικοινωνίας κλπ.)
- Όλα τα είδη μπαταριών,
- Προϊόντα εικόνας και ήχου,
- Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία και παιχνίδια,
- Ιατροτεχνολογικά προϊόντα,
- Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου,
- Συσκευές αυτόματης διανομής,
- Ηλεκτρονικοί υπολογιστές,
- Καταλύτες εξάτμισης οχημάτων,
- Ελαστικά αυτοκινήτων,
- Γενικότερα τα αυτοκίνητα (μέσω προγραμμάτων απόσυρσης),
- Μεταλλικές κατασκευές (σκαρμό),
- Έλαια,
- Ρούχα και παπούτσια.

Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτό ότι υπάρχει πληθώρα προϊόντων που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, καλύπτοντας μάλιστα μια ευρεία γκάμα παραγωγικών τομέων.

Σημαντικό ρολό, εντούτοις, στη διαδικασία της ανακύκλωσης διαμορφώνει και η πυκνότητα των διαφόρων επαναχρησιμοποιήσιμων υλικών. Μέσω αυτής μπορεί να γίνει προσεκτικότερη μελέτη των παραμέτρων που συνιστούν το τελικό αποτέλεσμα. Έτσι, λοιπόν, καθορίζεται η σχέση βάρους – χωρητικότητας για τα διάφορα είδη απορριμμάτων, ο τρόπος συλλογής και μεταφοράς τους (χρησιμοποιούμενα μηχανήματα, απαιτούμενοι κάδοι, ρυθμός συλλογής κτλ).

ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/m ³)	ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/m ³)
Κουτιά αλουμινίου	45	Γυαλί ελαφρά θραυσμένο	1070
Κουτιά Al, συμπιεσμένα	150	Γυαλί καλά θραυσμένο	1600
Κουτιά σιδερένια	90	Εφημερίδες χύμα	300-360
Κουτιά Fe, συμπιεσμένα	470-535	Χαρτί τεμαχισμένο & δεματοποιημένο	450
Γυάλινα μπουκάλια	600	Πλαστικά μπουκάλια	13
		Πλαστικά μπουκάλια, λειοτεμαχισμένα	360

Πινάκας 1.1 Πυκνότητες ανακυκλώσιμων υλικών

Όπως φαίνεται και στον άνωθεν πίνακα 1.1 και γίνεται εύκολα κατανοητό, σημαίνοντα ρολό παίζει η όσο το δυνατόν καλύτερη συμπίεση των υλικών (ή τεμαχισμός τους), προκειμένου να αυξηθεί η πυκνότητα τους και να εξοικονομηθεί χώρος.

1.1.4 ΔΙΑΛΟΓΗ ΣΤΗ ΠΗΓΗ

Με τον όρο διαλογή στην πηγή προσδιορίζεται ο τρόπος βάση του οποίου θα ξεχωρίζονται τα ανακυκλώσιμα απορρίμματα, από τα υπόλοιπα, από τον καταναλωτή ή ρίπτη (απορριμμάτων). Ο διαχωρισμός αυτός, φυσικά, προϋποθέτει την συλλογή των αποβλήτων σε ξεχωριστούς κάδους, όπως απεικονίζεται παραστατικά στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 1.1 Κάδοι συλλογής απορριμμάτων

Χρησιμοποιούμενες μέθοδοι επίτευξης της διαδικασίας αυτής είναι οι κάτωθι:

1. Διαλογή από τον καταναλωτή και συλλογή από τη οικία του - η μέθοδος αυτή είναι γνωστή ως door to door collection (συλλογή πόρτα-πόρτα),
2. Διαλογή από τον καταναλωτή και συλλογή από συγκεκριμένα δοχεία-κάδους,
3. Συλλογή από κέντρα συγκέντρωσης απορριμμάτων.

Οι τρεις αυτές μέθοδοι συλλογής των απορριμμάτων αξιολογούνται βάση του ποσοστού συμμετοχής, του κόστους συλλογής, των οργανωτικών δυσκολιών και της ποιότητας των προϊόντων που προκύπτουν από τη διαδικασία.

1.1.4.1 Διαλογή από τον καταναλωτή και συλλογή από την οικία του

Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή ο καταναλωτής θα ξεχωρίζει τα απορρίμματα του μόνος του στο σπίτι σε διαφορετικές σακούλες ή κάδους. Κατόπιν, απορριμματοφόρα θα διέρχονται ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα από την οικία του και θα τα συλλέγουν. Πρόκειται για μια διαδραστική διαδικασία ανάμεσα στον καταναλωτή και τον συλλέκτη και προϋποθέτει, όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό την ενεργό συμμετοχή του πρώτου. Η συμβολή του καταναλωτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη εντούτοις η μέθοδος αυτή τον διευκολύνει αρκετά αφού η συγκομιδή των απόβλητων γίνεται από την οικία του, χωρίς να πρέπει ο ίδιος να τα μεταφέρει κάπου. Μεγαλώνει, έτσι, η αποτελεσματικότητα της μεθόδου και της ανακύκλωσης. Ταυτόχρονα, όμως, αυξάνεται αρκετά και το κόστος, καθιστώντας την διαδικασία αυτή την συγκριτικά πιο δαπανηρή. Συγκεκριμένα, αυξάνεται πολύ το αρχικό κόστος

επένδυσης αλλά και τα λειτουργικά κόστη. Παράλληλα, εκτινάσσεται ο βαθμός δυσκολίας περαίωσης της διαδικασίας, καθώς θα πρέπει τα οχήματα συλλογής να περνούν από το κάθε σπίτι ξεχωριστά και όχι από συγκεκριμένα σημεία εναπόθεσης.

1.1.4.2 Διαλογή από τον καταναλωτή και συλλογή από συγκεκριμένα δοχεία-κάδους

Η δεύτερη αυτή διαδικασία είναι και πιο δημοφιλής έναντι των υπολοίπων δύο. Ο καταναλωτής μεταφέρει τα ανακυκλώσιμα απορρίμματα του σε κάδους τοποθετημένους κοντά στην κατοικία του, αν πρόκειται για οικιακά καθημερινά ή σε συγκεκριμένα σημεία απόρριψης ανακυκλώσιμων, αν πρόκειται για άλλου είδους άχρηστα για αυτόν αντικείμενα (π.χ. μπαταρίες). Οι κάδοι είναι είτε διαφορετικοί για το κάθε ανακυκλώσιμο υλικό είτε ένας ενιαίος. Στην δεύτερη περίπτωση απαιτείται διαχωρισμός των απορριμμάτων από τα κέντρα ανακύκλωσης, μέρη όπου προσκομίζονται για επεξεργασία πριν την τελική διάθεση. Η συλλογή, εν συνεχεία, γίνεται από απορριμματοφόρα από τα σημεία απόρριψης. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η μέθοδος αυτή αποτελεί τη μέση λύση όσον αφορά το κόστος συλλογής και το ποσοστό συμμετοχής του ρίπτη αλλά παρουσιάζει τις μεγαλύτερες απαιτήσεις όσον αφορά τις οργανωτικές ανάγκες και την καθαρότητα του προϊόντος.

1.1.4.3 Συλλογή από κέντρα συγκέντρωσης απορριμμάτων

Η μέθοδος αυτή αναφέρεται στην προσκόμιση απορριμμάτων από τον καταναλωτή στο κέντρο ανακύκλωσης υλικών (Κ.Α.Υ.). Εκεί πραγματοποιείται διαλογή είτε μηχανικά είτε χειρονακτικά, με την βοήθεια εργατών. Αξίζει στο σημείο αυτό να αναφερθεί ότι ένας εργάτης έχει αποδοτικότητα 6 τόνους σκουπιδιών ανά ημέρα ενώ ο μηχανολογικός εξοπλισμός 10 τόνους. Την ίδια στιγμή, όμως, το κόστος ενός μηχανήματος είναι 75% έως 100% μεγαλύτερο απ' αυτό του ανθρωπίνου δυναμικού. Σε κάθε περίπτωση, εντούτοις, τα προϊόντα που σχηματίζονται από τη διαδικασία είναι πολύ καλής ποιότητας και πληρούν τα ποιοτικά πρότυπα (standards) των βιομηχανιών. Επιπρόσθετα η μέθοδος αυτή έχει τις μικρότερες απαιτήσεις όσον αφορά το κόστος συλλογής και την οργάνωση της διαδικασίας, μιας και ο ρίπτης συμβάλει καθοριστικά. Γίνεται φανερό ότι εξοικονομείται, με αυτόν τον τρόπο, μεγάλο κεφάλαιο επένδυσης αλλά χρειάζεται επικουρικά μεγαλύτερη συμμετοχή από τον καταναλωτή.

Όλα τα προγράμματα ΔσΠ (Διαλογής στην Πηγή) διαμορφώνονται βάση συγκεκριμένων παραγόντων. Μερικοί από αυτούς είναι:



- Το μέγεθος του πληθυσμού και η έκταση της περιοχής,
- Τοπογραφικοί παράγοντες δόμησης της περιοχής και η προσβασιμότητα της,






- Γεωγραφική τοποθέτηση της περιοχής (σε αστικό κέντρο, στην επαρχία),
- Κοινωνικά, πολιτικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των κατοίκων (όπως το μορφωτικό επίπεδο),
- Βαθμός ενημέρωσης και συγκαταβατικότητας των κατοίκων,
- Ταχύτητα συλλογής των απορριμμάτων (συνδέεται άμεσα με τη ζήτηση),
- Οικονομικά μεγέθη της επένδυσης (όπως το κόστος ή το κέρδος).

1.1.5 ΚΕΝΤΡΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Τα Κέντρα Ανακύκλωσης είναι σωστά οργανωμένοι χώροι, κυρίως δημοτικοί, στους οποίους μπορεί να μεταφέρουν οι δημότες μόνοι τους διάφορα υλικά για επαναχρησιμοποίηση κι ανακύκλωση. Για παράδειγμα έπιπλα, χρησιμοποιημένα ρούχα, ηλεκτρικές – ηλεκτρονικές συσκευές, παιδικά παιχνίδια, κλαδέματα, οικιακά μπάζα, υπολείμματα χρωμάτων που μπορεί να χρησιμοποιηθούν από άλλους, επικίνδυνα οικιακά απόβλητα, και φυσικά και όλα τα γνωστά υλικά (συσκευασίες, χαρτί κ.α.).

Στα Κέντρα Ανακύκλωσης Υλικών (Κ.Α.Υ.), πραγματοποιείται η ταξινόμηση και ο διαχωρισμός των υλικών συσκευασίας, σε επιμέρους κατηγορίες όπως: χαρτί-χαρτόνι συσκευασίας, χαρτί εντύπων, χάρτινες συσκευασίες υγρών, πλαστικές φιάλες PET, πλαστικές φιάλες HDPE, λοιπές πλαστικές συσκευασίες (PP/PS), πλαστικό φιλμ, γυάλινες φιάλες και δοχεία, συσκευασίες απόαλουμίνιο και λευκοσίδηρο.Περισσότερες λεπτομέρειες για το είδος και τη διαφορετικότητα των πλαστικών παρουσιάζονται παρακάτω.

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΚΩΔΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΕΙΔΟΣ	ΧΡΗΣΗ
	PET ή PETE	Τερεφθαλικός πολυεστέρας (Τερεφθαλικός εστέρας του πολυαιθυλενίου)	Μπουκάλια αναψυκτικών και δίσκοι με έτοιμο φαγητό για το φούρνο. Τα υπολείμματα του PET χρησιμοποιούνται για γέμισμα σε τζάκετ. υπνόσακους, μαξιλάρια. ταπετσαρίες επίπλων και χαλιά.
	HDPE	Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας	Μπουκάλια γάλα. απορρυπαντικά για πιάτα. έπιπλα κήπου. ανθοδοχεία.

	PVC	Χλωριούχο πολυβινύλιο	παιχνίδια, κλπ. Δίσκοι φαγητού, διάφανες μεμβράνες, μπουκάλια για μεταλλικό νερό και σαμπουάν, δίσκοι μουσικής, κρεμάστρες, πλακάκια, κλπ.
	LDPE	Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας	Τσάντες για ψώνια και εσωτερικό κάδων
	PP	Πολυπροπυλένιο	Δοχεία για μαργαρίνη και δίσκοι φαγητού για το φούρνο μικροκυμάτων Κεσεδάκια για γιαούρτι, συσκευασίες κρέατος ή ψαριού, συσκευασίες για χάμπουργκερ, αυγοθήκες, ή πλαστικά ποτήρια για καφέ από μηχανήματα, πλαστικά μαχαιροπήρουνα, προστατευτικές συσκευασίες για ηλεκτρονικά είδη και παιχνίδια.
	PS	Πολυστυρόλιο πολυστυρένιο	ή πλαστικά ποτήρια για καφέ από μηχανήματα, πλαστικά μαχαιροπήρουνα, προστατευτικές συσκευασίες για ηλεκτρονικά είδη και παιχνίδια.
	ΑΛΛΑ	Όλα τα άλλα πλαστικά που δεν ανήκουν σε κάποια από τις παραπάνω κατηγορίες (όπως Ακρυλονιτρίλιο, Βουταδιένιο, Στυρόλιο ABS, κλπ)	Η μελαμίνη που χρησιμοποιείται για πλαστικά πιάτα και φλυτζάνια

Πίνακας 1.2 Κατηγορίες πλαστικών

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε την διαφορετικότητα που παρουσιάζεται ανάμεσα στα Κ.Α.Υ., σχετικά με τον τρόπο λειτουργίας τους. Έτσι, συναντώνται κέντρα συλλογής όπου δέχονται μόνο αεροδιαχωρίσιμα απορρίμματα, δηλαδή ήδη κατανεμημένα στις διαφορετικές κατηγορίες ανακύκλωσης, από τον καταναλωτή- ιδιαίτερα σημαίνουν ο ρόλος του σ' αυτή την περίπτωση- ενώ τα περισσότερα εφαρμόζουν επί τόπου διαλογή. Για την πρόοδο της διαδικασίας χρησιμοποιούνται μια ή δυο γραμμές παράγωγης (ρεύματα). Στην δεύτερη περίπτωση το ένα ρεύμα απασχολείται αποκλειστικά με την επεξεργασία του χαρτιού, που άλλωστε είναι σχετικά πιο εύκολη. Κατόπιν, επιβάλλονται διάφορες τεχνικές διαχωρισμού των διαφόρων υλικών είτε μηχανικές είτε χειρωνακτικές, με σκοπό τη διαλογή των προϊόντων και την κατάταξη τους σε κατηγορίες ανάλογα φυσικά με την πρώτη υλη αλλά και βάση της ποιότητας τους. Τέλος, τα υλικά συσκευασίας

συμπιέζονται (εκτός από το γυαλί) δεματοποιούνται και προωθούνται σε αντίστοιχες βιομηχανίες για την περαιτέρω αξιοποίησή τους.

1.1.6 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΑΛΟΓΗ

Η διαλογή των απορριμμάτων και η κατάταξη τους (ομαδοποίηση) μπορεί να γίνει με δυο τεχνικές: την χειροκίνητη και την μηχανική. Στην πρώτη (αναφέρεται ως manual) η συμβολή του ανθρώπινου παράγοντα είναι σημαντική και καθοριστική, καθώς εργάτες ξεχωρίζουν και ταξινομούν τα διάφορα υλικά. Η μηχανική, από την άλλη, είναι μια αυτοματοποιημένη διαδικασία κατά την οποία οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα, χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

- Μείωση του μεγέθους: Ο υποβιβασμός του μεγέθους των απορριμμάτων επιτυγχάνεται με διάφορους μύλους (ή trimmer) είτε σε όλον τον όγκο των απορριμμάτων είτε σε ομάδες αυτών,
- Διαχωρισμός και ταξινόμηση: Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη για το διαχωρισμό των απορριμμάτων βάση της φυσικοχημικής τους σύστασης και ιδιοτήτων (π.χ. χρήση μαγνητών για την ανάκτηση των σιδηρούχων μετάλλων).

Αναλυτικότερα ο μηχανικός διαχωρισμός περιλαμβάνει τις παρακάτω διεργασίες:

1. Ζύγισμα,
2. Διαλογή,
3. Θραύση,
4. Κοσκίνισμα.

Σε πρώτη φάση πραγματοποιείται μια προπεξεργασία προκειμένου να μειωθεί το μέγεθος των απορριμμάτων και να γίνει ένα είδος κατηγοριοποίησης. Έτσι, χρησιμοποιούνται trimmer ή μύλοι και κόσκινα. Κατά την διαδικασία αφαιρούνται τα ογκώδη αντικείμενα και κατόπιν τα σιδηρούχα αντικείμενα με τη χρήση μαγνήτη αλλά και όλα τα υπόλοιπα μέταλλα καθώς τα απορρίμματα κατευθύνονται με τη χρήση ράουλων σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Φωτογραφική αναπαράσταση της διαδικασίας απεικονίζεται στην εικόνα 1.2. Για τον διαχωρισμό των ελαφρότερων προϊόντων χρησιμοποιείται αεροδιαχωρισμός (αέρας με μεγάλη πίεση) ενώ για τον



Εικόνα 1.2 Βιομηχανική γραμμή διαλογής αποβλήτων

διαχωρισμό των πιο πυκνών προϊόντων χρησιμοποιούνται βαλλιστικά κόσκινα, διαδικασία κατά την οποία τα απορρίμματα αφήνονται (πετώνται) σε ταινία που κινείται με μεγάλη ταχύτητα. Έτσι, τελικά, πραγματοποιείται μια κατηγοριοποίηση των προϊόντων βάση μεγέθους και υλικού κατασκευής προκειμένου να γίνει καλύτερη επεξεργασία.

1.1.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μέθοδος της ανακύκλωσης είναι πλέον απαραίτητη στη σύγχρονη καθημερινότητα. Ο ρόλος της είναι κυρίως επικουρικός στην συνολικότερη αντιμετώπιση των απορριμμάτων αλλά την ίδια στιγμή αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της.

Τα οφέλη που παρουσιάζονται με την μέθοδο είναι πολλά και ποικίλουν. Συγκεκριμένα, διαφαίνεται η περιβαλλοντική διάσταση της ανακύκλωσης μιας και με αυτήν επιτυγχάνεται επαναχρησιμοποίηση υλικών και αποφεύγεται η τοποθέτηση νέων στον παραγωγικό κύκλο. Εξοικονομείται, έτσι, ενέργεια – παράμετρος αρκετά πολυσυζητημένη στη σημερινή εποχή – ενώ παράλληλα προστατεύεται το περιβάλλον, αφού οι πρώτες ύλες προέρχονται από αυτό και η παράγωγή των τελικών προϊόντων το επιβαρύνουν. Τέλος, μειώνεται το μέγεθος των σκουπιδιών που επεξεργάζονται οι χώροι τελικής διάθεσης τους με άμεσο επακόλουθο την αποφυγή ακραίων και βεβιασμένων αντιμετώπισεων τους (π.χ. χωματερές).

Ένα άλλο θετικό σημείο είναι η οικονομικοκοινωνική πτυχή της μεθόδου, καθώς δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας και απασχόλησης, πόσο μάλλον τώρα που η οικονομική κρίση ταλανίζει την κοινωνία. Ενημερώνεται και ευαισθητοποιείται ο πολίτης και αισθάνεται (ιδιαίτερα με τα προγράμματα ΔσΠ) ότι και ο ίδιος συνεισφέρει στην συνολική προσπάθεια.

Παράλληλα με τα θετικά, παρουσιάζονται και κάποιες δυσκολίες. Η ανακύκλωση προϋποθέτει την αναδιαμόρφωση του συστήματος διαχείρισης των απορριμμάτων. Χρειάζονται κάδοι, ειδικά οχήματα επιπλέον προσωπικό και φυσικά κεφάλαιο επένδυσης. Εκτός, όμως, απ' αυτό απαιτείται και η συνεισφορά των πολιτών καθώς αυτή κρίνεται απαραίτητη και ειδικά μάλιστα στα προγράμματα ΔσΠ. Η συμμετοχή τους είναι, μάλιστα, καθοριστικός συντελεστής όσον αφορά την καθαρότητα των προϊόντων, παράγοντας που συνδέεται με την τιμή μεταπώλησης.

1.2. ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

1.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Με τον ορό θερμική επεξεργασία απορριμμάτων καταγράφεται η διεργασία κατά την οποία τα απορρίμματα υπόκεινται σε καύση με σκοπό την ελαχιστοποίηση της ποσότητας των αποβλήτων, την αδρανοποίησή τους (μετατροπή τους σε υλικά λιγότερο επιβλαβή), την εκμετάλλευση της θερμογόνου δύναμης τους προς ανάκτηση ενέργειας (θέρμανση, ηλεκτρικό ρεύμα, καύσιμη ύλη) και τη μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης.

1.2.2 ΔΙΑΚΡΙΤΟΠΟΙΗΣΗ

Η θερμική επεξεργασία μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία και τη χρήση αέρα σε :

- Αποτέφρωση,
- Πυρόλυση,
- Τεχνική πλάσματος,
- Αεριοποίηση.

1.2.3 ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

1.2.3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Αποτέφρωση είναι η πιο κοινή διαδικασία καύσης μεικτών ομογενοποιημένων αποβλήτων, τα καυσαέρια της οποίας περιέχουν κυρίως διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Η τεχνική αυτή λαμβάνει χώρα είτε με στοιχειομετρική αναλογία αέρα ή με περίσσεια αυτού.

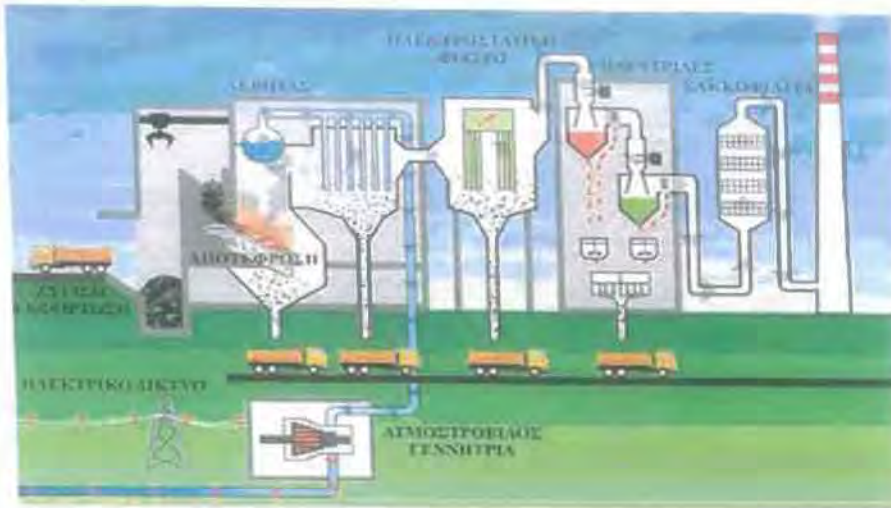
1.2.3.2 ΠΕΡΙΦΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Τα απορρίμματα διαφόρων ειδών (μεικτά) συλλέγονται και οδηγούνται με διάφορους τρόπους στις μονάδες επεξεργασίας. Εντούτοις, η προσαγωγή τους στην εγκατάσταση αποτέφρωσης δεν είναι συνεχής ενώ η καύση τους πρέπει να είναι συνεχής και ομογενοποιημένη. Για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός χώρου στοιβαξης – αποθήκευσης και η ομογενοποίηση τους. Η τελευταία πραγματοποιείται με θρυμματισμό και ανάμειξη, έτσι ώστε να μην δημιουργούνται σοβαρές επιπλοκές κατά τη διαδικασία της καύσης αλλά και του καθαρισμού των καυσαερίων (εντός των ορίων σχεδιασμού). Επιπρόσθετα, ο χρόνος παραμονής τους πάνω στην εσχάρα (καύση) πρέπει να είναι συγκεκριμένος (όχι μεγάλο χρονικό διάστημα) λόγω της συνεχούς ροής της διαδικασίας.

Στο επόμενο στάδιο της διαδικασίας τα απόβλητα οδηγούνται στην τάφρο όπου και συσσωρεύονται. Αξίζει στο σημείο αυτό να αναφερθεί ότι η τάφρος διαστασιολογείται με χωρητικότητα 3-5 ημερών απορριμμάτων. Φυσικά, ο όγκος τριών έως πέντε ημερών έχει άμεση συσχέτιση με τον πληθυσμό και την κατανάλωση της περιοχής που εξυπηρετεί. Η τάφρος, ακόμα, χωρίζεται συνήθως σε τρεις υποπεριοχές:

1. Ζώνη ξεφορτώματος,
2. Ζώνη ανάμειξης,
3. Ζώνη στοιβάγματος.

Από την τελευταία γερανός (γερανογέφυρα βλ Σχήμα 1.2) φορτώνει και μεταφέρει τα απορρίμματα στην εστία καύσης μέσω ενός φρεατίου. Η διαδικασία αυτή μπορεί να είναι είτε αυτοματοποιημένη είτε χειριζόμενη από εξειδικευμένο προσωπικό. Το φρεάτιο είναι κωνικά διαμορφωμένο και σε κατακόρυφη θέση ώστε η βαρύτητα να καθοδηγεί τη συνέχιση της διαδικασίας. Τα απόβλητα καταλήγουν πάνω στην εσχάρα, όπου λαμβάνουν χωρά οι χημικές αντιδράσεις με την συνεισφορά του αέρα καύσης. Πάνω από την εσχάρα τοποθετείται ο φλογοθάλαμος, ο οποίος βρίσκεται σε υψηλή θερμοκρασία (περίπου 850 βαθμούς Κελσίου), ενώ κάτω απ' αυτή καταλήγει η μάζα της σκωρίας - τέφρας (ανέρχεται περίπου στο 1% της συνολικής ποσότητας). Η μάζα αυτή συσσωρεύεται και απομακρύνεται με τελικό αποδέκτη συνήθως χώρουγειονομικής ταφής. Καθ' όλη τη διαδικασία υπάρχουν περιοχές συγκέντρωσης των ακρήστων υλικών από τις οποίες κατάλληλα οχήματα τα απομακρύνουν.



Σχήμα 1.2 Διαδικασία αποτέφρωσης

Κατά τη διεργασία της καύσης (λαμβάνει χώρα στην εσχάρα) ο άνθρακας οξειδώνεται πλήρως, ενώ στο φλογοθάλαμο καίγονται τα αέρια που παράχθηκαν από τις φάσεις της πυρόλυσης και της εξαερίωσης. Αξίζει να τονιστεί ότι η διεργασία της καύσης δεν πρέπει να συμβαίνει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Η ανάπτυξη περισσότερων από 1150 °C περίπου πάνω στην εσχάρα είναι αποτρεπτική καθώς εγκυμονεί ο κίνδυνος τήξης του υλικού κατασκευής. Τα αέρια της καύσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για τηλεθέρμανση ενώ τα άχρηστα, πλέον, καυσαέρια αφού υποστούν την κατάλληλη επεξεργασία, ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα.

Η καύση που όπως αναφέρθηκε γίνεται με την παρουσία αέρα, συγκεντρώνει τις κάτωθι χημικές αντιδράσεις:

- $C + O_2 \Rightarrow CO_2 + 39830 \text{ KJ/Kg}$ (πλήρης καύση)
- $H_2 + 0,5 O_2 \Rightarrow H_2O + 119620 \text{ KJ/Kg}$ (πλήρης καύση)
- $S + O_2 \Rightarrow SO_2 + 9250 \text{ KJ/Kg}$ (πλήρης καύση)
- $C + 0,5 O_2 \Rightarrow CO + 10460 \text{ KJ/Kg}$ (ατελής καύση)
- $CO + 0,5 O_2 \Rightarrow CO_2 + 23370 \text{ KJ/Kg}$ (ατελής καύση)

Από τις αντιδράσεις φαίνεται ότι το οξυγόνο (O_2) αντιδρά με τον άνθρακα (C) ή με μονοξείδια του άνθρακα, το υδρογόνο (H_2) και το θείο (S) και παράγει διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), νερό (H_2O) και διοξείδιο του θείου (SO_2) αντίστοιχα. Η διεργασία της αποτέφρωσης λαμβάνει χώρα σε μονάδες τύπου mass – fired ή σε μονάδες τύπου RDF - fired (refuse derived fuel). Ορισμένα χαρακτηριστικά των δυο μονάδων παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 1.3.

RDF - fired	Mass - fired
Εύκολη ένταξη σε σύστημα παράγωγης και διανομής ενεργείας (ενιαία σύσταση RDF)	Τα απορρίμματα δεν χρειάζονται προπεξεργασία ούτε διαλογή (mass = μαζικός)
Μικρές χωρικές απαιτήσεις	Κίνδυνος εμπλοκής της διαδικασίας από μεγάλα και ογκώδη απόβλητα
Λιγότερη παρακολούθηση της λειτουργιάς της μονάδας	Συνεχής παρακολούθηση της λειτουργιάς της μονάδας
Ευκολότερος καθαρισμός των καυσαερίων (έλλειψη μετάλλων)	

Πίνακας 1.3 Συγκριτική παρουσίαση τεχνολογιών αποτέφρωσης

Τα προϊόντα που παράγονται κατά την διαδικασία της αποτέφρωσης είναι:

- Τα ααέρια που περιέχουν υγρασία (υδρατμοί) που εναποτίθενται στην ατμόσφαιρα μετά από επεξεργασία καθαρισμού με χρήση πλυντρίδων ή σακοφίλτρων ή με άλλες αντιρρυπαντικές τεχνολογίες ομμοροής ή αντιροής,
- Η ανόργανη τεφρά που απομένει από την καύση των αποβλήτων. Το μεγαλύτερο μέρος της οποίας χρησιμοποιείται για δομικές – κατασκευαστικές χρήσεις, όπως οδοποιία ή τσιμεντοβιομηχανία, ή κατευθύνεται προς ταφή. Εντούτοις με κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να αφαιρεθεί μικρή ποσότητα τηγμένου επαναχρησιμοποιήσιμου μετάλλου (scrap) που εύκολα μπορεί να διοχετευτεί στην αγορά.
- Υγρό απόβλητο που προκύπτει από το σβήσιμο της τέφρας η από τα αποστραγγίσματα των απορριμμάτων,
- Τα αέρια της καύσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παράγωγή ηλεκτρικής ενεργείας ή για τηλεθέρμανση (τροφοδοσία με ζεστό νερό). Φυσικά, είναι απαραίτητη η παρουσία δικτύων που συνδέουν την μονάδα επεξεργασίας με την περιοχή τροφοδοσίας.

<i>ΥΛΙΚΟ</i>	ΕΥΡΟΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΤΙΜΗ
Υλικά άκαυστα ή μερικά καμένα	3 - 10 %	5 %
Κονσέρβες	10 - 25 %	18 %
Σίδηρος	6 - 15 %	10 %
Άλλα μέταλλα	1 - 4 %	2 %
Γυαλί	30 - 50 %	35 %
Κεραμικά, πέτρες, τούβλα	2 - 8 %	5 %
Στάχτη	10 - 35 %	25 %

Πίνακας 1.4 Ποσοστά στερεών αποβλήτων αποτέφρωσης επί του συνόλου

1.2.3.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μέθοδος της αποτέφρωσης χρησιμοποιείται ευρύτατα και η χρηστικότητα της παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον. Αρχικά, η μέθοδος εφαρμόζεται σε περιοχές με έλλειψη χώρου και λειτουργεί συμπληρωματικά με χώρους υγειονομικής ταφής, όπου εναποτίθενται τα άχρηστα προϊόντα της λειτουργίας της. Με την μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται μεγάλη μείωση του όγκου και του βάρους των αποβλήτων. Η μείωση αυτή ανέρχεται στο 90-98 % της αρχικής ποσότητας.

Σημαντικά είναι και τα ενεργειακά οφέλη, καθώς η θερμότητα που παράγεται και μεταφέρεται μέσω των καυσαερίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εκ νέου παράγωγη ενέργειας με την μορφή του ηλεκτρισμού ή της τηλεθέρμανσης. Αυτό αποτελεί και βασικό συντελεστή για την προτίμηση της τεχνολογίας αυτής. Τροχοπέδη, βεβαία, της λειτουργίας μιας τέτοιας μονάδας μπορεί να είναι ο καθαρισμός των καυσαερίων που παράγονται, καθώς απαιτείται μεγάλος και ογκώδης εξοπλισμός. Τα προϊόντα της καύσης, επιπρόσθετα, χρίζουν ιδιαίτερης αντιμετώπισης καθώς αποτελούν την βασική μορφή ρύπανσης της εν λόγω τεχνολογίας.

1.2.4 ΠΥΡΟΛΥΣΗ

1.2.4.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Πυρόλυση είναι η διαδικασία κατά την οποία γίνεται θερμική διάσπαση των οργανικών συστατικών των απορριμμάτων χωρίς ή με ελάχιστη την παρουσία του ελεύθερου οξυγόνου.

1.2.4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Η θερμική επεξεργασία της πυρόλυσης αναφέρεται στα οργανικά υλικά των απορριμμάτων. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η περιεκτικότητα των οργανικών στα οικιακά απορρίμματα κυμαίνεται μεταξύ 50 – 60 % (χαρτί, υπολείμματα κουζίνας, αποφάγια, υφάσματα, ξύλο κτλ), ποσοστό ιδιαίτερα υψηλό. Τα απορρίμματα εισέρχονται στον αντιδραστήρα και θερμαίνονται στους 100 βαθμούς Κελσίου, όπου και απομακρύνεται το νερό (υγρασία) με την μορφή του ατμού. Πρόκειται για την πρώτη φάση της μεθόδου, την αφύγρανση. Καθ' όσο συνεχίζει και αυξάνεται η θερμοκρασία, αρχίζει και η παραλυτική διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα, ελευθερώνονται οι υδρογονάνθρακες έως ότου μείνει ένα στερεό υπόλειμμα άνθρακα και στάχτης. Εν συνεχεία, τα παραγόμενα αέρια της πυρόλυσης, που είναι μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο, μεθάνιο και άλλοι υδρογονάνθρακες, λαμβάνουν την υψηλή θερμοκρασία και διασπώνται σε χαμηλομοριακούς υδρογονάνθρακες. Τέλος, για την πυρόλυση των απορριμμάτων ή RDF (Refuse Derived Fuel) χρησιμοποιούνται οι λέβητες τήξης, οι κλασσικοί κλίβανοι, οι περιστροφικοί ή μη κλίβανοι ή τύμπανα και οι αντιδραστήρες ρευστοποιημένης κλίνης. Η πυρόλυση διακρίνεται στις ακόλουθες επτά φάσεις:

1. Ξήρανση (100-200 °C),
2. Οξειδωση και αποθείωση στους 200°C, όπου και πραγματοποιείται διάσπαση του υδρόθειου και του διοξειδίου του άνθρακα,
3. Διάσπαση των συνδέσμων των αλειφατικών ενώσεων (μεθάνιο) στους 340°C,
4. Διάσπαση των δεσμών του άνθρακα με οξυγόνο και άζωτο αντίστοιχα στους 400°C,
5. Μετατροπή πηκασφαλτούχων σε καύσιμη ύλη και πίσσα (400-600°C),
6. Διάσπαση πηκασφαλτούχων (600°C),
7. Δημιουργία αρωματικών ενώσεων και αφυδρογόνωση βουταδιενίου (πάνω από 600°C).

Προϊόντα που παράγονται κατά τη διαδικασία της πυρόλυσης:

- Αέρια προϊόντα που είναι κυρίως υδρογόνο, μεθάνιο, μονοξείδιο του άνθρακα και διοξείδιο του άνθρακα,
- Υγρά προϊόντα που αποτελούνται κυρίως από ένα μείγμα διαφόρων στοιχείων με κυριότερα το οξικό οξύ, την ακετόνη, τη μεθανόλη και σύνθετους

οξυγονωμένους υδρογονάνθρακες. Το μείγμα αυτό είναι σχετικά παχύρευστης μορφής, με υψηλή πυκνότητα και ιξώδες ενώ με κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη υλη,

- Στερεά προϊόντα καθαρού άνθρακα ή προσμίξεων του με διάφορα αδρανή.

Συγγενής διαδικασία της πυρόλυσης είναι μια παραλλαγή της που ονομάζεται θερμόλυση. Κατά την μέθοδο αυτή τα οργανικά απορρίμματα κατευθύνονται προς πυρόλυση μαζί με μια ποσότητα ασβέστη. Στο τέλος του θαλάμου δημιουργείται μια ασπίδα- φίλτρο για ρύπους, όπως βαρέα μέταλλα (φίλτρο ενεργού άνθρακα) ενώ ταυτόχρονα τα σχηματιζόμενα οξέα εξουδετερώνονται από τον ασβέστη που τοποθετήθηκε αρχικά. Τέλος, ακόμη και τα άλατα που δημιουργούνται από τη διαδικασία εξουδετερώνονται – απορροφώνται από το στέρεο υπόλειμμα.



Εικόνα 1.3 Ηλεκτρονική παρακολούθηση θαλάμου θερμόλυσης

Η μέθοδος αυτή μελετάται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια και δείχνει να υπερτερεί έναντι της κλασικότερης πυρόλυσης μιας και τα παραγόμενα αέρια (θερμοκρασία 300 °C) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υποβοηθήσουν την εξωτερική πηγή θερμότητας που απαιτεί η διαδικασία.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ	ΘΕΡΜΟΛΥΣΗ
Τεχνολογία αντιρύπανσης αερίων εκπομπών	Σύνθετη, πολυδάπανη	Απλή, λόγω απουσίας διοξινών, φουρανών, PCBs, Nox κλπ.

Αέριες εκπομπές	5.000 m ³ /ton απορριμμάτων	700 m ³ /ton απορριμμάτων
Υγρά απόβλητα	Απαιτούν ειδική επεξεργασία για την ασφαλή τους διάθεση	Το υγρό απόβλητο περιέχει CaCl ₂ και μπορεί να πουληθεί στη χημική βιομηχανία
Στερεό υπόλειμμα	30 kg/ ton απορριμμάτων απαιτούν διάθεση με προδιαγραφές επικινδύνων (προέρχονται από τα συστήματα καθαρισμού των αερίων) Υπόλειμμα για ΧΥΤΑ 20-25% κ.β.	330 kg/ ton απορριμμάτων, με περιεκτικότητα σε άνθρακα 60-70%, μπορούν να πουληθούν ως καύσιμο. Στάχτες 1-2% κ.β. των απορριμμάτων
Απαιτήσεις σε νερό	Αρκετές	Ελάχιστες

Πίνακας 1.5 Συγκριτική παρουσίαση θερμόλυσης – αποτέφρωσης

Η διαδικασία, όμως, της θερμόλυσης δείχνει να υπερτερεί έναντι και της αποτέφρωσης στη βάση της αντιρρυπαντικής τεχνολογίας, των παραγομένων υπολειμμάτων και των απαιτήσεων σε νερό. Γενικότερα, η θερμόλυση παρουσιάζει αρκετά πιο περιβαλλοντική συμπεριφορά έναντι της αποτέφρωσης και αυτός φαίνεται να είναι ο κύριος λόγος προτίμησης της.

1.2.4.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, η πυρόλυση είναι μια θερμική διεργασία συντηρούμενη από εξωτερική πηγή θερμότητας (πλειονότητα ενδόθερμων αντιδράσεων) και λαμβάνει χώρα χωρίς την παρουσία οξυγόνου. Πρόκειται για μια διεργασία που 'λύει' το οργανικό μέρος των απορριμμάτων και δίνει στερεά, υγρά και αέρια προϊόντα. Η εφαρμογή της αυξάνεται με την πάροδο των χρόνων (ιδιαίτερα η θερμόλυση) εντούτοις η αδυναμία επίτευξης καυσίμου με υψηλές προδιαγραφές από τα υγρά προϊόντα της μεθόδου, είναι η αιτία της όχι και τόσο διαδεδομένης χρήσης της. Παρ' όλα αυτά εξελίσσεται συνεχώς ερευνητικά αλλά η εφαρμογή της απαιτεί μελέτη και προϋποθέτει αποτελέσματα από προηγούμενες εφαρμογές.

Τέλος, συχνά συγχέεται με την μέθοδο της αεριοποίησης καθώς τα κοινά που συναντώνται είναι αρκετά. Το διαφορετικό τους στοιχείο, μολτατάτα συνίσταται στις αντιδράσεις που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια των δυο αυτών διεργασιών. Η μεν πυρόλυση απαρτίζεται κυρίως από ενδόθερμες αντιδράσεις και απαιτεί εξωτερική πηγή θερμότητας ενώ η καύση πραγματοποιείται απουσία οξυγόνου. Η δε αεριοποίηση αποτελεί μια αυτοσυντηρούμενη διαδικασία μετά την ανάφλεξη της.

1.2.5 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ

1.2.5.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Η αεριοποίηση είναι μια μορφή θερμικής επεξεργασίας που πραγματοποιείται με υποστοιχειομετρική αναλογία οξυγόνου (μικρότερη ποσότητα οξυγόνου από αυτήν που χρειάζεται για πλήρη οξείδωση) σε θερμοκρασίες άνω των 700 °C και έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή αερίου σύνθεσης (syngas).

1.2.5.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Η αεριοποίηση είναι μια μέθοδος γνωστή αρκετά χρόνια τώρα αλλά η χρησιμοποίησή της στα στερεά απόβλητα ιδιαίτερα σύγχρονη. Πρόκειται για θερμική επεξεργασία που πραγματοποιείται σε κατάλληλους θαλάμους με την παρουσία οξυγόνου (υποστοιχειομετρική αναλογία). Οι διάφοροι τύποι αεριοποίησης κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον θάλαμο-κλίνη (εγκαταστάσεις) που χρησιμοποιείται σε οριζόντιας, κάθετης, ρευστοποιημένης κλίνης, περιστρεφόμενου κλίβανου και πολλαπλών εστιών. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα κατά την αεριοποίηση:

- $C + H_2O \Rightarrow CO + H_2$
- $C + CO_2 \Rightarrow 2CO$
- $C + O_2 \Rightarrow CO_2$
- $C + 2H_2 \Rightarrow CH_4$
- $CO + H_2O \Rightarrow CO_2 + H_2$

Οι δυο πρώτες αντιδράσεις είναι ενδόθερμες ενώ οι τρεις εναπομένουσες εξώθερμες. Τα απόβλητα αρχικά υφίστανται μια πρώτη καύση, ατελή. Η διαδικασία αυτή συμβαίνει με υποστοιχειομετρική αναλογία οξυγόνου. Ο άνθρακας αντιδρά τόσο με το νερό όσο και με το διοξείδιο του άνθρακα και λαμβάνονται ως προϊόντα μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο στην πρώτη και μονοξείδιο του άνθρακα στη δεύτερη. Έπειτα πραγματοποιείται μια δεύτερη καύση με την παρουσία οξυγόνου. Σ' αυτήν ο άνθρακας αντιδρά με το οξυγόνο δίνοντας διοξείδιο του άνθρακα, με το υδρογόνο δίνοντας μεθάνιο και το μονοξείδιο του άνθρακα με το νερό δίνοντας διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο. Πρέπει στο σημείο αυτό να σημειωθεί ότι όσο μεγαλύτερη η παρουσία οξυγόνου, τόσο περισσότερο αυξάνει η θερμογόνος δύναμη του αερίου προϊόντος. Κατά την επεξεργασία των απορριμμάτων παράγεται αέριο σύνθεσης, αυτό είναι γνωστό ως syngas. Το αέριο σύνθεσης αποτελείται κυρίως από μονοξείδιο του άνθρακα CO και υδρογόνο H₂ με μικρότερες ποσότητες μεθανίου CH₄, διοξειδίου του άνθρακα CO₂, αζώτου N₂ και λοιπών υδρογονανθράκων. Αξίζει να σημειωθεί ότι το αέριο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο με θερμογόνο ικανότητα σχεδόν την μισή από αυτήν του φυσικού αερίου. Τέλος, εκτός από το αέριο, ως υπολείμματα της διαδικασίας συναντώνται και στέρεο αλλά και υγρό, παρόμοιο με αυτό της πυρόλυσης.

1.2.5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η τεχνική της αεριοποίησης βρίσκεται σε σχετικά πρώιμο στάδιο όσον αφορά της πρακτικές εφαρμογές της. Παρουσιάζει, όμως, κάποια ιδιαίτερα γνωρίσματα που την καθιστούν ενδιαφέρουσα. Η παράγωγή του αερίου σύνθεσης αλλά και η μειωμένη - σε σχέση με την αποτέφρωση – παρουσία ρύπων στα αέρια εκπομπής είναι τα κυριότερα. Απαιτείται, όμως, και σε αυτή την μέθοδο, όπως και στην πυρόλυση, τεχνική εφαρμογή και ευρύτατα αποτελέσματα πριν την καθιέρωση της.

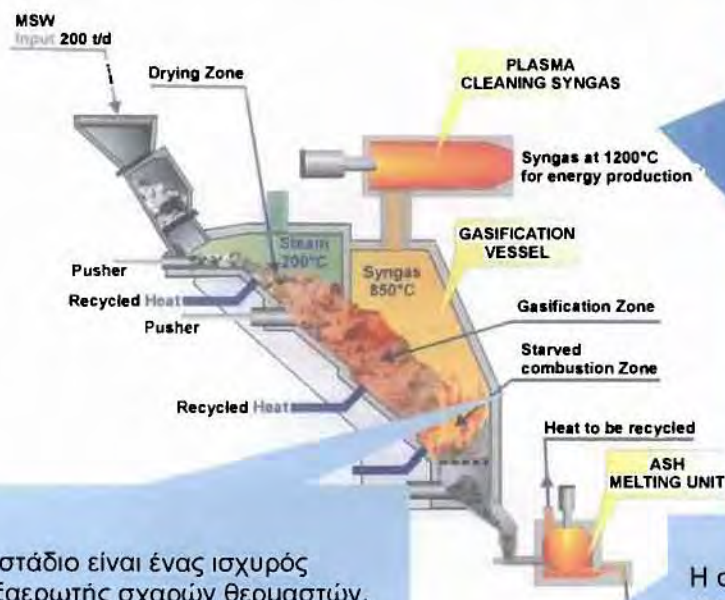
1.2.6 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΛΑΣΜΑΤΟΣ

1.2.6.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Με τον ορό τεχνική πλάσματος περιγράφεται η διαδικασία κατά την οποία το αέριο κατά την επεξεργασία αποβλήτων μεταπίπτει στην κατάσταση πλάσματος με την βοήθεια της θερμότητας που δημιουργείται από ηλεκτρική αντίσταση τόξου στήλης πλάσματος. Επισυνάπτεται ότι με τον ορό πλάσμα περιγράφεται κάθε αέριο του οποίου ένα ποσοστό των ατόμων του ή των μορίων του είναι μερικά ή ολικά ιονισμένο.

1.2.6.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Ο βασικός μηχανισμός για την επίτευξη της τεχνικής πλάσματος είναι η παράγωγή θερμότητας μέσω της ηλεκτρικής αντίστασης τόξου στήλης πλάσματος. Το τόξο αυτό δημιουργείται μεταξύ δυο ηλεκτρόδιων, της ανόδου και της καθόδου, και αποτελείται (ενυπάρχει) από ένα ηλεκτρικά αγωγίμο αέριο, μετατρέποντας έτσι τον ηλεκτρισμό σε θερμότητα. Γίνεται φανερό ότι με την τεχνική αυτή επιτυγχάνονται πολύ υψηλές θερμοκρασίες της τάξης των 5000 – 6000 βαθμών κελσίου, πολύ υψηλότερες εν σύγκριση με τις υπόλοιπες θερμικές επεξεργασίες. Το αέριο στην κατάσταση αυτή παρουσιάζει μεγάλη χημική δραστηριότητα και διαδραματίζει σημαίνοντα ρόλο κατά τις χημικές διαδικασίες. Πιο συγκεκριμένα το αέριο και τα ιόντα του πλάσματος που δημιουργούνται χαρακτηρίζονται από υψηλή κινητική ενεργεία η οποία μεταφέρεται στις χημικές ενώσεις και καθιστά δυνατή την ενεργοποίηση χημικών αντιδράσεων που δεν θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν από τις εξώθερμες αντιδράσεις των συμβατικών διαδικασιών καύσης.



Το Συγ αέριο καθαρίζεται σε θερμοκρασία άνω των 1200°C για μια υψηλότερη ηλεκτρική παραγωγή, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία πλάσματος. Σε αυτήν την θερμοκρασία, όλοι οι οργανικοί ελεύθεροι radicals (συμπεριλαμβάνουν & διοξίνες) καταστρέφονται

Το πρώτο στάδιο είναι ένας ισχυρός αυτοθερμικός εξαερωτής σχαρών θερμαστών, βασισμένος σε έναν τομέα σχεδίου ήδη λειτουργικά αποτελεσματικό

Η σκουριά (μέταλλα και μεταλλεύματα) λιώνει για να παραγάγει ένα αδρανές υλικό που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί π.χ. για την οδική κατασκευή, πάρκα, πλατείες κλπ.

Σχήμα 1.4 Εγκατάσταση που χρησιμοποιείται η τεχνική πλάσματος

Αρχικά τα απόβλητα περνάνε από ένα τεμαχιστή προκειμένου να ομογενοποιηθούν και να μειωθεί ο όγκος τους. Στη συνέχεια με κατάλληλο σύστημα συνέχισης της ροής καταλήγουν στο προθερμαντήρα, όπου και θερμαίνονται σε θερμοκρασία κοντά στους 200 °C. Αφαιρώντας την υγρασία επιτυγχάνεται καλύτερη καύση, γεγονός που συμβαίνει στο θάλαμο καύσης – αεριοποίησης. Εκεί η θερμοκρασία είναι από 800 – 1000 °C. Οι υψηλές θερμοκρασίες αεριοποιούν το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων και σχηματίζουν το αέριο σύνθεσης και απαέρια. Ο χρόνος που απαιτείται για να καταστραφούν οι οργανικές ενώσεις σχετίζεται άμεσα με τον χρόνο παραμονής τους στην ιονισμένη ατμόσφαιρα. Από την άλλη το ανόργανο μέρος μετατρέπεται στο τηγμένο υπόλειμμα, με τη μορφή αδρανούς υλικού. Για τα απαέρια, τέλος, χρησιμοποιείται σύστημα διαβροχής και κατακράτησης των βλαβερών σωματιδίων.



Εικόνα 1.4 Φωτογραφική απεικόνιση εγκατάστασης πλάσματος

Αξίζει , στο σημείο αυτό, να σημειωθεί ο χώρος που καταλαμβάνει μια τέτοια εγκατάσταση, όπως αυτή που φαίνεται στην παραπάνω φωτογραφία. Ο κύριος εξοπλισμός- χωρίς τα παρελκόμενα- διαστασιοποιείται με 3,15m x 4,30m και 10,25μ.ύψος (www.wastetreatment.gr). Τα προϊόντα της τεχνικής πλάσματος είναι:

- Το αέριο που παράγεται από την καταστροφή των οργανικών ενώσεων. Η θερμογόνο δύναμη του βέβαια εξαρτάται από τη σύσταση των απόβλητων που εισέρχονται στη διεργασία,
- Το στερεό υπόλειμμα που παράγεται από την υαλοποίηση του ανόργανου μέρους των απορριμμάτων. Η μορφή του είναι υαλώδης και το αδρανές αυτό υλικό χρησιμοποιείται στον κατασκευαστικό τομέα (π.χ. οδοποιία).

1.2.6.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η τεχνική πλάσματος είναι μια αρκετά σύγχρονη τεχνολογία με ραγδαία ανάπτυξη. Η ανάπτυξη της αυτή οφείλεται κυρίως στα συγκριτικά πλεονεκτήματα της έναντι των υπολοίπων θερμικών διεργασιών:

- Πληροί τις περιβαλλοντικές υποχρεώσεις, όπως αυτές διαμορφώνονται από το νομοθετικό πλαίσιο για τα όρια εκπομπής αερίων,
- Παράγωγή καύσιμης ύλης εύκολα διαχωρίσιμης και χρησιμοποιήσιμης,
- Παράγωγή χρησίμου στερεού υπολείμματος, το οποίο μετά την τήξη του μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορές εφαρμογές (κατασκευές, οδοποιία κ.τ.λ.),

- Ευελιξία και αποτελεσματικότητα της μεθόδου που δεν επηρεάζεται από την υγρασία και την διαφορετικότητα της σύστασης των αποβλήτων.

Γενικότερα, η μέθοδος αυτή είναι μια αυτοτελής διεργασία και δεν προϋποθέτει την συνύπαρξη άλλων τεχνικών για την εναπόθεση των τελικών της προϊόντων (συνήθως απαιτείται ΧΥΤΑ).

1.3. ΒΙΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ

1.3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Με τον ορό αερόβια αποσταθεροποίηση ή κομποστοποίηση ή λιπασματοποίηση εννοούμε τη βιολογική αποδόμηση και σταθεροποίηση οργανικών υλικών διάφορης προέλευσης και μικροβίων (βακτηρίων, μυκήτων κ.ά.) κάτω από συνθήκες που επιτρέπουν την ανάπτυξη θερμοκρασιών στην θερμοφιλική περιοχή, που διασφαλίζεται από βιολογικά παραγόμενη θερμότητα, με τελικό αποτέλεσμα την παραγωγή ενός λιπασματοποιητικού υλικού (ή compost), προϊόντος αρκετά σταθεροποιημένου για χρήση ως εδαφοβελτιωτικού χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η βιοσταθεροποίηση διακρίνεται σε α) αερόβια και β) αναερόβια

1.3.2 ΑΕΡΟΒΙΑ ΒΙΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ

Η αερόβια βιοσταθεροποίηση, και πιο συγκεκριμένα η διαδικασία που ακολουθείται καθώς και ο βαθμός συμμετοχής των διαφόρων διεργασιών που υπόκεινται τα απόβλητα, εξαρτάται από:

1. Το είδος και τη σύσταση των αποβλήτων,
2. Τη μέθοδο που ακολουθείται για την κομποστοποίηση,
3. Τη χρήση του παραγόμενου κομποστ.

Παραθέτονται παρακάτω διάφορα είδη απορριμμάτων που υπόκεινται συνηθέστερα σε αερόβια κομποστοποίηση :

- Απορίμματα κήπου ή δασοκομικά και δασικά υπολείμματα,
- Αστικά απορίμματα προερχόμενα από ΔσΠ (Διαλογή στη Πηγή) του οργανικού κλάματος,
- Αστικά απορρίμματα σε μονάδα μηχανικού διαχωρισμού (ΜΔ),
- Αστικά απορρίμματα με σύμμιξη ιλύος προερχομένης από βιολογικό καθαρισμό,
- Διατροφικά υπολείμματα,
- Κτηνοτροφικά και αγροτικά υπολείμματα.

1.3.2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Η ροή της τυπικής παραγωγικής διαδικασίας (βιοσταθεροποίηση) περιλαμβάνει:

1. Ανάκτηση υλικών – απορριμμάτων: Γίνεται η συγκέντρωση των αποβλήτων και η τοποθέτηση τους στο χώρο επεξεργασίας,
2. Διαλογή: Αρχικά, γίνεται μια πρώτου βαθμού διαλογή προκειμένου να απομακρυνθούν υλικά που θα δημιουργήσουν πρόβλημα στον τεμαχισμό. Στο στάδιο αυτό ενδέχεται να υπάρχει και ένα είδος μαγνητικού κοσκίνισματος προκειμένου να διαχωριστούν λεπτόκοκκα ή βαρέα και ογκώδη αντικείμενα,
3. Τεμαχισμός: Το στάδιο αυτό έχει ως απώτερο σκοπό τη μείωση του συνολικού όγκου των απορριμμάτων και τη διευκόλυνση συνεχείας της διαδικασίας (επόμενο βήμα). Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες εργαλειομηχανές για τεμαχισμό, με γνωστότερες τους βαλλιστικούς μήλους, τους σφυρόμυλους και τους μύλους-κόπτες,
4. Κοσκίνισμα: Η διεργασία αυτή αποσκοπεί στη κατηγοριοποίηση των υλικών ανάλογα με το μέγεθος τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι συχνά χρησιμοποιούνται σειρά κόσκινων με γνωστότερα τα κόσκινα πλάνης με διάτρητα ελάσματα, δικτυωτά σύρματα και ράβδοι-προφίλ καθώς και κόσκινα-τύμπανα,
5. Αεροδιαχωρισμός: Στο στάδιο αυτό τα τεμαχισμένα απορρίμματα διαχωρίζονται ανάλογα με το ειδικό τους βάρος. Πιο συγκεκριμένα, ρεύμα αέρα που κινείται μέσα στον αεροδιαχωρισμό τα αναγκάζει να κατακάτσουν σε συγκεκριμένο επίπεδο, εξαρτώμενο από το ειδικό τους βάρος κατά κύριο λόγο. Έτσι, για παράδειγμα χαρτί και πλαστικό ανασύρονται από το πρώτο επίπεδο ενώ βαρέα μέταλλα από το τελευταίο,
6. Μαγνητικός διαχωρισμός: Πρόκειται για διεργασία που παρεμβάλλεται ανάμεσα σε διάφορα στάδια ανάλογα τη σχεδίαση της ροής και γίνεται ευκόλως αντιληπτό ότι απομονώνει τα υλικά που μαγνητίζονται,
7. Ηλεκτροδιαχωρισμός: Είναι μια άλλη μέθοδος διαχωρισμού που εκμεταλλεύεται τις ιδιότητες του ηλεκτρικού πεδίου και των φορτισμένων σωματιδίων,
8. Ζύμωση: Στο στάδιο αυτό γίνεται είτε μηχανική περιοδική ανάδευση των κομποστοποιημένων απορριμμάτων-χρησιμοποιούνται ατρακτοειδή οχήματα, όπως φαίνεται στην κάτωθι εικόνα, όπου τα απορρίμματα κατατάσσονται σε σωρούς και ανακατεύονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα (2 φορές την εβδομάδα), είτε εξαναγκασμένος αερισμός, με χρήση διάτρητων σωλήνων ή επίπεδων είτε τοποθετούνται σε κατάλληλους θαλάμους, όπου ελέγχεται η θερμοκρασία, η υγρασία και φυσικά η οσμή.
9. Ωρίμανση: Απαιτείται η ωρίμανση των κομποστοποιημένων απορριμμάτων, πριν τη δημιουργία του τελικού προϊόντος και η διάρκεια αυτής κυμαίνεται από μερικές εβδομάδες ή λίγους μήνες.
10. Ραφινάρισμα: Πραγματοποιείται έτσι ώστε να απομακρυνθούν ανεπιθύμητα συστατικά, ανάλογα βεβαίως και με την ποιότητα του κομποστ και τη χρήση.

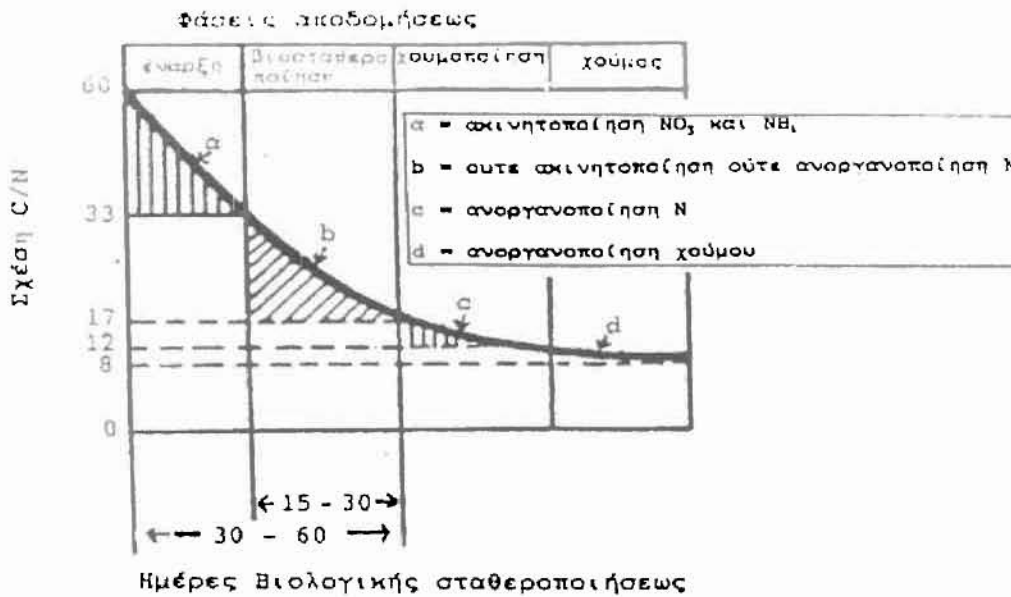
11. Παραγωγή κομποστ: Η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος εξαρτάται από την υγρασία, το pH, την ποσότητα αζώτου και οργανικών, την συγκέντρωση αλάτων και βαρέων μετάλλων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η παρουσία βαρέων μετάλλων λειτούργει αποτρεπτικά στην βελτίωση της ποιότητας γι' αυτό απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στον τομέα αυτό.



Εικόνα 1.5 Μηχανική ανάδευση κομποστοποιημένων απορριμμάτων

Οι παράγοντες που διαμορφώνουν την διεργασία της βιοσταθεροποίησης και επηρεάζουν την παράγωγή compost είναι:

- Η θερμοκρασία: καθ' όλη τη διάρκεια της κομποστοποίησης η θερμοκρασία είναι ένας παράγοντας που απαιτεί συνεχή παρακολούθηση. Συγκεκριμένα, πρέπει να διατηρείται πάνω από 55 °C και κάτω από 75 °C. Η ανάπτυξη μικροοργανισμών κατάλληλων για την πραγματοποίηση της βιοσταθεροποίησης, συνεπάγεται και αύξηση της θερμοκρασίας. Έτσι, εάν δεν ελέγχεται συνεχώς ενδέχεται να καταστραφεί η ροή της μεθόδου και να μην επετευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα,
- Η αναλογία θρεπτικών συστατικών: είναι απαραίτητη για την δημιουργία αλλά και την βιωσιμότητα των μικροοργανισμών. Ειδικότερα δυο είναι τα συστατικά που μελετώνται, ο άνθρακας και το άζωτο. Ο άνθρακας είναι πηγή ενεργείας και το άζωτο βοηθά στην ανάπτυξη τους. Κατόπιν μελετών έχει αποδειχθεί ότι ο λόγος C/N πρέπει να είναι εντός του φάσματος 25:1 έως 35:1. Φυσικά η ποσότητα του κάθε στοιχείου εξαρτάται άμεσα από τη σύσταση των απορριμμάτων και την φάση που βρίσκεται η διεργασία (σχήμα 1.5). Εντούτοις, η αναλογία επηρεάζεται και με εξωτερικές προσθαφαιρέσεις (π.χ. προσθήκη πριονιδιού που είναι πλούσιο σε άνθρακα),



Σχήμα 1.5 Σχέση ημερών με την αναλογία C/N

- Η υγρασία: είναι ιδιαίτερα σημαντική γιατί η ανάπτυξη και η δραστηριότητα των μικροοργανισμών συμβαίνει στην υγρή φάση. Επιτρεπτές τιμές της υγρασίας κυμαίνονται μεταξύ 40% και 70%, χωρίς όμως να επιδιώκονται υψηλές τιμές αυτής λόγω των χρηστικών προβλημάτων που εμφανίζονται από την κατακράτηση υγρών (αύξηση βάρους),
- Ο αερισμός: η παρουσία οξυγόνου είναι καθοριστικός παράγοντας κατά την αερόβια βιοσταθεροποίηση. Αφενός μεν ευνοεί τον μεταβολισμό και την μικροβιακή αναπνοή αλλά και την οξείδωση των οργανικών ενώσεων. Αφετέρου, διατηρεί την θερμοκρασία στα επιθυμητά επίπεδα. Έχει παρατηρηθεί ότι σε χαμηλές θερμοκρασίες (γύρω στους 50 °C) υπάρχει έντονη κατανάλωση οξυγόνου. Γίνεται έτσι, αντιληπτός και ο ρόλος της συνεχής και ελεγχόμενης ανάδευσης των σειραδίων ή του αερισμού των σωρών. (Biomethanization of the organic fraction of municipal solid wastes, J. Mata - Alvarez),
- Το pH: το οργανικό κλάσμα έχει pH συνήθως γύρω στο 7 ενώ η παράγωγη compost ευνοείται σε τιμές από 5.5 – 8. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι τα βακτήρια προτιμούν την ουδέτερη περιοχή ενώ οι μύκητες την όξινη. Τέλος, οι τιμές του συγκεκριμένου δείκτη εξαρτώνται από την φάση της διεργασίας.



Σχήμα 1.6 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του παραγόμενου compost

Εκτός από την κλασσική μέθοδο της βιοσταθεροποίησης σε κατανομή σωρών (σειράδες ή αεριζόμενοι σωροί) απορριμμάτων, υπάρχει και η μηχανική κομποστοποίηση. Σ' αυτήν γίνεται χρήση ειδικών θαλάμων (βιοαντιδραστήρων), όπου πραγματοποιείται περιοδική ανάδευση, ακριβής έλεγχος διαφόρων τεχνικών μεγεθών, όπως η θερμοκρασία, το pH και το οξυγόνο, ενώ ταυτόχρονα γίνεται καλύτερος περιορισμός των οσμών. Επιπρόσθετα μειώνεται ο χρόνος παραμονής των αποβλήτων στη φάση της βιοσταθεροποίησης – από 4 (τέσσερις) εβδομάδες σε 2 (δυο) - αλλά ο χρόνος ωρίμανσης παραμένει σταθερός, περίπου τέσσερις εβδομάδες ή περισσότερο. Εντούτοις η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου βιοσταθεροποίησης συνίσταται σε ένα φάσμα οικονομοτεχνικών παραγόντων, όπως το απαιτούμενο κεφαλαίο επένδυσης, το λειτουργικό κόστος, ο προβλεπόμενος χώρος, η παρουσία ή μη οσμών και άλλες τεχνικές λεπτομέρειες. Γίνεται εύκολα αντιληπτό, τέλος, ότι με τους βιοαντιδραστήρες επιτυγχάνεται καλύτερος έλεγχος του προϊόντος και των παραμέτρων αυτού αλλά ταυτόχρονα αυξάνεται το κόστος.

1.3.3 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Κατά την αναερόβια επεξεργασία γίνεται ζύμωση ελλείψη οξυγόνου (αέρα) μέσα σε συγκεκριμένους κλειστούς χώρους (αντιδραστήρες) και επιτυγχάνεται έτσι η παραγωγή κομποστ αλλά και βιοαερίου (ενέργεια). Υλικά-απόβλητα που υπόκεινται στην άνωθεν διαδικασία προέρχονται κυρίως από:

- Ανάμεικτα οικιακά απόβλητα τα οποία έχουν υποστεί επεξεργασία,
- Οργανικά συστατικά οικιακών αποβλήτων,
- Απορρίμματα κήπων και πάρκων,
- Απόβλητα που προέρχονται από εμπορικές και βιοτεχνικές δραστηριότητες,
- Απόβλητα από συγκεκριμένες βιομηχανίες (π.χ.

βιομηχανίες τροφίμων, βιομηχανίες που παράγουν συσκευασίες προϊόντων κ.ά.).

1.3.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Η αναερόβια βιοσταθεροποίηση περιλαμβάνει και αυτή με τη σειρά της την ίδια διαδικασία διαχωρισμού των οικιακών απορριμμάτων, όπως η αερόβια. Στην περίπτωση, βέβαια, που επεξεργάζεται μόνο το οργανικό κλάσμα (ήδη διαχωρισμένο) δεν χρειάζεται απομάκρυνση των μη οργανικών ουσιών. Έπειτα προστίθεται υγρασία και θρεπτικές ουσίες, γίνεται ρύθμιση του pH και έλεγχος της θερμοκρασίας στους 55 – 60 °C. Η υγρασία και τα θρεπτικά συστατικά προστίθενται μέσω λάσπης ή επεξεργασμένων αστικών λυμάτων ή κοπριάς.

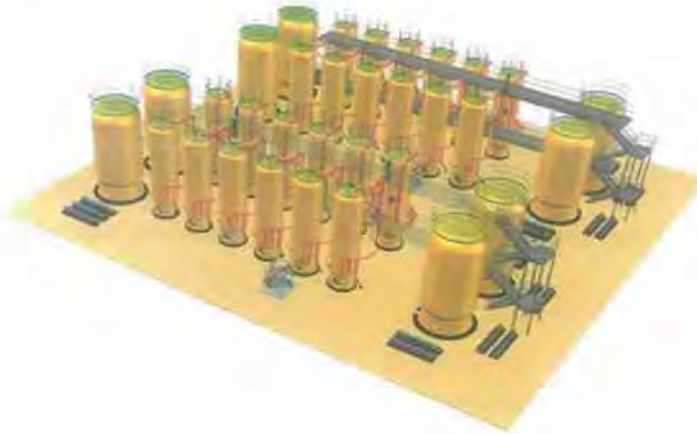
Στην αναερόβια βιοσταθεροποίηση οι διεργασίες με την σημαντικότερη ισχύ είναι οι εξής δυο, η υδρόλυση, κατά την οποία αερόβια βακτήρια που ενυπάρχουν στα απορρίμματα κάνουν υδρόλυση και διασπών τις οργανικές ουσίες ενώ ταυτόχρονα καταναλώνουν οξυγόνο και η μεθανοποίηση, κατά την οποία με τη βοήθεια βακτηρίων παράγεται μεθάνιο. Η παράγωγή μεθανίου είναι αυτή που δημιουργεί τη σημαντικότερη διαφοροποίηση ανάμεσα στην αναερόβια και την αερόβια διεργασία ζύμωσης (παράγωγή ενεργείας με τη συμβολή του διοξειδίου του άνθρακα).



Σχήμα 1.7 Φάσεις αναερόβιας διεργασίας

Η παράγωγή μεθανίου (κατά τη φάση της μεθανιογένεσης) είναι αυτή που δημιουργεί τη σημαντικότερη διαφοροποίηση ανάμεσα στην αναερόβια και την

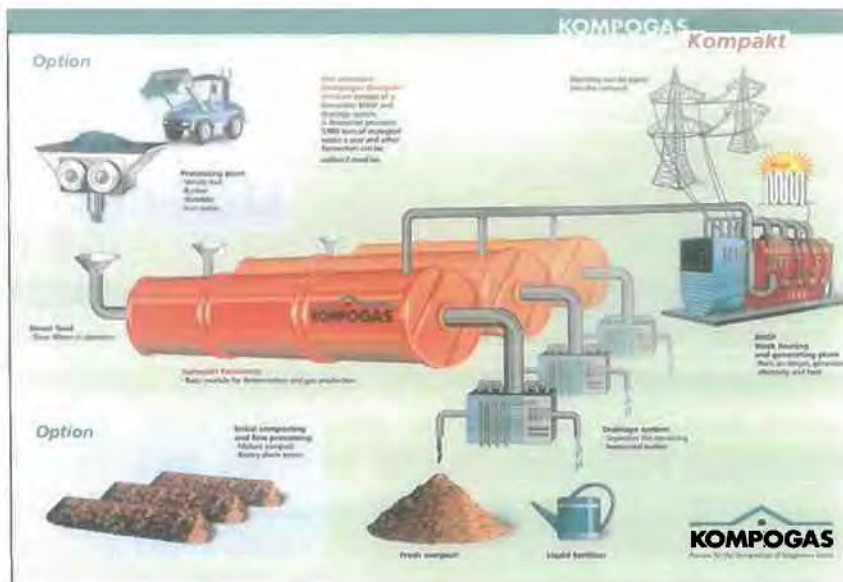
αερόβια διεργασία ζύμωσης (παράγωγή ενέργειας με τη συμβολή του διοξειδίου του άνθρακα). Τα προϊόντα που απομένουν από τη διαδικασία είναι το μεθάνιο αναμεμιγμένο με διοξείδιο του άνθρακα, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ενεργειακή ύλη (βιοαέριο) αλλά και στερεά και υγρά υπολείμματα. Το στερεό υπόλειμμα με επεξεργασία και ξήρανση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως compost. Αξίζει να αναφερθούν ορισμένες αναερόβιες διεργασίες, όπως είναι η Waasa, Valorga, Drango, Kompogas, BTA κ.α. (Anaerobic digestion of biomass, David P. Chynoweth, Ron Isaacson).



Σχήμα 1.8 Waasa

Η διαδικασία Waasa ξεκίνησε από την πόλη Vaasa της Φιλανδίας αλλά σήμερα έχει αναπτυχτεί και σε άλλες χώρες (π.χ. Ιαπωνία, Ολλανδία). Χαρακτηριστικό της μεθόδου αυτής είναι ότι ο κύριος αντιδραστήρας είναι χωρισμένος σε διαφορές ζώνες με σχετικά απλό τρόπο ενώ η πρώτη ζώνη συνθέτει ένα προθάλαμο μέσα στον αντιδραστήρα. Η μίξη στον αντιδραστήρα επιτυγχάνεται με ανάδευση πεπιεσμένου αέρα ενώ αξίζει να αναφερθεί ότι ένα μέρος της ζύμωσης των αποβλήτων ανακατεύεται με τα καινούργια απορρίμματα προκειμένου να επιταχυνθεί η όλη διαδικασία.

Η μέθοδος Kompogas είναι μια ξηρή διαδικασία που αναπτύχθηκε στην Ελβετία. Οι αντιδραστήρες είναι οριζόντιοι κύλινδροι, μέσα στους οποίους αναδευτήρες ανακατεύουν τα απορρίμματα. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι στο πάνω μέρος των αντιδραστήρων στρόφιγγες αντλούν το βιοαέριο.

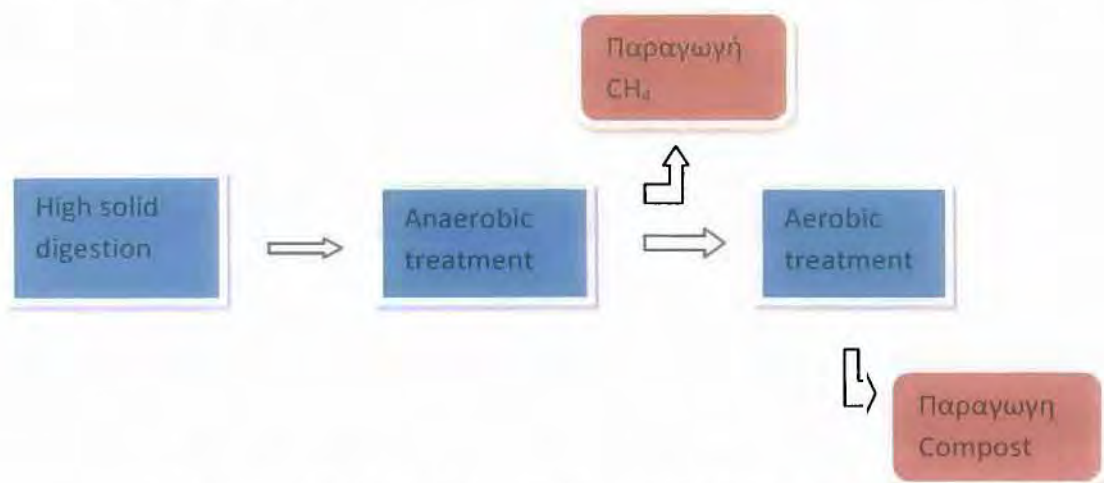


Σχήμα 1.9 Komprogas

Μια διάκριση της αναερόβιας βιοσταθεροποίησης γίνεται ανάλογα με τη ποσότητα των στερεών απορριμμάτων:

1. Χώνευση low- solid, δηλαδή χαμηλής συγκεντρώσεως στερεών (4 - 8%)
2. Χώνευση high- solid, δηλαδή υψηλής συγκεντρώσεως στερεών (22% ή περισσότερο)

Στην high – solid στερεό υπόλειμμα μπορεί εύκολα να μετατραπεί σε προϊόν κομποστοποίησης (compost).



Σχήμα 1.10 Συνδυασμός αναερόβιας – αερόβιας επεξεργασίας

Η αναερόβια χώνευση με παρουσία υψηλής ποσότητας στερεού υπολείμματος μπορεί, όπως ήδη αναφέρθηκε να συνδυαστεί με αερόβια κομποστοποίηση. Αρχικά, το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων υπόκειται σε αναερόβια βιοσταθεροποίηση,

με προϊόν παράγωγης καύσιμο υλικό (μεθάνιο) και εν συνεχεία το στερεό υπόλειμμα της διαδικασίας επεξεργάζεται αερόβια προκειμένου να παραχθεί compost.

1.3.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι βιολογικές μέθοδοι που αναπτύχθηκαν ήταν οι αερόβια και η αναερόβια βιοσταθεροποίηση. Η πρώτη φαντάζει ιδιαίτερα χρήσιμη για την παράγωγή εδαφοβελτιωτικού υλικού, με την ονομασία compost. Για την παράγωγή αυτού χρησιμοποιούνται τα οργανικά απόβλητα μετά από διαχωρισμό (ή όντας ήδη διαχωρισμένα). Η μέθοδος αυτή, όπως γίνεται αντιληπτό, ελαφρύνει σε μεγάλο βαθμό το συνολικό όγκο των απορριμμάτων αφού αξιοποιεί τα οργανικά. Ας σημειωθεί ότι αυτά καταλαμβάνουν περίπου το 50% του συνόλου. Έτσι, διευκολύνονται και οι χώροι υγειονομικής ταφής καθώς καταλήγουν πολύ λιγότερα απόβλητα σε αυτούς και αποτρέπεται σε μεγάλο βαθμό η δημιουργία αποστραγγισμάτων, που προκαλείται κυρίως από τα οργανικά υπολείμματα. Ταυτόχρονα, όμως, πρόκειται για μια διεργασία επαναχρησιμοποίησης υλικών με νέα πλέον χρησιμότητα, χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον με την ένταξη νέων προϊόντων στον παραγωγικό κύκλο. Από την άλλη, η αναερόβια διεργασία επεξεργάζεται τα απορρίμματα με σκοπό αφενός μεν την μείωση του μεγέθους τους και αφετέρου τη εκμετάλλευση του μεθανίου που παράγεται ως προϊόν της διεργασίας. Δεν πρέπει, βέβαια, να λησμονείται ότι και σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να υπάρξει παράγωγή εδαφοβελτιωτικού με κατάλληλη επεξεργασία του στερεού υπολείμματος της διεργασίας.

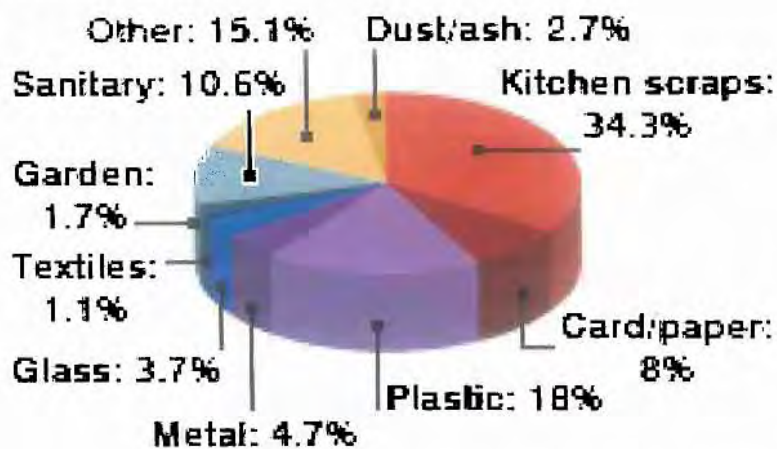
Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι οι βιολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης των απορριμμάτων – κυρίως η αερόβια βιοσταθεροποίηση – είναι τεχνικές που δεν επηρεάζονται από τις διακυμάνσεις της εισερχομένης ποσότητας απόβλητων. Πρόκειται, δηλαδή, για διακοπτόμενες, εάν χρειαστεί, διεργασίες. Αυτό φυσικά εξυπηρετεί περιοχές με ακανόνιστη κατανομή απορριμμάτων, όπως για παράδειγμα τουριστικά μέρη ή νησιά.

1.4 ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ

1.4.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Η υγειονομική ταφή είναι μια μέθοδος απόθεσης απορριμμάτων που χρησιμοποιεί την τεχνική της ταφής αυτών στο έδαφος. Είναι χρήσιμο στο σημείο αυτό να οριστεί η έννοια και η σύσταση του αστικού αποβλήτου. Αστικά απορρίμματα, λοιπόν, είναι αυτά που δημιουργούνται από την αστική δραστηριότητα και η σύνθεση τους παρουσιάζεται παρακάτω:

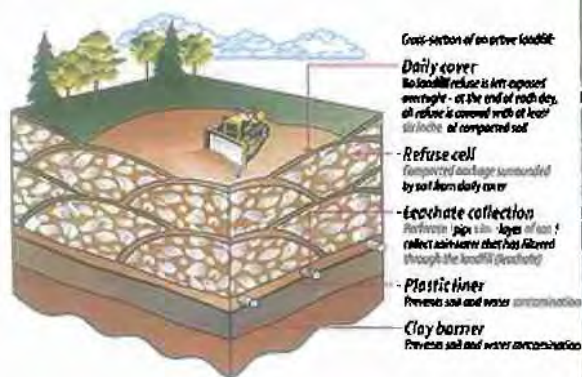
WASTE IN TYPICAL DUSTBIN



SOURCE: Open University, 2006

Σχήμα 1.12 Σύσταση αστικών αποβλήτων

Η ταφή είναι από τις απλούστερες μεθόδους επεξεργασίας αποβλήτων και γίνεται σε χώρους που αναφέρονται με το αρκτικόλεξο ΧΥΤΑ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής). Κατά την διαδικασία, τα απόβλητα θάβονται στους χώρους αυτούς χρησιμοποιώντας, όμως, όλα τα απαραίτητα μέσα έτσι ώστε να μειώνεται η μόλυνση του τοπικού περιβάλλοντος. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση (επικάλυψη) στρωμάτων αδρανών υλικών προκαθορισμένου πάχους και την δημιουργία κελιών που συγκεκριμενοποιούν ποσότητες απορριμμάτων που επικαλύπτονται.



Σχήμα 1.11 Αναπαράσταση- τομή κελιών



Εικόνα 1.6 ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων

Τέλος, η διάρκεια ζωής των χώρων αυτών δεν υπερβαίνει τα 30 χρόνια ενώ η αποκατάστασή τους και η επαναφορά τους στην αρχική τους κατάσταση μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 20 έτη.

1.4.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΧΩΡΟΥ ΥΓΕΙΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ

Τα κριτήρια επιλογής ενός χώρου υγειονομικής ταφής είναι :

1. Γεωλογικά: Εξετάζεται η λιθολογία, η στρωματογραφία και η τεκτονική. Αξίζει να σημειωθεί ότι η παρουσία ασβεστωμάτων (ασβεστόλιθος) και διαρρηγμένων πετρωμάτων σε μικρό βάθος λειτουργεί αποτρεπτικά, λόγω αυξημένης διαπερατότητας (δεν εμποδίζονται τα αποστραγγίσματα),
2. Υδρογεωλογικά: Εξετάζεται η υδροπερατότητα του εδάφους, με προτίμηση στην χαμηλή, ώστε τα αποστραγγίσματα των απορριμμάτων να μην διαχέονται εύκολα στο έδαφος. Ακόμα, μετράται το βάθος των υπογείων υδροφόρων ρευμάτων, προκειμένου να αποφευχθεί η μόλυνση τους. Συνήθως επιλέγονται περιοχές με υφάλμυρα υπόγεια ρεύματα ή άλλα με βάθος αρκετά μεγάλο,
3. Γεωτεχνικά: Μελετάται η ευστάθεια του εδάφους. Επιλέγονται περιοχές χωρίς κλίση (οριζόντια επίπεδες), χωρίς σαθρό έδαφος και μακριά από κατολισθήσεις.
4. Χωροταξίας: Προσέχεται η τοποθέτηση του ΧΥΤΑ σε χώρους χωροταξικά κατάλληλους. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται η απόσταση από πηγές, οδούς, μνημεία, χώρους αρχαιολογικούς, πολιτιστικούς και αναψυχής, παραδοσιακούς οικισμούς και οικιστικές περιοχές (γενικότερα χώροι απομακρυσμένοι). Αξίζει να σημειωθεί ότι βάση της ελληνικής νομοθεσίας καθορίζονται οι κάτωθι ελάχιστες αποστάσεις:
 - i. Από ποταμούς 100μ
 - ii. Από λίμνες 300μ
 - iii. Από εθνικές οδούς 300μ
 - iv. Από αεροδρόμια 3000μ
 - v. Από υδρευτικές γεωτρήσεις 400μ
5. Περιβαλλοντικά: Αξιολογούνται οι επιδράσεις στη χλωρίδα και την πανίδα. Σκοπός είναι πάντοτε η προστασία του περιβάλλοντος και όχι η καταστροφή του. Συμπληρωματικά, στην ειδική περίπτωση των νησιών επιτρέπεται η κατασκευή ΧΥΤΑ σε περιοχές natura με αυστηρά εντούτοις κριτήρια.
6. Κλιματικά: Αξιολογούνται μικροκλίματα χαρακτηριστικά της περιοχής όπως είναι η διεύθυνση των ανεμών, η κατανομή των βροχοπτώσεων και των θερμοκρασιών με σκοπό τη βελτιστοποίηση των επιλεγμένων περιοχών. Το νερό της βροχής, άλλωστε, δημιουργεί και εντείνει τα στραγγίσματα με αποτέλεσμα την εντονότερη μόλυνση του εδάφους του χώρου ταφής.
7. Οικονομικά: Τα οικονομικά στοιχεία διαδραματίζουν καθοριστικό ρολό στην κατασκευή του χώρου υγειονομικής ταφής. Συγκεκριμένα, λαμβάνονται υπ' όψιν τα διάφορα κόστη (κατασκευής, αγοράς οικοπέδου κτλ), η αμεσότητα με δίκτυα ηλεκτρισμού και ύδρευσης και λειτουργικά (η προσβασιμότητα, χωρητικότητα,

διάρκεια ζωής). Τέλος, εξετάζεται η αποτελεσματικότητα της επένδυσης βάση του πληθυσμού που εξυπηρετεί και της παραγωγής απορριμμάτων.

8. Κοινωνικά: Συχνά μελετάται και εκτιμάται η κοινωνική αποδοχή της κατασκευής, ώστε να αποφευχθούν κοινωνικές αντιδράσεις.

Οι παράγοντες επιλογής ενός χώρου ταφής καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα παραμέτρων, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, εντούτοις τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν, συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους αλλά και η αναγκαιότητα, αρκετές φορές, ύπαρξής τους, καθιστούν τους ΧΥΤΑ πρωτεύουσα επιλογή.

Οι κυριότεροι λόγοι προτίμησης τους είναι:

1. Η τεχνική είναι σχετικά απλή και δεν απαιτεί πολύπλοκο και δυσεύρετο τεχνολογικό εξοπλισμό.
2. Η παρακολούθηση και ο έλεγχος της όλης διεργασίας τόσο από το προσωπικό της ίδιας της μονάδας όσο και από εξωτερικούς φορείς είναι αρκετά εύκολος.
3. Το οικονομικό κόστος είναι σχετικά χαμηλό. Δεν απαιτείται μεγάλο κεφαλαίο αρχικής επένδυσης ούτε έντονα λειτουργικά έξοδα.
4. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου και το ευρύτατο φάσμα διαφορετικών απορριμμάτων που μπορεί να δεχθεί ένας τέτοιος χώρος.
5. Η αναγκαιότητα ύπαρξής τους, καθώς λειτουργούν και προσθετικά σε πολλές μεθόδους αντιμετώπισης απορριμμάτων.

1.4.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ

Προτού αναφερθούν οι μέθοδοι υγειονομικής ταφής, γίνεται μια σύντομη περιγραφή του τρόπου διάθεσης των απορριμμάτων στους ΧΥΤΑ. Τα απόβλητα που καταφθάνουν στους ΧΥΤΑ, εναποτίθενται σε μορφή στρώσεων που ονομάζονται ταμπανια. Τα ταμπανια κατηγοριοποιούνται σε κελιά, χώρους απόθεσης ημερησίας βάσης, και τελικά επικαλύπτονται με υλικά επικάλυψης (αμμώδες υλικό πάχους 15εκ.), με σκοπό την αποτροπή πυρκαγιάς και την αποφυγή δυσοσμίας.

Μέθοδοι υγειονομικής ταφής βάση της περιοχής απόθεσης των απορριμμάτων είναι :

- Μέθοδος επίπεδων περιοχών: Τα απορρίμματα εναποτίθενται σε παράλληλες λωρίδες και συμπαγοποιούνται. Εν συνεχεία, σκεπάζονται με υλικό επικάλυψης (γαιώδες υλικό), διαμορφώνοντας κατάλληλη επιφάνεια για περαιτέρω χρήση. Τα κελιά δημιουργούνται από τα απόβλητα στο τέλος κάθε μέρας (χωρητικότητα κελίων είναι μιας ημέρας απορρίμματα). Τέλος, εάν δεν υπάρχουν δανειοθάλαμοι (καλούνται έτσι οι χώροι με το υλικό επικάλυψης), χρησιμοποιείται χώμα από τις ανασκαφές – χαμηλού βάθους- των λωρίδων εναπόθεσης. Η τεχνική αυτή ονομάζεται μέθοδος ράμπας και είναι παραλλαγή της αρχικής.
- Μέθοδος σε περιοχές με μεγάλο πάχος υλικού επικάλυψης: Η μέθοδος αυτή ονομάζεται μέθοδος τάφρων μιας και για την εφαρμογή της διανοίγονται βαθιές τάφροι. Τα απόβλητα εναποτίθενται μέσα σε αυτές και τα κελιά καλύπτονται με το χώμα από την διάνοιξη.
- Μέθοδος τοπογραφικών ισοπεδώσεων: Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε περιοχές με εδαφικές ανωμαλίες, όπως φαράγγια, πρώην λατομία κτλ. Η διαφοροποίηση εδώ είναι ότι το υλικό επικάλυψης που χρησιμοποιείται, συντελεί και στην ισοπέδωση των εδαφών.

1.4.4 ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΧΩΡΑ ΣΤΟ ΧΥΤΑ

Οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα μετά την ταφή είναι:

- Η αερόβια αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος: Σε πρώτη φάση ξεκινά η αποσύνθεση των οργανικών ουσιών, στην οποία σημαίνοντα ρολό παίζει η παρουσία του οξυγόνου και γι' αυτό άλλωστε ονομάζεται αερόβια. Η διεργασία αυτή λαμβάνει χώρα σε μικρά βάθη, δηλαδή κοντά στην επιφάνεια του σωρού, που βρίσκεται πιο κοντά στο εξωτερικό περιβάλλον. Ο χρόνος εκτέλεσης της διεργασίας αυτής είναι σχετικά μικρός, σε σύγκριση με τους υπόλοιπους, και τα στραγγίσματα που προκύπτουν περιορισμένα.
- Όξινη αναερόβια αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος: Με την πάροδο του χρόνου και τη σταδιακή μείωση οξυγόνου, αρχίζει να επιτελείται η αναερόβια αποσύνθεση χωρίς την παράγωγή μεθανίου. Οι αναερόβιες συνθήκες που επικρατούν βοηθούν την υπανάπτυξη μικροοργανισμών που εντείνουν την οργανική αλλά και την ανόργανη διάσπαση. Σημειώνεται ότι ονομάζεται όξινη γιατί αυξάνεται το pH (5.5-6.5) των στραγγισμάτων από την έντονη παρουσία διοξειδίου του άνθρακα και οργανικών οξέων.
- Αναερόβια αποσύνθεση με παράγωγή μεθανίου: Κατά τη διάρκεια της τρίτης φάσης, η ακόμη μεγαλύτερη κατανάλωση οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς οδηγεί στην κυριαρχία των θανούμενων βακτηρίων. Τα βακτήρια αυτά καταναλώνουν οργανικό κλάσμα και το μετατρέπουν σε διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, νερό ενώ εκλύεται και ένα μικρό ποσό θερμότητας. Στο στάδιο αυτό παράγεται το γνωστό βιοαέριο, μείγμα αέριων με κυρίαρχα όμως το μεθάνιο και το διοξείδιο του άνθρακα. Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί ότι η θανούμενη φάση ξεκινά μετά από 6 μήνες έως και μερικά χρονιά με κυρίαρχο παράγοντα στην διαδικασία αυτή την υγρασία και τις μεταβολές της.
- Παράγωγή στραγγισμάτων: Η τελευταία διεργασία που λαμβάνει χώρα στους ΧΥΤΑ είναι η παράγωγή στραγγισμάτων (αποστράγγιση). Τα στραγγίσματα παράγονται από την αποσύνθεση και την υγρασία των απορριμμάτων αλλά και με την συμβολή ενδεχομένως του νερού της βροχής. Προέρχονται από μια σειρά χημικών και βιολογικών διαδικασιών με κυριότερες την διάλυση αλάτων και την αποσύνθεση οργανικού υλικού.

Η ποσότητα των παραγόμενων στραγγισμάτων διέπεται από το υδάτινο ισοζύγιο της χωματερής που εκφράζεται από την εξίσωση:

$$L = D - R - \Delta S_s - E - \Delta S_r$$

όπου: - L = Παραγωγή στραγγισμάτων

- D = Βροχόπτωση

- R = επιφανειακή απορροή

- Δ = μεταβολή στην αποθήκευση υγρασίας από το έδαφος

- E = εξατμισοδιαπνοή

- ΔS_r = μεταβολή στην απορρόφηση υγρασίας από τα απορρίμματα.

1.4.5 ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΧΥΤΑ

Για την κατασκευή ενός ΧΥΤΑ δεν απαιτούνται ιδιαίτερα σύνθετες κατασκευές. Πιο συγκεκριμένα, τα βασικά έργα υποδομής περιλαμβάνουν:

- Χωματοργικές εργασίες: Γίνεται η προετοιμασία και η διαμόρφωση του χώρου υγειονομικής ταφής, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα σκαφτικά μηχανήματα,
- Έργα στεγανοποίησης: Στεγανοποιείται ο πυθμένας και οι παράπλευρες πρανές με υλικό μόνωσης τον άργιλο. (συνήθως λεπτόκοκκες αργλικές στρώσεις υλικού),
- Έργα στραγγισμάτων: Κατασκευάζεται σύστημα συλλογής και μεταφοράς των στραγγισμάτων σε μονάδα εγκατάστασης, όπου γίνεται η περιβαλλοντικά κατάλληλη επεξεργασία,
- Έργα βιοαερίου: Δημιουργείται δίκτυο απαγωγής του παραγόμενου βιοαερίου με σκοπό τη διαχείριση του ως πηγή ενέργειας,
- Εγκαταστάσεις: Κατασκευάζονται όλες οι απαραίτητες υποδομές για την λειτουργία και περιφρούρηση του ΧΥΤΑ. Ενδεικτικά αναφέρονται το κτίριο διοίκησης, κτίριο συνεργείου, είσοδος και περίφραξη, δεξαμενή ύδρευσης – πυρόσβεσης κτλ.

1.4.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μέθοδος υγειονομικής ταφής και οι ΧΥΤΑ είναι ευρέως διαδεδομένη, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Αρκετές φορές, μάλιστα, η λειτουργία τους είναι αναγκαία γιατί λειτουργούν επικουρικά σε αρκετές άλλες μεθόδους αντιμετώπισης απόβλητων. Εντούτοις, κυρίως τα περιβαλλοντικά μειονεκτήματα της μεθόδου αλλά και η κοινωνική απαξίωση των χώρων, έχουν στρέψει την επιστήμη καθώς και την πολιτική προς τον αποκλεισμό τους. Εξαιτίας, δε, των μολυντικών επιπτώσεων που μπορεί να προκαλέσουν, η χρήση τους πρέπει να πληροί όλες τις απαραίτητες προϋποθέσεις. Μερικές απ' αυτές είναι οι ακόλουθες:

- Προκαθορισμένο πρόγραμμα λειτουργίας του ΧΥΤΑ πριν την αρχική εκμετάλλευσή του,
- Καθημερινή επικάλυψη των απορριμμάτων με τα κατάλληλα υλικά,
- Έλεγχος και έγκριση των βιομηχανικών αποβλήτων πριν την τελική τους διάθεση,
- Έλεγχος των αποστραγγισμάτων και της δεξαμενής εναπόθεσης τους αλλά και του συστήματος άντλησης,
- Παρακολούθηση του βιοαερίου που παράγεται και του συστήματος εκμετάλλευσής του,
- Συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού και όλων των λειτουργιών της μεθόδου,
- Λήψη προληπτικών μέτρων, προκειμένου να αποφευχθούν ανεπιθύμητες καταστάσεις (π.χ. συνεχόμενες βροχές),

- Πλήρωση όλων των νομοθετικών υποχρεώσεων, που είναι απαραίτητοι για τη λειτουργία του χώρου.

Γενικότερα, οι ΧΥΤΑ αποτελούν μια οικονομική (όσον αφορά το αρχικό κόστος επένδυσης) και αποτελεσματική μέθοδο αντιμετώπισης των απορριμμάτων. Παρ' ολ' αυτά, η περιβαλλοντική τους διάσταση αλλά και οικονομικοκοινωνική αντιμετώπιση τους από τρίτους είναι οξύτατη. Περιβαλλοντικά, ελλοχεύουν αρκετοί κίνδυνοι καθώς σε αυτούς αντιμετωπίζεται η πλειονότητα των απορριμμάτων και το μικρό λάθος στην εκτέλεση της διεργασίας μπορεί να στοιχίσει. Επιπρόσθετα, ο περιβάλλοντας χώρος κατακρημνίζεται τόσο από την περιβαλλοντική σκοπιά όσο και από την οικονομικοκοινωνική. Αποτέλεσμα αυτού είναι οι συνεχείς αντιδράσεις των κατοίκων των εν λόγω περιοχών, μιας και υποβαθμίζεται η περιοχή τους. Πέρα από την κοινωνική διάσταση, αρνητικά επιδρά και η κατάληψη αρκετά μεγάλου χώρου απόθεσης για την εφαρμογή της τεχνολογίας. Σε εποχές, μάλιστα, που η οικιστική και πληθυσμιακή εξάπλωση είναι έντονη, η εύρεση κατάλληλου χώρου αποτελεί μεγάλο πρόβλημα. Τέλος, το κόστος μεταφέροντας είναι ιδιαίτερα απαιτητικό. Μετά την πάροδο των χρόνων εφαρμογής, ο χώρος εκμετάλλευσης πρέπει να επανέλθει περιβαλλοντικά και να γίνει ξανά προσιτός κοινωνικά (π.χ. κατασκευή πάρκου ή χώρων ψυχαγωγίας), γεγονός που εμφανέστατα δημιουργεί κόστος – χωρίς, μάλιστα, να χρησιμοποιείται πλέον ο χώρος.

Κεφάλαιο 2

2. ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΤΩΝ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΙΚΕΣ ΧΩΡΕΣ

2.1 Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, τα συστήματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων στην Ευρώπη συμμετείχαν σε μια σειρά πολύπλοκων και πολύπλευρων συμβιβασμών μέσα σε πληθώρα εναλλακτικών τεχνολογιών, οικονομικών μεσών και θεσμικών πλαισίων. Οι αλλαγές αυτές είχαν περιβαλλοντικό, οικονομικό, κοινωνικό και θεσμικό – ρυθμιστικό αντίκτυπο στις πρακτικές διαχείρισης απορριμμάτων. Αρχικά, γιατί περιέπλεξαν την περιφερειακή πολιτική ανάλυση αλλά και επιπρόσθετα αναμόρφωσαν την έννοια της παγκόσμιας αειφόρου ανάπτυξης. Η ανάλυση συστημάτων, ένα μέσο που εναρμονίζει τις ολοκληρωμένες στρατηγικές διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, έχει παράσχει μοναδική διεπιστημονική υποστήριξη στην λήψη αποφάσεων για τον τομέα αυτό. Συστήματα μηχανικών μοντέλων και εργαλείων αξιολόγησης, τα οποία εμπλουτίζουν το αναλυτικό πλαίσιο της διαχείρισης των αποβλήτων, έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να διαχειριστούν συγκεκριμένους τύπους προβλημάτων. Παρ' όλ' αυτά η εξομάλυνση των εμποδίων για την εφαρμογή των κατάλληλων συστημάτων σύνθεσης και ολοκλήρωσης αυτών των μοντέλων και εργαλείων για την ενίσχυση των στερεών προγραμμάτων διαχείρισης αποβλήτων που επικρατούν στις χώρες της Ευρώπης, εξακολουθεί να είναι αβέβαιη. Στο κεφαλαίο αυτό διεξάγεται μια λεπτομερή βιβλιογραφική ανασκόπηση διαφόρων μοντέλων και εργαλείων, φωτίζοντας πιθανά αλληλοκαλυπτομενα όρια στη διαχείριση αποβλήτων σε ευρωπαϊκές χώρες. Επιπλέον περιλαμβάνονται τα υπέρ και τα κατά των πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων για κάθε κράτος-μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Έτσι, οι χώρες του νότου της Ευρωπαϊκής Ένωσης πρέπει να αναπτύξουν περαιτέρω μέτρα για την εφαρμογή μιας πιο ολοκληρωμένης διαχείρισης των απορριμμάτων τους προκειμένου να φτάσουν τις οδηγίες της ΕΕ. Από την άλλη, οι χώρες της Κεντρικής και βόρειας ΕΕ χρειάζονται μοντέλα και εργαλεία με τα οποία θα εξορθολογήσουν τις τεχνολογικές τους επιλογές και τις στρατηγικές διαχείρισης. Παρ' όλα αυτά, λαμβάνοντας υπόψη τα συστήματα ανάλυσης μοντέλων και εργαλείων σε μια αμφίδρομη και αλληλεξαρτούμενη βάση, είναι βέβαιο ότι θα προκύψουν ευκαιρίες για την ανάπτυξη καλύτερων στρατηγικών στη διαχείριση στερεών αποβλήτων, στρατηγικές που οδηγούν σε συμμόρφωση με τα τρέχοντα πρότυπα και την ενίσχυση μελλοντικών προοπτικών τόσο για τη βιομηχανία διαχείρισης απορριμμάτων όσο και για τους κρατικούς φορείς στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Στον 21ο αιώνα, η βιώσιμη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) θα καταστεί αναγκαία σε όλες τις φάσεις των επιπτώσεων, από το προγραμματισμό για το σχεδιασμό, τη λειτουργία έως και τον παροπλισμό. Κατά συνέπεια, το φάσμα των νέων και υφιστάμενων τεχνολογιών αντιμετώπισης των αποβλήτων και στρατηγικών διαχείρισης εκτείνεται και αυτό με

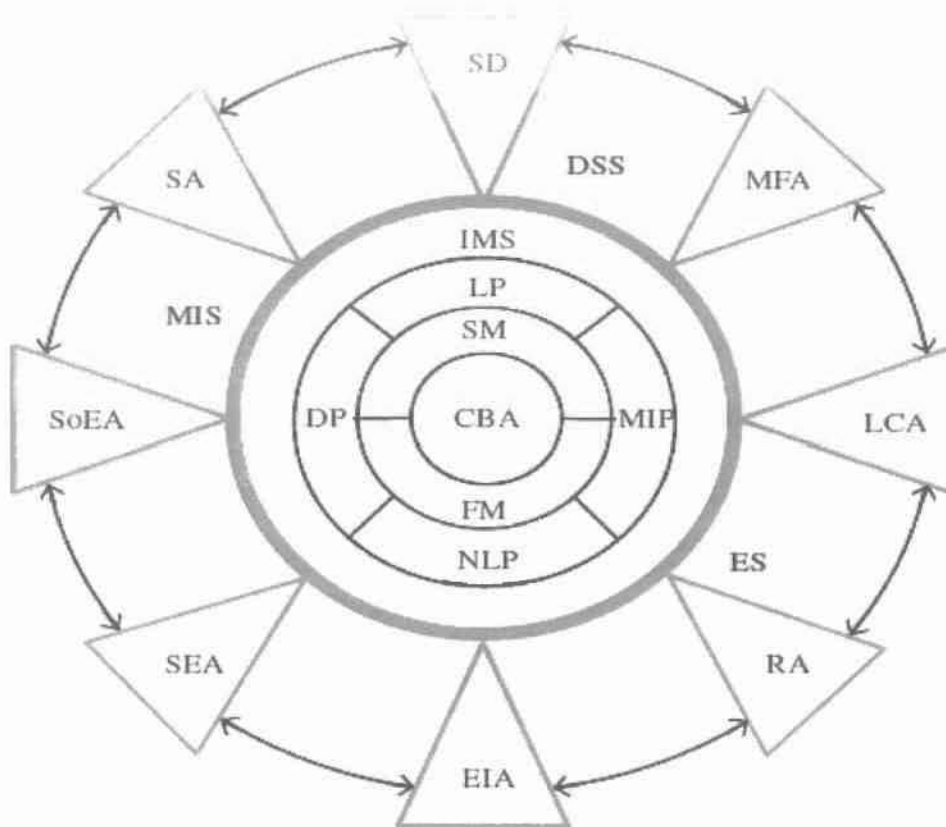
τη σειρά του από τη διατήρηση της ποιότητας του περιβάλλοντος στον παρόντα χρόνο μέχρι την επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας και αειφόρου ανάπτυξης στο μέλλον. Μια τέτοια ομαλή εξέλιξη επιτρέπει και στις βιομηχανίες διαχείρισης αποβλήτων και στους κυβερνητικούς φορείς, την κάλυψη κοινών αναγκών για τη διαχείριση των αποβλήτων με μεγαλύτερες περιβαλλοντικές δυνατότητες. Αυτή η εξέλιξη καλύπτει από την ανακύκλωση υλικών και την διεύρυνση του ενεργειακού εφοδιασμού και τις ανανεώσιμες πηγές μέχρι την αναζήτηση περισσότερο κοινωνικά αποδεκτών επιλογών, καθώς και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας των φυσικών οικοσυστημάτων την ίδια στιγμή. Για την επίτευξη αυτών των στόχων, όλες οι τεχνολογίες θα πρέπει να αναλύονται ως σύνολο, δεδομένου ότι είναι αλληλένδετες μεταξύ τους και οι εξελίξεις σε ένα τομέα επηρεάζουν συχνά πρακτικές ή δραστηριότητες σε έναν άλλο.

Τεχνικές ανάλυσης συστημάτων έχουν εφαρμοστεί για το χειρισμό των ΑΣΑ μέσω μιας σειράς ολοκληρωμένων μεθοδολογιών τις τελευταίες δεκαετίες. Συνολικά πέντε συστήματα μηχανικών μοντέλων (engineering system models) και εννέα συστήματα αξιολόγησης (systems assessment tools), που τυπικά κατατάσσονται σε αυτόν τον τομέα, καταδεικνύουν τις προκλήσεις, τις τάσεις και τις προοπτικές. Αξίζει να σημειωθεί ότι το φάσμα αυτών των μοντέλων και των εργαλείων αξιολόγησης κατετάγη σε δύο τομείς αν και ορισμένα από αυτά μπορεί να είναι συνυφασμένα με κάποια άλλα.

Αυτά είναι:

1) Συστήματα μηχανικών μοντέλων, όπως ανάλυση κόστους - κέρδους (Cost and Benefit Analysis), μοντέλα πρόγνωσης (Forecasting Models), μοντέλα προσομοίωσης (Simulation Models), μοντέλα βελτιστοποίησης (Optimization Models) και ολοκληρωμένα συστήματα μοντελοποίησης (Integrated Modeling Systems) και

2) Συστήματα αξιολόγησης (ή συστήματα αξιολογικών εργαλείων), όπως συστήματα διαχείρισης πληροφοριών (Management Information System), συστήματα υποστήριξης λήψης αποφάσεων (Decision Support System), έμπειρα συστήματα (Expert System), ανάπτυξη σεναρίων (Scenario Development), ανάλυση ροής υλών (Material Flow Analysis), αξιολόγηση κύκλου ζωής ή κατάλογος απογραφής κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment or Life Cycle Inventory), εκτίμηση κινδύνου (Risk Assessment), εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Environmental Impact Assessment), στρατηγική περιβαλλοντική εκτίμηση (Strategic Environmental Assessment), κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση (Socioeconomic Assessment), και βιώσιμη - αειφόρος αξιολόγηση (Sustainable Assessment).



Εικόνα 2.1 Τεχνολογικός κόμβος διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Changetal. 2009)

Η άνωθεν εικόνα απεικονίζει ολιστικά την αλληλεξάρτηση μεταξύ των δύο αυτών τομέων από τους οποίους δεκατέσσερις τεχνολογίες μπορούν να συνδεθούν μέσω ενός κοινού τεχνολογικού κόμβου. Στην κάρδια του κόμβου, τα πέντε συστήματα μηχανικών μοντέλων μπορεί να θεωρηθούν ως οι βασικές τεχνολογίες στις οποίες η ανάλυση κόστους - κέρδους (Cost and Benefit Analysis) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κοινή πλατφόρμα για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων. Ολοκληρωμένα συστήματα προσομοίωσης (Simulation Models) μπορούν με ευελιξία να ενώσουν διάφορα μοντέλα βελτιστοποίησης, συμπεριλαμβανομένου γραμμικού προγραμματισμού (Linear Programming), μεικτού ακέραιου προγραμματισμού (Mixed Integer Programming), μη γραμμικού προγραμματισμού (Non Linear Programming), και δυναμικού προγραμματισμού (Dynamic Programming). Ακόμη, μοντέλα για τον προσδιορισμό και την αντιμετώπιση των προβλημάτων του συστήματος, όπως το μοντέλο προσομοίωσης (SM) και το μοντέλο πρόβλεψης (FM) μπορούν να υποστηρίξουν σε ουσιαστικό υπόβαθρο την σύνδεση με το μοντέλο ανάλυσης κόστους - κέρδους (CBA) στο πλαίσιο της ανάλυσης συστημάτων. Με μια τέτοια βασική δομή, το μοντέλο αποφάσεων DSS (DecisionSupportSystem) μπορεί να κατασκευαστεί για χωριστή ή ομαδική εφαρμογή. Ωστόσο, συστήματα υποστήριξης λήψης αποφάσεων ή έμπειρα συστήματα (DSS ή ES) βασισμένα σε κανόνες, γνώσεις ή γραφικά μπορούν επιπρόσθετα να σχηματίζονται με βάση ευρετικές - εμπειρικές προσεγγίσεις. Όλες αυτές οι προσπάθειες μπορεί να ενσωματωθούν με το υπόλοιπο του συστήματος εργαλείων αξιολόγησης που περιγράφεται από τα οκτώ εξωτερικά τρίγωνα. Η σύνδεση μεταξύ των οκτώ αυτών τριγώνων αναπαριστά τη ροή πληροφοριών, που με τη σειρά της προσπαθεί να βελτιώσει την αξιοπιστία των πέντε συστημάτων μηχανικών μοντέλων, και που διαμορφώνεται στο πλαίσιο του συστήματος

διαχείρισης πληροφοριών (MIS), των συστημάτων υποστήριξης λήψης αποφάσεων ή έμπειρων συστημάτων (DSS, ES). Συνολικά, το σχήμα 2.1 αποτυπώνει μια καλή υλοποίηση της δομής μεταξύ των συστημάτων μηχανικών μοντέλων και των συστημάτων εργαλείων αξιολόγησης από όπου η ανάλυση των συστημάτων θα πρέπει να είναι μια καλά ισορροπημένη διαδικασία για την παραγωγή φιλικότερων για το περιβάλλον, οικονομικά αποδοτικών και κοινωνικά αποδεκτών λύσεων.

Με ένα τέτοιο εργαλείο, κάθε κοινότητα μπορεί να προσαρμόσει το δικό της μοναδικό σύστημα για τη διαχείριση των διαφόρων συστατικών των αποβλήτων με ευέλικτο τρόπο. Όμως, ακόμη το πώς θα επιτευχθεί η εξομάλυνση των εμποδίων προς την σύνθεση των κατάλληλων συστημάτων και την ενσωμάτωση των πέντε συστημάτων μηχανικών μοντέλων και των εννέα συστημάτων εργαλείων αξιολόγησης για την ενίσχυση των πρακτικών διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στις χώρες της Ευρώπης, παραμένει κάπως αβέβαιο. Σκοπός του κεφαλαίου είναι να παρουσιάσει μια κριτική ανάλυση των επιτευγμάτων μέχρι στιγμής και τα κενά στη γνώση της διαχείρισης των αποβλήτων που πρέπει να πληρωθούν στο πλαίσιο της μακροπρόθεσμης αειφόρου ανάπτυξης. Σε πρακτικό επίπεδο, λοιπόν, παρουσιάζονται τα πρώτα 15 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης που έχουν τις ίδιες κινητήριες δυνάμεις με παρόμοιες νομοθεσίες για τα απόβλητα και τη διαχείριση τους.

Η συγκριτική ανάλυση που ακολουθεί προωθεί μια εμπειριστατωμένη προοπτική, να ελαχιστοποιήσει τις ανωμαλίες του συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων συστηματικά, και ταυτόχρονα να επιτρέψει ενδεχόμενες συγκρούσεις που συνδέονται με περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς, τεχνολογικούς και οικονομικούς περιορισμούς, αντιμετωπίζοντας αυτές ορθολογικότερα από ότι μέχρι τώρα.

2.2 ΙΣΧΥΟΥΣΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε.

Μετά τις δεσμεύσεις που αναλήφθηκαν κατά την Παγκόσμια Διάσκεψη Κορυφής που έλαβε χώρα στο Ρίο ντε Τζανέιρο (1992), το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του 2001 ενέκρινε την πρώτη ευρωπαϊκή στρατηγική για την αειφόρο Ανάπτυξη (Sustainable Development Strategy). Γενικός στόχος της ανανεωμένης αυτής στρατηγικής της ΕΕ είναι να υποστηρίξει και να προωθήσει δράσεις που επιτρέπουν στην ΕΕ να επιτύχει συνεχή βελτίωση της ποιότητας ζωής των σημερινών και των μελλοντικών γενεών. Αυτό αναμένεται να επιτευχθεί μέσω της δημιουργίας βιώσιμων κοινοτήτων ικανών να διαχειριστούν αποτελεσματικά τους πόρους, αξιοποιώντας τις καινοτόμες οικονομικές προοπτικές, διασφαλίζοντας την ευημερία, προστατεύοντας το περιβάλλον και την κοινωνική συνοχή. Οι αλλαγές αυτές θα επιφέρουν την αίσθηση του επείγοντος στη διαχείριση των ΑΣΑ ενώ ταυτόχρονα η βραχυπρόθεσμη δράση που απαιτείται για την επίλυση διαχειριστικών ζητημάτων αντιμετώπισης των απόβλητων, θα οδηγήσει σε μια μακροπρόθεσμη προοπτική.

Η πιο πρόσφατη δημοσιευμένη νομοθεσία από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή είναι η οδηγία 2008/98/ΕΚ (ΕΕ, 2008), η οποία αντανάκλα την πράσινη προοπτική της ΕΕ και φέρνει στην επιφάνεια νέες προκλήσεις για τα συστήματα διαχείρισης των απορριμμάτων. Νέοι ορισμοί για τα απόβλητα και τα παραπροϊόντα και αποσαφήνιση του τέλους του κύκλου ζωής των αποβλήτων, έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη για την επιλογή κατάλληλων τεχνολογιών που αποσκοπούν στη βελτίωση της προστασίας της ανθρώπινης υγιεινής και του περιβάλλοντος, προωθώντας την

επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση, ενισχύοντας τα προγράμματα πρόληψης μέσω της χωριστής συλλογής των βιολογικών αποβλήτων, και εισάγοντας την διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού συλλογικά. Επιπλέον, οι βασικές προκλήσεις που σχετίζονται με τη μακροπρόθεσμη στρατηγική διαχείρισης των απορριμμάτων, είναι η κλιματική αλλαγή και η αλόγιστη χρήση ενέργειας, που συνδέουν τα συστήματα διαχείρισης των ΑΣΑ με τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και την ενίσχυση της ανάκτησης ενέργειας. Γίνεται προφανές, λοιπόν, ότι η πράσινη ανάπτυξη συνδέεται άμεσα με την διαχείριση των σκουπιδιών των πόλεων. Η αειφόρος κατανάλωση και παραγωγή, σχετίζεται με τα απόβλητα και συγκεκριμένα τα προγράμματα πρόληψης, και έτσι έτυχαν ευρείας προσοχής η διατήρηση των πόρων, η ανάκτηση και η επαναχρησιμοποίηση των διαφόρων υλών.

Κοινωνικοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης του πληθυσμού και της μετανάστευσης, έγιναν ουσιαστικής σημασίας για την ακριβή πρόβλεψη της παραγωγής αποβλήτων και την εκτίμηση της ορθής παραγωγικής ικανότητας των εγκαταστάσεων διαχείρισης απορριμμάτων. Η δημόσια υγεία η οποία χρησιμοποιείται για την κατηγοριοποίηση των επιπτώσεων από την αξιολόγηση του κύκλου ζωής (LCA) πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν, με την εφαρμογή ενός συστήματος διασφάλισης ποιότητας, για τον έλεγχο των προϊόντων. Όλα αυτά συνθέτουν την δομή των σημερινών συστημάτων διαχείρισης των ΑΣΑ και κάνουν ακόμη μεγαλύτερη την ανάγκη για χρήση συστημάτων ανάλυσης εντός των χώρων της Ε.Ε.

Η ορθή συνεκτίμηση των επιπτώσεων των κλιματικών αλλαγών και της σπανιότητας των πόρων είναι υποχρεωτική στην περιβαλλοντική διαχείριση, συμπεριλαμβανομένης φυσικά της διαχείρισης απορριμμάτων στην Ευρώπη. Η σπανιότητα των πόρων έχει οδηγήσει στην αναζήτηση νέων στρατηγικών σε ευρωπαϊκό επίπεδο για την προώθηση της σκέψης για αέναο κύκλο ζωής στο πλαίσιο των πολιτικών διαχείρισης των αποβλήτων και, κατά συνέπεια, τα προβλήματα της διαχείρισης των ΑΣΑ είναι αλληλένδετα με τον τρόπο ενσωμάτωσης οικονομικά εφικτών και περιβαλλοντικά βιώσιμων πρακτικών σε ολοκληρωτικό επίπεδο. Όλα αυτά προκύπτουν κάτω από το πρίσμα και την αλληλεξάρτηση μεταξύ βέλτιστου σχεδιασμού και διαστασιολόγησης των εγκαταστάσεων διαχείρισης των στερεών αποβλήτων και βέλτιστου προγραμματισμού των ροών αποβλήτων, αξιολογώντας ταυτόχρονα τα νέα στοιχεία του συστήματος και λαμβάνοντας υπόψη περιβαλλοντικά και κοινωνικά κόστη, όπως δημοτικοί φόροι, τέλη χρήσης, το κόστος ευκαιρίας κεφαλαίου και τις κρατικές επιχορηγήσεις και τις επιδοτήσεις. Οι κοινωνικοοικονομικές αυτές στρατηγικές, οι οποίες έχουν εφαρμοστεί μόνο από μια μερίδα των βιομηχανικών χωρών στο κόσμο, θα μπορούσαν να επεκταθούν με σκοπό τη μείωση της παραγωγής αποβλήτων και ταυτόχρονα, να αποσυνδέσουν την παραγωγή αποβλήτων από την οικονομική ανάπτυξη.

Η βελτίωση της γνωστικής βάσης, ταυτόχρονα, επηρεάζει την πρόοδο της αποκομιδής απορριμμάτων, την ανάλυση των πόρων, καθώς και δημιουργεί εναλλακτικές λύσεις διάθεσης μέσω της αντικατάστασης με πιο συστηματικές πρακτικές μοντελοποίησης. Η θεματική στρατηγική για την πρόληψη και την ανακύκλωση των αποβλήτων (ΕΕ, 2005) είναι ένα παράδειγμα μιας τέτοιας αλλαγής πολιτικής. Η βελτίωση της ισχύουσας νομοθεσίας, λοιπόν, με την απλοποίηση και τον εκσυγχρονισμό της, επηρεάζει τον ορισμό των αποβλήτων, τα κριτήρια του τέλους του κύκλου ζωής των αποβλήτων, την ανακύκλωση, την ανάκτηση και τις δραστηριότητες διάθεσης. Την ίδια στιγμή αποτελεί και μία από τις κατευθυντήριες γραμμές οι οποίες είναι ζωτικής σημασίας για την συνέχιση και την επόμενη

δεκαετία. Επιπλέον, οι κλιματικές αλλαγές ανάγκασαν με τη σειρά τους σε νέα μέτρα που θα εφαρμοστούν σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτά περιλαμβάνουν την προώθηση της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, μέσω έκτροπης των βιολογικών - οργανικών αποβλήτων από την υγειονομική ταφή, βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την επεξεργασία των απορριμμάτων και τη διάθεση αυτών, την προώθηση των οργανικών λιπασμάτων (compost) στο έδαφος ως εναλλακτική λύση για τα ανόργανα λιπάσματα, τη βελτίωση της ποιότητας των διαχειρίσιμων αποβλήτων (με τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών), τη μείωση της κατανάλωσης των πόρων και την αύξηση της χρησιμότητας και χρήσης των διαφόρων υλικών. Μερικές κοινωνικές πτυχές της διαχείρισης ΑΣΑ έχουν επίσης καταστεί υποχρεωτικές από τους κανονισμούς της ΕΕ, όπως με την οδηγία για στρατηγική περιβαλλοντική αξιολόγηση, που σχετίζονται με τη συμμετοχή του κοινού όσον αφορά την κατάρτιση ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων αναφορικά με την περιβαλλοντική οδηγία (ΕΕ, 2001).

Για να επιτευχθεί, τελικά, η βελτίωση της αστικής αειφορίας και να προσφερθεί το επίπεδο υπηρεσιών που απαιτούνται από τον πληθυσμό, θα μπορούσε να είναι ακόμη πιο κρίσιμη η δυνατότητα να αυξηθεί η αξιοπιστία των πράσινων συστημάτων υποδομής με τεχνικές διαχείρισης αποβλήτων, ιδιαίτερα μέσω ορθών διασυνδέσεων μεταξύ εταιρικών σχέσεων του ιδιωτικού και δημόσιου τομέα. Τελικά, όχι μόνο κατευναστικές λύσεις που σχετίζονται με τη κλιματική αλλαγή θα πρέπει να περιλαμβάνονται ως ένα μέρος των στρατηγικών διαχείρισης των ΑΣΑ αλλά επίσης και προκλήσεις στην προσαρμογή της διαχείρισης των απορριμμάτων είναι αναγκαίες, οι οποίες σχετίζονται κυρίως με τεχνολογίες επεξεργασίας αποβλήτων. Από την άλλη πλευρά, τα συστήματα συλλογής των αποβλήτων θα πρέπει να σχεδιάζονται και να θέτονται σε εφαρμογή έτσι ώστε να είναι ικανά να βελτιώσουν την προστασία της δημόσιας υγείας. Για παράδειγμα, οι υψηλότερες θερμοκρασίες μετά την αλλαγή του κλίματος, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε μεγαλύτερη υποβάθμιση τα βιολογικά απόβλητα, δημιουργώντας έτσι προβλήματα οσμής, είναι ζητήματα που χρήζουν περαιτέρω προσοχής.

Πιο σύνθετα κοινωνικά μέτρα, όπως οι εθελοντικές συμφωνίες για την ενθάρρυνση ανάληψης της ευθύνης των παραγωγών και των καταναλωτών, θα μπορούσαν να καταστούν υποχρεωτικά για την επίτευξη μιας ολοκληρωμένης διαχείρισης στερεών απορριμμάτων. Επιτείνοντας, έτσι, τη λήψη αποφάσεων, μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών και των ιθυνόντων κατά τη διάρκεια των συμμετοχικών διαδικασιών σε διάφορα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτή η κατάσταση, λοιπόν, προκαλεί μεγάλη ανάγκη να αναθεωρηθούν σε βάθος, οι υφιστάμενες προσεγγίσεις μηχανικών συστημάτων και των εργαλείων για την αξιολόγηση του συστήματος, προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της ολοκληρωμένης διαχείρισης, ιδίως σε κράτη μέλη της ΕΕ με διαφορετικά επίπεδα οικονομικής ανάπτυξης. Οι στόχοι αυτοί είναι απαραίτητοι για να διευκολυνθεί μια ολοκληρωμένη λύση για την αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας όσον αφορά τους στόχους, τους κινδύνους και την αβεβαιότητα των διαφόρων χαρακτηριστικών στη λήψη αποφάσεων συνολικά.

2.3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Στα μηχανικά συστήματα, ένα σύστημα μπορεί να είναι ένα σύνολο σχετικών εξαρτημάτων - στοιχείων ή υποσυστημάτων, τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους κατά κάποιο τρόπο. Οι ιδιότητες ενός συστήματος καθορίζονται από το σύνολο των υποσυστημάτων, τα χαρακτηριστικά τους, και τις μεταξύ τους σχέσεις. Τα

χαρακτηριστικά σχετίζονται με τα όρια του συστήματος ανάλογα με το αν είναι κλειστά ή ανοικτά συστήματα / υποσυστήματα. Με αυτόν τον ορισμό, ένα σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ ταιριάζει με την έννοια του μηχανικού συστήματος κατά την οποία οι τεχνικές πτυχές, όπως η υγειονομική ταφή, η αποτέφρωση, η αναερόβια χώνευση, η λιπασματοποίηση και η συλλογή είναι υποσυστήματα αυτού και συνδέονται μεταξύ τους εσωτερικά μέσω της επεξεργασίας αποβλήτων και εξωτερικά μέσω της διαχείρισης των στόλων των φορτηγών από τους δήμους. Τα υποσυστήματα αποτελούν μέρος του συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων (SWM – Solid Waste Management) που έχει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των τεχνικών και μη τεχνικών πτυχών του, οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν την παράγωγη και κατάληξη των απορριμμάτων σε κάποιο βαθμό.

Λαμβάνοντας υπόψη τα συστήματα SWM, διάφορες τεχνικές ανάλυσης συστημάτων έχουν εφαρμοστεί για να βοηθήσουν τη λήψη αποφάσεων. Αυτές μπορούν να χωριστούν σε δύο κύριες ομάδες όπως έχει ήδη αναφερθεί: συστήματα μηχανικών μοντέλων και συστήματα αξιολογικών μεσών - εργαλείων. Η συμβολή τους στα SWM συστήματα συνοψίζεται στη συνέχεια.

2.3.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Η πολυπλοκότητα του συστήματος SWM προκύπτει από τη χωροθέτηση των εγκαταστάσεων, την επιλογή των κατάλληλων τεχνολογιών, και τη σύγκριση των επιλογών διαχείρισης. Συνεπώς, για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών, τα συστήματα μηχανικών μοντέλων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προώθηση της ανάλυσης με βάση την ανάλυση κόστους-οφέλους (CBA), τη βελτιστοποίηση των μοντέλων (OM), τα μοντέλα προσομοίωσης (SM), τα μοντέλα πρόγνωσης (SM) και τα ολοκληρωμένα συστήματα μοντελοποίησης (IMS). Ο πίνακας 2.1 παρουσιάζει τη συμβολή των συστημάτων μηχανικών μοντέλων για την ανάλυση του συστήματος SWM κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Προσφέρει μια συστηματική ανασκόπηση καταδεικνύοντας πώς οι λειτουργίες καθώς και οι σχέσεις μεταξύ των διαφόρων στοιχείων των συστημάτων μηχανικών μοντέλων, γίνονταν αντιληπτές.

Τύποι συστημάτων μηχανικών μοντέλων	Περιγραφή	Συμβολή στο SWM σύστημα
ανάλυση κόστους – κέρδους (CBA)	Για να αξιολογεί θετικά και αρνητικά οικονομικά και φυσικά αποτελέσματα ανεξάρτητα ή με την υποστήριξη μοντέλων προσομοίωσης και βελτιστοποίησης για την ανάλυση συστημάτων	Καλώς καθορισμένα μοντέλα κόστους - οφέλους μπορούν να μεταφράσουν περιβαλλοντικές πτυχές σε οικονομικούς όρους.
Μοντέλα	Για να επιτευχθεί η	Μοντέλα βελτιστοποίησης έχουν

<p>βελτιστοποίησης (OM)</p>	<p>καλύτερη λύση μεταξύ των πολλών εναλλακτικών, λαμβάνοντας υπόψη έναν ή περισσότερους στόχους.</p>	<p>λύσει τα ακόλουθα θέματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ενιαίο σχεδιασμό του δικτύου (Anderson και Nigam, 1967, Anderson, 1968, Fuertes et al, 1974, Helms και Clark, 1974, Kuhner και Harrington, 1975, Jenkins, 1979, Clayton, 1976, Rao, 1975) • δυναμική, διαφόρων περιόδων επένδυση (Marks et al, 1970, Marks και Libman, 1971) • μέγεθος και τοποθεσία εγκαταστάσεων (Charman και Yakowitz, 1984, Li και Huang, 2006α, β, 2009α, β, Nie et al, 2007., Li et al, 2007, 2006, 2008α, β, Huang et al, 2001, 2002., Xu et al., 2009) • διαχείριση υποδομών, όπως χώρους υγειονομικής ταφής (Davila et al., 2005) <p>Μοντέλα που αναπτύχθηκαν είναι: WRAP (USEPA, 1977)</p>
<p>Μοντέλα προσομοίωσης (SM)</p>	<p>Για να παρακολουθήσει τις μακρόχρονες αλυσίδες συνεχών ή διακριτών γεγονότων βασισμένες στις σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος, που περιγράφουν τις εργασίες στα συμπλεγματικά συστήματα και βοηθώντας τη διερεύνηση της δυναμικής συμπεριφορά του συστήματος (Wang et al., 1996).</p>	<p>Μοντέλα που αναπτύχθηκαν για SWM συστήματα : SWIM (Wang et al, 1996.), GIGO (Lawver et al, 1990,.. Anex et al, 1996), AWAST (Villeneuve et al., 2009), EcoSolver IP-SSK (Krivtsov et al., 2004), TASAR (Tanskanen και Melanen, 1999)</p>
<p>Μοντέλα πρόγνωσης (FM)</p>	<p>Για να χαρακτηρίσουν ροές αποβλήτων ποσοτικά και ποιοτικά και να κατασκευάσουν ένα σύστημα διαχείρισης πληροφοριών έτσι ώστε να συσσωρεύει πληροφορίες με την πάροδο του χρόνου.</p>	<p>Τα μοντέλα έχουν σχετικές μεταβλητές όπως ο πληθυσμός (Grossman et al., 1974), το επίπεδο του εισοδήματος (Grossman et al, 1974., Beigl et al, 2005.) το μέγεθος της κατοικία (Grossman et al., 1974), τις</p>

	<p>Για την πρόβλεψη της παραγωγής αποβλήτων, ανάλυση χρονοσειρών παλινδρόμησης (Katsamak i etal, 1998., Navarro-Ésbri et al., 2002), μοντέλα δυναμικού συστήματος (Dyson και Chang, 2005), και άλλα μοντέλα παλινδρόμησης που έχουν εφαρμοστεί (Grossman et al., 1974).</p>	<p>συνολικές δαπάνες των καταναλωτών και το εγχώριο ακαθάριστο προϊόν (Daskalopoulos et al., 1998), μέτρα παραγωγής, μέγεθος νοικοκυριού, χρονολογία της κατασκευής, δείκτες υγείας (Beigl et al., 2005), το κατά κεφαλήν εισόδημα και την απόθεση τελών για τη διάθεση των αποβλήτων (Hockett et al., 1995), τη παραγωγή αποβλήτων, τα συνολικά έσοδα ανά κέντρο αντιμετώπισης των απορριμμάτων, τα άτομα ανά νοικοκυριό, το εισόδημα ανά σπίτι και ο πληθυσμός (Dyson και Chang, 2005).</p>
<p>Ολοκληρωμένα συστήματα μοντελοποίησης (IMS)</p>	<p>Για τη βελτίωση της συνέργειας μεταξύ των συνδέσεων διαφορετικών μοντέλων, συνενώνοντας το σύνολο των λειτουργιών</p>	<p>Τα μοντέλα IMS έχουν παράσχει:</p> <ul style="list-style-type: none"> • δυναμικές πληροφορίες της παραγωγής αποβλήτων και τη ροή των αποβλήτων (Chang et al., 1993) • βέλτιστα σχέδια επέκτασης της παραγωγικής ικανότητας (χωρητικότητα) με σκοπό την μετατροπή των απορριμμάτων σε ενεργεία και βελτιστοποίηση των δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα σε εγκαταστάσεις υγειονομικής ταφής με την πάροδο του χρόνου (Baetz, 1990) • Μοντέλα που αναπτύχθηκαν: ORWARE (Dalemo et al, 1997, Bjorklund et al., 1999)

Πινάκας 2.1 Συμβολή των συστημάτων μηχανικών μοντέλων σε SWM μοντέλα

2.3.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

Τις περισσότερες φορές, αφού τα συστήματα έχουν δημιουργηθεί και εφαρμοστεί, είναι αναγκαίο να αξιολογηθούν οι επιδόσεις τους και να εξεταστεί πώς μπορούν να γίνουν βελτιώσεις, ιδιαίτερα σε απάντηση στις αυξανόμενες προκλήσεις που προωθούνται από τον κανονισμό. Μοντέλα που μπορούν να βοηθήσουν τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων προς αυτούς τους στόχους είναι τα συστήματα εργαλείων αξιολόγησης. Τα εργαλεία αυτά μπορεί να είναι

MIS, DSS, ES, SD, MFA, LCA, RA, EIE, SEA, SoEA και SA (τα αρχικά των όποιων αναφέρονται στο 2.1). Ο Πίνακας 2.2 παρουσιάζει τη συμβολή των εργαλείων αυτών στη διαχείριση των αποβλήτων. Κατά συνέπεια, η κατάλληλη χρήση των εργαλείων για την αξιολόγηση του συστήματος, έχει τόσο μεγάλη επίδραση στη συνολική βελτιστοποίηση, ιδίως στο πλαίσιο της IMS (ολοκληρωμένη μοντελοποίηση συστημάτων), επειδή οι έξοδοι – συμπεράσματα (εξαγόμενα του συστήματος) από αυτά τα εργαλεία, συνήθως χρησιμοποιούνται ως κύριοι είσοδοι (εισαγόμενα του συστήματος) στα μοντέλα που αντανακλούν τις κοινωνικοοικονομικές, τις κλιματικές και διαχειριστικές εκτιμήσεις.

Συστήματα εργαλείων αξιολόγησης	Περιγραφή	Συμβολή σε SWM συστήματα
Σύστημα διαχείρισης πληροφοριών (MIS), σύστημα υποστήριξης λήψης αποφάσεων (DSP), έμπειρο σύστημα (ES)	Αποτελείται από διαφορετικές μεθόδους που εφαρμόζονται για ανταλλαγή και διαχείριση πληροφοριών και χρησιμοποιείται για να βοηθήσει στη λήψη αποφάσεων	MIS / DSS / ES έχουν εφαρμοστεί για: <ul style="list-style-type: none"> • να παρέχουν την αποθήκευση πληροφοριών και μετάδοση μέσω χωρών (EIONET, 2009) • να αποδίδουν συγκεκριμένη υποστήριξη αποφάσεων (Chang και Wang, 1996, Barlishen και Baetz, 1996, Hastrup etal, 1998., Bhargava και Tettelbach, 1997, AEATechnology, 1998) • να σχετίζουν τον χαρακτηρισμό του ρεύματος απόβλητων με τη μετάβαση, την επεξεργασία και διάθεση των αποβλήτων (MacDonald, 1996)
Ανάπτυξη σεναρίου (SD)	Για να δημιουργήσει υποθετικές ακολουθίες γεγονότων, κατασκευασμένες ειδικά για την επικέντρωση της προσοχής σε αιτιώδεις διαδικασίες και σημεία αποφάσεων (Kahn και Wiener, 1967)	Έχει τη δυνατότητα να εξερευνήσει τα γεγονότα (γεγονότα στην υπόθεση αυτή είναι πολιτικές και αποφάσεις που ελήφθησαν) που μπορεί να προκύψουν και συνδέονται με SWM συστήματα σε μια χρονική κλίμακα. Τέτοια γεγονότα μπορεί να είναι μέσα ή έξω από το σύστημα SWM. Οι Fell και Fletcher (2007) έχουν δημιουργήσει συστήματα για την ανάπτυξη σεναρίων για το μελλοντικό τρόπο ζωής και τάσεων αυτής και προβλέψεις που βασίζονται σε σενάρια του

		τρόπου ζωής συσχετισμένα με τη σύνθεση των αποβλήτων
Ανάλυση ροής υλών (MFA)	Αποτελείται από μια συστηματική αξιολόγηση των ροών και των αποθεμάτων των υλικών μέσα σε ένα σύστημα που ορίζεται στο χώρο και στο χρόνο (Brunner και Rechberger , 2003)	Το λογισμικό αναπτύχθηκε στοMFA: SFINX (vander Voet, 1995 a, b), FLUX (Huijbregts, 2000), STAN(TU Βιέννη, 2009), DYNFLOW (Elshkaki, 2000), GaBi (PE International, 2006) και Umberto (ITU, 2006)
Αξιολόγηση του κύκλου ζωής (LCA)	Αποτελείται από μια διαδικασία για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων - επιπτώσεων που συνδέονται με ένα προϊόν, μια διαδικασία ή μια δραστηριότητα, με σκοπό τον εντοπισμό και την ποσοτικοποίηση της ενέργειας και των υλικών που χρησιμοποιούνται, των αποβλήτων και των εκπομπών που ελευθερώνονται στο περιβάλλον. Να εκτιμηθεί ο αντίκτυπος της εν λόγω χρήσης ενέργειας και πρώτων υλών για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση ευκαιριών που οδηγούν σε περιβαλλοντικές βελτιώσεις (ΕΟΠ, 2003)	Μοντέλα που αναπτύχθηκαν για SWM συστήματα: IWM (White et al, 1995, McDougall et al., 2001), WASTE (Diaz και Warith, 2006), WISARD / WRATE (Ecobilan, 2004, Buttol et al, 2007), EASEWASTE (Christensen et al., 2007)
Εκτίμηση κινδύνου (RA)	Για να συνδέσει τα περιβαλλοντικά και για την ανθρώπινη υγεία ρίσκα με τα ατυχήματα, μέσω στατιστικών αξιολογήσεων	Βοήθεια στην αξιολόγηση των εγκάρσιων συστημάτων SWM
Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων	Μια διαδικασία που έχει ως στόχο να διασφαλίσει ότι η διαδικασία λήψης	ΕΙΑ σύστημα που σχετίζεται με ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα προσπάθει να λύσει αμφιλεγόμενα ζητήματα του

(EIA)	<p>αποφάσεων, σχετική με τις δραστηριότητες που ενδέχεται να έχουν σημαντική επίδραση στο περιβάλλον, λαμβάνει υπόψη τις περιβαλλοντικές πτυχές που σχετίζονται με την απόφαση (Tukker, 2000)</p>	<p>μελετώμενου έργου - σχεδίου, όπως η χωροθέτηση, θέματα που προήλθαν από την επίδραση NIMBY, τεχνικά θέματα για να δικαιολογήσει την επιλογή της τεχνολογίας για τη μείωση των εκπομπών, και ακόμη και την απόρριψη του σχεδίου (Chang et al., 2009). Στην Ευρώπη, EIA είναι υποχρεωτική για τους χώρους υγειονομικής ταφής και τις μονάδες αποτέφρωσης όσον αφορά τα όρια των δυνατοτήτων της ΕΕ μέσω της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ (ΕΕ, 1985), όπως τροποποιήθηκε από την Οδηγία 97/11/ΕΚ (ΕΕ, 1997). Ένα καλό παράδειγμα μπορεί να βρεθεί στο άρθρο των Barker και Wood (1999)</p>
<p>Στρατηγική περιβαλλοντική εκτίμηση (SEA)</p>	<p>Περιλαμβάνει την περιβαλλοντική αξιολόγηση μιας στρατηγικής πράξης ως πλάνο, πρόγραμμα ή πολιτική</p>	<p>Η εφαρμογή του τονίζεται από την Οδηγία 2001/42/ΕΚ (ΕΕ, 2001), η οποία είναι υποχρεωτική για την προώθηση και εκπόνηση της στρατηγικής και περιβαλλοντικής εκτίμησης για SWM σχέδια. Περισσότερες λεπτομέρειες μπορούν να βρεθούν στο ολλανδικό πρόγραμμα δέκα ετών για τη διαχείριση αποβλήτων 1992 και 2002 (Derived, 1999)</p>
<p>Κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση (SoEA)</p>	<p>Αποτελείται από πρακτικές βασισμένες σε υπολογιστή που εφαρμόζουν ολοκληρωμένες και στηριγμένες στην αγορά απαιτήσεις κανονισμών ή/ και πολιτικών για SWM</p>	<p>Επέτρεψε την ένταξη του 'ο ρυπαίνων πληρώνει', τελών υγειονομικής ταφής, πιστωτικών μονάδων της ανακύκλωσης, χρεώσεων των προϊόντων, συστημάτων επιστροφής προκαταβολών, και την ευθύνη του παραγωγού στη λήψη αποφάσεων σε SWM συστήματα, προωθώντας μια πιο βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων. Για τους σκοπούς αυτούς, πολλές μεθοδολογίες έχουν εφαρμοστεί: CBA με βάση το LP (Chang et al, 1997, 1996.), CBA με βάση το MIP (Chang et al., 2005), CBA με βάση ασαφή προγραμματισμό</p>

		<p>(Chang και Wang, 1997), την βελτιστοποίηση minimax (Chang και Davila, 2007), GIP με βάση τη θεωρία παιγνίων (Davila et al., 2005), CBA με βάση MCDM (Καραγιαννίδης και Μουσιόπουλος, 1997, Rousis et al, 2008), το βέλτιστο έλεγχο του χώρου υγειονομικής ταφής (Chang και Schuler, 1991) ανακριβής - στοχαστικός περιορισμός (Li et al., 2009), IOA (Brahms και Schwitters, 1985, Franklin Associates, 1999, Gay et al, 1993, Hekkert et al, 2000, Joosten et al, 2000, Patel et al, 1998, Nakamura 1999, Pimenteira et al, 2005).</p>
<p>Βιώσιμη - αειφόρος αξιολόγηση (SA)</p>	<p>Αναφέρεται στην ενσωμάτωση διαφορετικών μεθοδολογιών με τέτοιο τρόπο ώστε να αποκτούν ανάλυση, αξιολόγηση ή σχεδιασμό, που να προσεγγίζει αρκετές διαχειριστικές προοπτικές, εντός των οποίων οι εφαρμογές αειφορίας να τονίζονται</p>	<p>SWM συστήματα αξιολογούνται για την επίτευξη της αειφόρου διαχείρισης, εστιάζοντας σε διάφορες πτυχές. Μοντέλα αναπτύχθηκαν: LC A-IWM (den Boer et al, 2007.) και MSW-DST (Thorneloe et al, 2007., Weitz et al., 1999). Αρκετές μέθοδοι έχουν συνδυαστεί για να επιτευχθεί η αειφορία: Cherubini et al. (2008) έχουν συνδυάσει LCA με MFA και τις μεθόδους ανάλυσης της ενέργειας, Nakamura και Kondo (2002) που χρησιμοποιείται IOA και LCA για την κατασκευή ενός εισαγωγικού και εξαγωγικού μοντέλου απόβλητων, Huppel et al. (2006) και Tukker et al. (2009) έχουν συνδυάσει τις δύο μεθόδους για την απόκτηση IOA με περιβαλλοντικές προεκτάσεις για διαφορετικά τμήματα (συμπεριλαμβανομένων τομέων της διαχείρισης των αποβλήτων). Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) σε συνδυασμό με LCI, EIA</p>

		και μοντέλο βελτιστοποίησης έχει προωθηθεί από Chang et al. (2008, 2009) για τη χωροθέτηση ΧΥΤΑ
--	--	---

Πινάκας 2.2 Συμβολή των συστημάτων εργαλείων αξιολόγησης σε SWM μοντέλα

2.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΙΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΕΣ ΧΩΡΕΣ

2.4.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Διάφοροι τύποι SWM συστημάτων στις ευρωπαϊκές χώρες μπορούν να προσδιορίζονται και να ταξινομούνται. Ο χαρακτηρισμός αυτών των συστημάτων στην ΕΕ και τα κράτη μέλη, κατά κύριο λόγο εκτελείται από τους συγγραφείς το 2008 και το 2009 με βάση τις βάσεις δεδομένων που αναπτύχθηκαν από το Ευρωπαϊκό Θεματικό Κέντρο για τη βιώσιμη κατανάλωση και παραγωγή. Στη περίπτωση του Βελγίου και της Ισπανίας, για παράδειγμα, η έρευνα έγινε μέσω των περιφερειακών οντοτήτων της Φλάνδρας και της Καταλονίας, αντίστοιχα. Για να γίνουν κατανοητές οι ερευνητικές ανάγκες και οι μελλοντικές κατευθύνσεις όσον αφορά τις τεχνικές ανάλυσης συστημάτων για SWM στις Ευρωπαϊκές χώρες, μια συγκριτική ανάλυση πραγματοποιήθηκε επίσης σε αυτό το κεφάλαιο.

2.4.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΙΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΕΣ ΧΩΡΕΣ

Από την άποψη του κύκλου ζωής, ένα εμπειριστατωμένο σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ περιλαμβάνει όλα τα βασικά λειτουργικά μέρη, από τη συλλογή, τη προώθηση, τη αντιμετώπιση, την ανακύκλωση και τη διάθεση. Ωστόσο, ο ισχύοντας Ευρωπαϊκός κανονισμός που προωθεί την ιεράρχηση της διαχείρισης των αποβλήτων περιλαμβάνει αναπόφευκτα πληθώρα πρακτικών διαχείρισης, που συνδέονται με πολιτικές και θεσμικές ρυθμίσεις, χρηματοδοτικούς μηχανισμούς, την επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας, καθώς και τη συμμετοχή των ενδιαφερομένων. Για παράδειγμα, η οδηγία περί υγειονομικής ταφής προωθεί συστήματα διαχείρισης βιοαποδομήσιμων αστικών απόβλητων (BMW) και η οποία επικεντρώνεται στην δημιουργία και αξιοποίηση χωριστών συστημάτων συλλογής. Αυτά παρέχονται από τις τοπικές αρχές και πρόκειται για ειδικούς κάδους χρήσης που οδηγούν τα απορρίμματα αυτά σε ξεχωριστή και υποχρεωτική αντιμετώπιση (π.χ. Αυστρία, Ολλανδία). Μερικά από τα κράτη μέλη της ΕΕ εφαρμόζουν οικονομικά μέσα, συμπεριλαμβανομένης της αρχής 'ο ρυπαίνων πληρώνει' (Pay-As-You-Throw (PAYT)) και ένα οργανικό φόρο επί των αποβλήτων προκειμένου να δημιουργήσουν οικονομικά κίνητρα για τους κατοίκους και εκείνοι με την σειρά τους να εναποθέτουν τα οργανικά απορρίμματα τους στους συγκεκριμένους κάδους που προαναφέρθηκαν. Αναγνωρίζεται, ακόμα, ότι το κόστος της εκτροπής των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, που κάθε τοπική αρχή θα αντιμετωπίσει διαφέρει ανάλογα με τις ιδιαίτερες περιστάσεις (EIONET, 2007a). Για παράδειγμα, τόσο το σύστημα βιοαποδομήσιμων αστικών απόβλητων (BAA) όσο και αυτό της εμπορίας

δικαιωμάτων για υγειονομική ταφή αποβλήτων (LATS- Landfill Allowance Trading System) στο Ηνωμένο Βασίλειο (UK), παρέχουν στις τοπικές αρχές την ευελιξία για τη διαχείριση των αποβλήτων ώστε να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά. Το σύστημα LATS επιτρέπει τη μεταφορά δικαιωμάτων αντιμετώπισης απορριμμάτων σε περιοχές όπου είναι φθηνότερη και πιο εφικτό να συμβεί.

Η οδηγία για τα απόβλητα συσκευασίας έχει επίσης προωθήσει παρόμοια κίνητρα, με τη χρήση του "συστήματος EPR" και του συστήματος «εγγύησης-επιστροφής προκαταβολών» για να εξασφαλιστεί η μέγιστη επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση. Το πιο γνωστό σύστημα EPR είναι το Duales System Deutschland (DSD) (ή Green Dot σύστημα – σύστημα πράσινης τελείας), που πρώτοεφαρμόστηκε στην Γερμανία στη δεκαετία του 1990 και αργότερα σε όλη την Ευρώπη. Η βασική ιδέα του DSD είναι η δημιουργία ενός ιδιωτικού και οργανωμένου καναλιού – διαύλου, εξασφαλίζοντας ότι όλες οι πρωτογενείς συσκευασίες μπορούν να συλλέγονται από τους καταναλωτές και εν συνεχεία να υποβάλλονται σε μια ειδική για το κάθε υλικό διαδικασία με την βοήθεια των



Εικόνα 2.1 Πράσινη τελεία

καταναλωτών και των παροχών υπηρεσιών. Αυτό γίνεται μέσω της λεγόμενης «GreenDot» που είναι μια ετικέτα στη συσκευασία του υλικού που χρησιμοποιείται για την αναγνώριση του προϊόντος. Η βασική ιδέα είναι η αναγνώριση από τον καταναλωτή της συμμετοχής του παραγωγού στη διαδικασία ανακύκλωσης. Η τοποθέτηση του προϊόντος πραγματοποιείται με ένα δυαδικό σύστημα κατά τη φάση κατανάλωσης. Όσο για το σύστημα εγγύησης-επιστροφής καταβολής (Dansk Retursystem) είναι ένα από τα παλαιότερα, και ήταν σε χρήση ήδη από το 1984. Εφαρμόζεται για μπουκάλια νερού, ποτών και αναψυκτικών που ξαναγεμίζουν ή που δεν ξαναγεμίζουν και επαναχρησιμοποιήσιμα (Pro-Europe, 2009). Εντούτοις, στη Δανία δεν υπάρχει το καθεστώς της ευθύνης του παραγωγού, δηλαδή δεν υπάρχει ξεχωριστό σύστημα διαχείρισης για τα απορρίμματα συσκευασίας (Danish EPA, 1999, Pro-Europe, 2009), καθιστώντας το κόστος για τη διαχείριση των συσκευασιών - αποβλήτων αβέβαιο, και με επιπλέον αποτέλεσμα ένα ψηλότερο προϋπολογισμό για τη διαχείριση των απόβλητων για τις τοπικές αρχές (EEA, 2005).

Το υπόλοιπο μέρος των αποβλήτων, αυτά δηλαδή που περισσεύουν αφαιρώντας την ανακύκλωση και τα οργανικά, συνήθως ονομάζονται υπολείμματα ή μικτά αστικά απόβλητα. Αυτά με την σειρά τους πρέπει να αντιμετωπιστούν από τους δήμους και τις τοπικές αρχές. Το Δανέζικο μοντέλο αποβλήτων είναι ένα αντιπροσωπευτικό υπολειμματικών / μεικτών απόβλητων σύστημα, δεδομένου ότι βασίζεται σε ένα συμμετοχικό εγχείρημα για να σχηματιστεί ένα συνεκτικό σύνολο (Δανική EPA, 2001). Σύμφωνα με το Δανικό EPA (2001), η δομή των SWM συστημάτων χαρακτηρίζεται από τις ακόλουθες αρχές:

- 1) το σύστημα περιλαμβάνει όλα τα είδη αποβλήτων (π.χ. οικιακά, βιομηχανικά και επικίνδυνα απόβλητα),
- 2) η ευθύνη για το SWM (διαχείριση στερεών απορριμμάτων) αναλαμβάνεται αποκλειστικά από τις τοπικές αρχές (Συμβούλιο), οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη θέσπιση των απαραίτητων προϋποθέσεων για τη διαχείριση των αποβλήτων και για την παροχή πληροφοριών σχετικών με τον τρόπο διάθεσης των αποβλήτων που παράγονται, ανεξάρτητα από το αν τα απόβλητα αυτά προέρχονται από τα νοικοκυριά ή το εμπόριο ή τη βιομηχανία (EIONET, 2007b),
- 3) την υποχρέωση για εναπόθεση και επεξεργασία των αποβλήτων και τη διάθεση των εγκαταστάσεων, φέρουν επίσης οι τοπικές αρχές, και οι παραγωγοί αποβλήτων δεσμεύονται σε αυτούς που τα χρησιμοποιούν,
- 4) η χρηματοδότηση του συστήματος στηρίζεται στην αρχή 'ο ρυπαίνων πληρώνει' και
- 5) η συλλογή και επεξεργασία των αποβλήτων στηρίζεται στην αρχή του διαχωρισμού στην πηγή (EIONET, 2007b).

Με αυτές τις αρχές, τα όρια των συστημάτων είναι αρκετά καλά καθορισμένα. Για παράδειγμα η συλλογή για τα απορρίμματα συσκευασίας ελέγχεται από τις τοπικές αρχές και διαχειρίζεται μέσω εξωτερικού συστήματος.

Λαμβάνοντας υπόψη τις κύριες ροές αποβλήτων, δηλαδή τα υπολείμματα, τα βιοδιασπώμενα και τα απορρίμματα συσκευασίας, μπορεί να συνοψιστεί μια κριτική για τα SWM συστήματα στις Ευρωπαϊκές χώρες (πίνακα 2.3).

Χώρα	Σύστημα υπολειμμάτων απόβλητων	Σύστημα βιοαποδομήσιμων απόβλητων	Σύστημα συσκευασιών αποβλήτων
Αυστρία	Ναι, με την απαγόρευση της υγειονομικής ταφής κανονισμός για τα οργανικά	Ναι, υποχρεωτικό με ποινή	<ul style="list-style-type: none"> • Alstoff σύστημα Ανακύκλωσης στην Αυστρία (GreenD ot συστημα) – EPR • Μπόνους Holsystem (εμπορικά απορρίμματα συσκευασίας) – EPR • Oko-box για τα εμπορευματοκιβώτια σε χάρτινα κουτιά ποτών • Pet2Pet για φιάλες από τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο (PET) • Σύστημα εγγύησης-επιστροφής για τα εμπορευματοκιβώτια πο

			<p>τών, αλλά υποχρεωτική μόνο για τις επαναπληρώσιμες συσκευασίες ποτών από πλαστικό</p> <ul style="list-style-type: none"> • ARO σύστημα αχρήστων • AGR σύστημα για το γυαλί • ARGEV για ελαφρύ κλάσμα
Βέλγιο	Ναι, με φόρους, υπολειμματικών απορριμμάτων ή/και περιβαλλοντικούς φόρους και οργανώσεις σαν την FostPlus	Ναι, με PAYT	Fost Plus (Green Dot System) – EPR
Δανία	Ναι, συλλογή φόρων βασισμένους στους στην αρχή 'ο ρυπαίνων πληρώνει'	Ναι, αλλά είναι εθελοντικό και μόνο για απόβλητα κήπου	<ul style="list-style-type: none"> • Δανέζικο Retursystem - σύστημα εγγύησης-επιστροφής • Σύστημα συσκευασιών γυαλιού (σύστημα ανακύκλωσης) • Σύστημα χαρτιού και χαρτονιού: ανακύκλωση αυτών είναι υποχρεωτική • Φόρος συσκευασιών
Φιλανδία	Ναι, με χρέωση απορριμμάτων: ο πολίτης πληρώνει λιγότερα αν διαλέγει – ξεχωρίζει τα απορρίμματα	Ναι, προωθείται μέσω πληροφοριακών μέσων	<ul style="list-style-type: none"> • Suomen Palautuspakkaus Oy (Pa Ipa) - σύστημα καταβολής εγγύησης-επιστροφής για τα απορρίμματα συσκευασίας, συμπεριλαμβανομένων αυτών των ποτών • Εφημερίδα, χαρτί αντιγραφής και άλλα προϊόντα από χαρτί και τα απορρίμματα συσκευασίας – EPR • Δοχεία ποτών - φόρος συσκευασίας (απαλλαγή ή μείωση των φορολογικών

			συντελεστών μόνο αν η συσκευασία αποτελεί μέρος ενός συστήματος επιστρεφόμενου συστήματος)
Γαλλία	Ναι, με φόρους	Υπάρχει αλλά δεν είναι πάγιο	Φιλικές προς το περιβάλλον συσκευασίες (GreenDotSystem) - EPR
Γερμανία	Ναι	Κάδοι οργανικών και αλλά υποχρεωτικά συστήματα	<ul style="list-style-type: none"> • Γερμανικό δυαδικό σύστημα – EPR • Σύστημα εγγύησης-επιστροφής
Ελλάδα	Ναι, με φόρους που καλύπτουν την υπηρεσία	Όχι	<ul style="list-style-type: none"> • Σύστημα GreenDot που ονομάζεται HERRCo – EPR • KEPED – σύστημα συσκευασιών για τα άχρηστα λαδιά • Σουπερμαρκετς σαν ατομικά συστήματα
Ιρλανδία	Ναι, με PAYT *	Υπάρχει αλλά δεν είναι πάγιο	Repak - σύστημα Green Dot – EPR
Ιταλία	Ναι, με δημοτικό τέλος απορριμμάτων	Ναι	Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI) (Green Dot σύστημα) - EPR
Λουξεμβούργο	Ναι, με PAYT	Ναι (πράσινοι κάδοι)	Valorlux (Green Dot σύστημα) – EPR
Ολλανδία	Ναι, με εισφορά	Ναι, υποχρεωτικό	<ul style="list-style-type: none"> • Υποχρεωτικά συστήματα επιστροφής για τις επαναπληρώσιμες γυάλινες φιάλες και συσκευασίες μιας χρήσης • Nedvang – EPR • Stichting Retourverpakking Nederland – μιας χρήσης PET δοχεία για αναψυκτικά και για το νερό που είναι μεγαλύτερες από 0,5 L • Αχρήστων χαρτιών και τα απόβλητα από χαρτόνι - EPR
Νορβηγία	Ναι, με τέλος αποβλήτων	Ναι, με φόρο οργανικών απορριμμάτων	<ul style="list-style-type: none"> • Norsk Resy AS αφορά τα απόβλητα συσκευασίας και το κυματοειδές και το συμπαγές χαρτόνι συσκευασίας – EPR

			<ul style="list-style-type: none"> • Norsk GlassGjenvinning AS για το γυαλί • Norsk MetallGjenvinning AS για τα μέταλλα • Gront Punkt Norge για τις πλαστικές συσκευασίες, χαρτόκουτα ποτών και συσκευασίες χάρτινων κουτιών • Norsk Resirk το ηλεκτρονικό σύστημα εγγύησης- καταβολής επιστροφής για τις συσκευασίες ποτών, χάλυβα και κουτιά αλουμινίου, πλαστικά μπουκάλια που δεν ξαναγεμίζουν
Πορτογαλία	Ναι, με τέλος κατανάλωσης νερού	Όχι	<ul style="list-style-type: none"> • Sociedade Ponto Verde (Green Dot συστημα) – EPR • Valormed (συσκευασίες ιατρικών απορριμμάτων) – EPR • Maraο σύστημα μεταλλικού νερού (ιδιωτικό) - σύστημα εγγύησης-καταβολής επιστροφής για τις φιάλες μιας χρήσης από PET του μάρκας marcao
Ισπανία	Ναι, για την Καταλονία, με φόρο υγ. ταφής και αποτέφρωσης	Μόνο στην Καταλονία για δήμους >5000 κατοίκων	<ul style="list-style-type: none"> • Ecoembes SL (Green Dot συστημα) – EPR • Ecovidrio, για τις γυάλινες συσκευασίες – EPR
Σουηδία	Ναι	Ναι	<ul style="list-style-type: none"> • EPR για αρκετές κατηγορίες αποβλήτων όπως οι συσκευασίες και τα άχρηστα χαρτιά • Σύστημα εγγύησης-καταβολής επιστροφής για τα μεταλλικά κουτιά, πλαστικά και γυάλινα μπουκάλια • Returpack -

			<p>σύστημα εγγύησης - καταβολής επιστροφής για όλα τα πλαστικά και μεταλλικά κουτί ποτών, για</p> <p>συσκευασίες αναψυκτικών, συμπεριλαμβανομένων επαναπληρώσιμων γυάλινων φιαλών</p>
Ελβετία	Ναι, με επαρχιακό φόρο	Ναι, όπου είναι δυνατόν	<ul style="list-style-type: none"> • Μπουκάλια ποτών - EPR • Επαναχρησιμοποιούμενες συσκευασίες - σύστημα εγγύησης-καταβολής επιστροφής • PET- Ανακύκλωση Schweiz - συσκευασίες PET μιας χρήσης – EPR • IGORA για κουτιά αλουμινίου – EPR • Ferro-Ανακύκλωση για λευκοσίδηρο – EPR • VetroSwiss για το γυαλί -EPR, υποχρεωτικό σύστημα • Συσκευασία μιας χρήσης από PVC - υποχρεωτική κατάθεση • Σύστημα χαρτιών και χαρτονιών από τους δήμους /τοπικές αρχές
Αγγλία	Ναι, με φόρο υγ. ταφής για εταιρείες, τοπικές αρχές ή άλλους οργανισμούς	Ναι, LATS* και για απορρίμματα κήπου (από τη βούληση του πολίτη)	<ul style="list-style-type: none"> • PRN σύστημα – EPR • PERN σύστημα – EPR

Πινάκας 2.3 Συστήματα διαχείρισης αποβλήτων σε ευρωπαϊκές χώρες

*PAYT: payasyouthrow (πληρώνεις ανάλογα με το τι πετάς, την παράγωγη σκουπιδιών)

*LATS: LandfillAllowanceTradingSystem (συστημα δικαιωμάτων εμπορίας απορριμμάτων για υγ. ταφή)

*EPR: extended producer responsibility (διευρυμένη ευθύνη παραγωγού)

* GreenDotSystem: σύστημα πράσινης τελείας

Επιπρόσθετα στον χειρισμό των υπάρχοντων SWM συστημάτων που σχετίζεται με υλικά και ταμειακές ροές σε κλίμακες, υπάρχει επίσης η ανάγκη για τη δημιουργία κατάλληλης πλατφόρμας ανταλλαγής πληροφοριών ικανών να προσφέρουν βοήθεια στους ιθύνοντες για την αξιολόγηση σχετικών έργων,

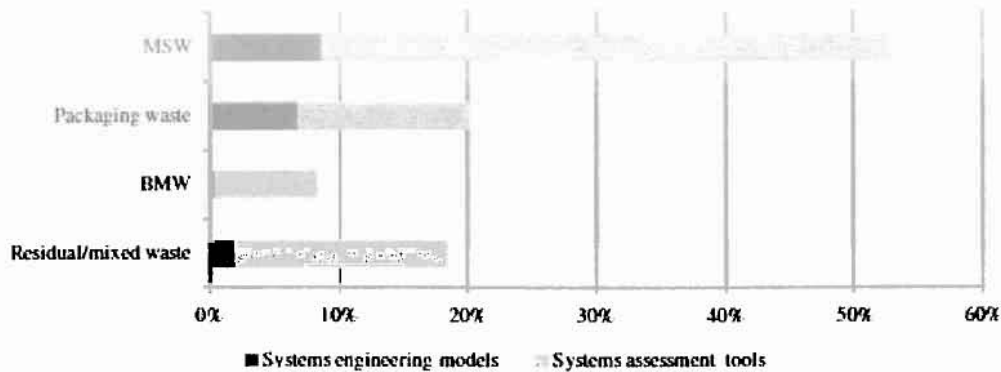
προγραμμάτων και σχεδίων. Τα κράτη μέλη, λοιπόν, πρέπει να παρέχουν πληροφορίες έτσι ώστε να τροφοδοτούν Ευρωπαϊκά συστήματα πληροφοριών αποβλήτων, όπως η Eurostat, η EIONET, και το ReportNet. Ο κύριος ρόλος της Eurostat, άλλωστε, είναι η επεξεργασία και δημοσίευση συγκρίσιμων στατιστικών στοιχείων σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Το κέντρο πληροφοριών απορριμμάτων της Eurostat είναι υπεύθυνο για την παροχή στοιχείων, δεικτών και άλλων σχετικών πληροφοριών για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της πολιτικής της Κοινότητας για τα απόβλητα. Οι λειτουργίες του συστήματος πληροφόρησης της Eurostat χωρίζονται σε τέσσερις τομείς που αντιστοιχούν στα διάφορα στάδια της επεξεργασίας των δεδομένων, από τη συλλογή τους μέχρι τη διάδοσή τους, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής τους (τη συλλογή, την επικύρωση και την αποθήκευση των δεδομένων και των μετέπειτα δεδομένων), της αποθήκευσης των δεδομένων αναφοράς (αποδοχή των πληροφοριών), της χρήση των δεδομένων αναφοράς (ορατότητα / ασφάλεια και εύρεση / παράδοση) και της διάδοσης των πληροφοριών.

Το EIONET είναι ένα δίκτυο συνεργασίας του Ευρωπαϊκού Γραφείου Περιβάλλοντος (ΕΕΑ) και των κρατών μελών, που συνδέει τους κατά τύπους περιβαλλοντικούς οργανισμούς. Η EIONET παρέχει ένα μηχανισμό με τον οποίο οι οργανισμοί των Ευρωπαϊκών χωρών μπορούν να διαθέτουν έγγραφα για το Ευρωπαϊκό Γραφείο Περιβάλλοντος αλλά και επίσης να ανακτούν τα έγγραφα που τα ενδιαφέρουν από εκεί. Το ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό περιβάλλον εργασίας επιτρέπει την διαδικτυακή συνεργασία μεταξύ του περιβαλλοντικού προσωπικού σε όλη την Ευρώπη. Η EIONET, τέλος, υποστηρίζει τη συνεργασία και μειώνει το φόρτο εργασίας για τους διάφορους φορείς προστασίας του περιβάλλοντος σε ολόκληρη την Ευρώπη (ΕΕΑ, 2002).

Το ReportNet, με τη σειρά του, στοχεύει στην ανάπτυξη κοινών εργαλείων και μιας κοινής υποδομής πληροφοριών, όπως το Ευρωπαϊκό Περιβαλλοντικό Πληροφοριακό Σύστημα, και βασίζεται σε μια σειρά από αλληλένδετα εργαλεία και διαδικασίες στηριγμένα στην ενεργό χρήση του Παγκοσμίου Ιστού. Η ReportNet είναι υποδομή της EIONET για την υποστήριξη και τη βελτίωση των δεδομένων και της ροής πληροφοριών. Με αυτή την πλατφόρμα, η ReportNet στοχεύει επίσης στην εξασφάλιση ενός αποτελεσματικού δικτύου υποδομής, όπου η συνεργασία μπορεί να επιτευχθεί έτσι ώστε ο περιβαλλοντικός φόρτος αναφοράς για τα κράτη μέλη μπορεί επίσης να μειωθεί (ΕΟΠ, 2002).

2.4.3 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για να γίνει κατανοητό πώς μπορεί να μεταχειριστούν πολλές εναλλακτικές λύσεις και πληθώρα αποτελεσμάτων που αφορούν τα συστήματα ανάλυσης για SWM σε Ευρωπαϊκές χώρες, πραγματοποιήθηκε μια συγκριτική ανάλυση με βάση 218 εφαρμογές που αναφέρονται στο παρόν. Μια τέτοια συγκριτική ανάλυση παρουσιάζεται στο σχήμα 2.3. Μερικές φορές οι εκτιμήσεις - αξιολογήσεις που έγιναν για τη διαχείριση των αποβλήτων επικαλύπτονται με διάφορα συστήματα SWM ταυτόχρονα. Αυτό συνέβη όταν ένας συγκεκριμένος ιθύνων, υπεύθυνος για τη διαχείριση των αποβλήτων σε μια ενδιαφερομένη γεωγραφική περιοχή είναι ο ίδιος με έναν εντός των εν λόγω ορίων που χειρίζεται διάφορα υποσυστήματα.



Σχήμα 2.3 Ανάλυση συστημάτων διαχείρισης απορριμμάτων εφαρμοσμένα στην Ευρώπη

MSW (Municipal Solid Waste) : Αστικά Στερεά Απόβλητα

Packaging waste : συσκευασίες – απορρίμματα

BMW (Biodegradable Municipal Waste) : Αστικά Βιοαποδομήσιμα Απόβλητα

Residual / mixed waste : υπολείμματα απορριμμάτων

Systems engineering models / assessment tools : Συστήματα μηχανικών μοντέλων / εργαλείων αξιολόγησης

Το σχήμα 2.3 ορίζει σαφώς ότι:

- οι περισσότερες υποθέσεις σχετίζονται με ΑΣΑ,
- οι μελέτες σχετικά με τα υπολείμματα απορριμμάτων και τα απορρίμματα συσκευασίας έτυχαν της ίδιας έμφασης και
- τα οργανικά απορρίμματα έλαβαν την ελαχίστη προσοχή.

Το φαινόμενο αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι το σύστημα για τα βιοδιασπώμενα είναι λιγότερο καθιερωμένο σε χώρες της Ευρώπης, σε αντίθεση με άλλα μέρη του κόσμου. Συγκρίνοντας τη σχετική κατανομή μεταξύ των ομάδων των μοντέλων και εργαλείων για την ανάλυση συστημάτων, η πιο κοινή πρακτική για τη διαχείριση των αποβλήτων στις Ευρωπαϊκές χώρες είναι αυτή που χρησιμοποιεί διάφορα συστήματα εργαλείων αξιολόγησης και όχι συστήματα μηχανικών μοντέλων. Γίνεται, λοιπόν, εμφανής η αυξημένη χρήση συστημάτων εργαλείων αξιολόγησης έναντι συστημάτων μηχανικών μοντέλων. Ο πίνακας 2.4, επιπλέον, επιβεβαιώνει τις ίδιες παρατηρήσεις, μετά την υλοποίηση μετρήσεων των συστημάτων εργαλείων αξιολόγησης.

Συστήματα διαχείρισης στερεών απόβλητων	Συστήματα εργαλείων αξιολόγησης	Αναφορές
ΑΣΑ	<ul style="list-style-type: none"> • Να συλλέγουν και να μοιράζουν τις πληροφορίες στα συστήματα διαχείρισης απόβλητων • Να κατανοούν τα περιβαλλοντικό αντίκτυπο επιπτώσεις σε 	Nationale Reststoffenbeurs, 1986; Waste Exchange UK, 2000; CIWM, 2003; Dall et al., 2003; Becker et al., 2007; Denmark Waste Exchange, 2008;

	<p>συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αξιολογούν τα σχέδια διαχείρισης των απορριμμάτων, τους κανονισμούς, τις πολιτικές και στρατηγικές • Να αξιολογούν τις επιλογές για την λήψη απόφασης στα συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων • Η τοποθέτηση των υποδομών • Να αξιολογούν το μέρος εκείνο του συστήματος που αναφέρεται στα βήματα παραγωγής απορριμμάτων, με κατανόηση των προοπτικών 	<p>LUA NRW, 2006; International Synergies Limited, 2007; Fahy, 2007;</p> <p>Economie, 2008; Jean-Gerard, 2008; APA, 2008; IHK Recyclingborse, 2008;</p> <p>IWEN, 2008; EIONET, 2009; Mochty, 2009</p> <p>Dahlbo and Assmuth, 1997; Obernosterer and Brunner, 1997;</p> <p>Powell et al., 1996, 1999; Döberl et al., 2002; Melloni et al., 2003; Bolze, 2004;</p> <p>Beigl and Salhofer, 2004; Sokka et al., 2004; Ecobilan, 2004; Xará et al., 2005;</p> <p>Kirkeby et al., 2005; Badino et al., 2007; Mastellone et al., 2009;</p> <p>Rigamonti et al., 2009a,b; Frakgou et al., 2009</p> <p>EU, 1997; Björklund et al., 1999; Saarikoski, 2000; Arbter, 2001;</p> <p>Moberg et al., 2002; Aumônier, 2002; Ministry of the</p> <p>Environment Government of Japan, 2003;</p> <p>Salhofer et al., 2005, 2007; Pladerer et al.,</p>
--	--	--

		<p>2007; SEA Wiki, 2007;</p> <p>Escalante et al., 2007; Buttol et al., 2007; Cheshire County Council, 2007;</p> <p>SEPA, 2007b; Pisoni et al., 2009; NLWA, 2009; Desmond, 2009</p> <p>Sundberg, 1993; Karagiannidis and Moussiopoulos, 1997;</p> <p>Sivertun and Le Duc, 1998; Ljunggren, 1998, 2000; Wilson, 2002; Reich, 2002;</p> <p>Fiorucci et al., 2003; Karagiannidis et al., 2003; Skordilis, 2004; Muñoz et al., 2004;</p> <p>Costi et al., 2004; Viotti et al., 2005; Eriksson et al., 2005; Reich, 2005;</p> <p>Gentil et al., 2005; Dornburg and Faaij, 2006; Jansen and Gerlo, 2006;</p> <p>Minciardi et al., 2007; SEPA, 2007a; Ulli-Ber et al., 2007; Bovea and Powell, 2006;</p> <p>Rodríguez-Iglesias et al., 2007; Cherubini et al., 2008; Gallo et al., 2009;</p> <p>de Feo and Malvano, 2009; Federico et al., 2009; Ekvall et al., 2009;</p> <p>Tunesi and Rydin, 2009;</p>
--	--	--

		<p>Abeliotis et al., 2009</p> <p>Lahdelma et al., 2002; EEA, 2003</p> <p>Finnveden et al., 2002; Fell and Fletcher, 2007; Bovea et al., 2007;</p> <p>Grosso et al., 2008; Karadimas and Loumos, 2008</p>
<p>Υπολείμματα απορριμμάτων</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να συλλέγουν και να μοιράζουν τις πληροφορίες στα συστήματα διαχείρισης απόβλητων • Να αξιολογούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που σχετίζονται με τις υποδομές της διαχείρισης των απορριμμάτων • Να αξιολογούν τις επιλογές και δυνατότητες της διαχείρισης των απορριμμάτων και το ίδιο το σύστημα • Να αξιολογούν τις διεργασίες που συμβαίνουν στο σύστημα διαχείρισης των απορριμμάτων (συλλογή, αντιμετώπιση, εναπόθεση) • Η τοποθέτηση των υποδομών • Να αξιολογούν πολιτικές και οικονομικά μέσα 	<p>LUA NRW, 2006</p> <p>Harrop and Pollard, 1998; Coutinho et al., 1998; Snary, 2002;</p> <p>Allgaier and Stegmann, 2003; Verro et al., 2003; Capuzzo and Farina, 2003;</p> <p>Cossu et al., 2003; Boerboom et al., 2003; Marques and Hogland, 2003;</p> <p>Belgiorno et al., 2003; Belfiore et al., 2005; Zorzi et al., 2005;</p> <p>Morra et al., 2005, 2006; Masi et al., 2007; Bour and Zdanevitch, 2007;</p> <p>Cangialosi et al., 2008; Moutavtchi et al., 2008; Perkoulidis et al., 2010</p> <p>Loeschau and Rotter, 2005; van der Linden and Torfs, 2005;</p> <p>Chanchampee and Rotter, 2007</p> <p>Ecobilan, 2004; Bergsdal</p>

		<p>et al., 2005; Emery et al., 2007; Wittmaier et al., 2009</p> <p>Vaccari et al., 2005</p> <p>Nilsson et al., 2005; Björklund and Finnveden, 2007</p>
<p>Συσκευασίες-απορριμματα</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να συλλέγουν και να μοιράζουν τις πληροφορίες στα συστήματα διαχείρισης απόβλητων • Να εκτιμούν τις διαχειριστικές επιλογές για συγκεκριμένο υλικό συσκευασίας, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές προοπτικές • Να εκτιμούν τις διαχειριστικές επιλογές για συγκεκριμένο υλικό συσκευασίας, λαμβάνοντας υπόψη τους στόχους που έχουν τεθεί • Να αναλύουν συγκεκριμένα τμήματα του συστήματος, συμπεριλαμβανομένων της συλλογής, της αντιμετώπισης και διάθεσης των απορριμμάτων • Να αξιολογούν και να συγκρίνουν διαφορετικά συστήματα 	<p>GS1, 2008</p> <p>Finnveden et al., 1994; Kaila, 1998; Ryberg et al., 1998; Person et al., 1998a,b;</p> <p>Widheden et al., 1998a,b; Frees et al., 1998, 2004; Detzel et al., 2003;</p> <p>Pancaldi et al., 2005; Schmidt et al., 2007; Dahlbo et al., 2007</p> <p>Dalager et al., 1995; Fehring and Brunner, 1997</p> <p>Baumann et al., 1993; Finnveden and Ekvall, 1998; Holmquist, 1999;</p> <p>Rutegård, 1999; Ibenholt and Lindhjem, 2003; Ecobilan, 2004</p> <p>Frees and Weidema, 1998; Ekvall et al., 1998; Jahre, 1998;</p> <p>Ekvall and Bäckman, 2002; Hischier et al., 2005; Heilmann and Winkler, 2005;</p> <p>Dahlbo et al., 2005;</p>

	<p>διαχείρισης απορριμμάτων που έχουν εφαρμοστεί σε συσκευασίες – απόβλητα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αξιολογούν πολιτικές 	<p>Vercalsteren et al., 2007 Bruvoll, 1998; Wäger et al., 2001</p>
<p>Βιοδιασπώμενα απορρίμματα</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αξιολογούν και να βελτιώνουν το σύστημα, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές προοπτικές • Να κατανοούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε ένα σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων, μη αγνοώντας την μεταφορά αυτών άλλα και τα ίδια. • Να κατανοούν την προέλευση των απορριμμάτων • Να συγκρίνουν τα αποτελέσματα των συστημάτων με τα υποκατάστατα προϊόντων • Να συγκρίνουν τις διάφορες τεχνολογίες που έχουν εφαρμοστεί για την συλλογή, την αντιμετώπιση και την διάθεση των απορριμμάτων 	<p>Björklund et al., 2000; Wassermann et al., 2003; Shmelev and Powell, 2006; Güereca et al., 2006; Schmidt and Pahl-Wostl, 2007; EUNOMIA, 2007 Boldrin and Christensen, 2007 Purcell and Magette, 2007, 2009 Eriksson et al., 2002 Edelmann and Schleiss, 1999; Danish EPA, 2003; Lang et al., 2006a,b</p>

Πίνακας 2.4 στόχοι των συστημάτων εργαλείων αξιολόγησης

Η σύγκριση πέραν των ορίων σημαίνει ότι τα συστήματα εργαλείων αξιολόγησης έχουν εφαρμοστεί για να αξιολογήσουν και να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων έχοντας ως βάση περιβαλλοντικά θέματα που τείνουν να ενσωματώσουν κι άλλες πτυχές, όπως οι οικονομικές ή κοινωνικές επιπτώσεις. Δεδομένου ότι οι κανονισμοί της ΕΕ έχουν δώσει έμφαση στην αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΕΙΑ) στη διαχείριση των απόβλητων (SWM), η συμπερίληψη των επιπτώσεων αυτών και της αξιολόγησης τους εννοείται από φορείς λήψης αποφάσεων σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Έτσι, το κύριο στάδιο της ανάλυσης των αποφάσεων οδηγεί ομαλά στην αξιολόγηση μιας

σειράς επιλόγων για τη διαχείριση, στην αξιολόγηση διαχειριστικών και στρατηγικών σχεδίων, και στη συλλογή και κατανομή των πληροφοριών. Ομοίως, η κλιματική αλλαγή και η εξάντληση των πόρων είναι θέματα επιτακτικής ανάγκης, που είναι ακόμη μεγαλύτερης επιρροής όταν πραγματοποιείται διαχείριση στερεών απόβλητων (SWM) και οι αποφάσεις και οι πολιτικές πολλές φορές λαμβάνονται με τη βοήθεια της εκτίμησης ή της καταγραφής του κύκλου ζωής (LCA ή LCI) σε δημόσια ιδρύματα.

Με λιγότερες εφαρμογές, τα συστήματα μηχανικών μοντέλων παρείχαν την δυνατότητα για τη μελέτη των διαδικασιών παραγωγής αποβλήτων και την αξιολόγηση των αλληλεπιδράσεων σε πολλά είδη SWM συστήματα, προσδιορίζοντας τις τεχνολογικές και κοινωνικές επιπτώσεις αλλά και τις οικονομικές προοπτικές. Ωστόσο, τέτοιες εφαρμογές δεν είναι εύκολο να υλοποιηθούν από την στιγμή που οι απαραίτητες παραδοχές, μπορεί να μην είναι ρεαλιστικές. Κατά συνέπεια, τα συστήματα μηχανικών μοντέλων δεν έχουν εφαρμοστεί στον ίδιο βαθμό με τα συστήματα εργαλείων αξιολόγησης, στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Πολλές φορές, μάλιστα, αυτά τα μοντέλα δεν είναι προσανατολισμένα προς την παροχή βοήθειας προς τους ιθύνοντες για τη λήψη αποφάσεων. Η συμβολή τους συχνά περιορίζεται σε χρήση ενός μαθηματικού μοντέλου, δομημένου έτσι ώστε να αποκομίσουν τις στρατηγικές ή / και κατευθυντήριες γραμμές σε ένα σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων. Μερικές φορές, οι μαθηματικές έξοδοι - αποτελέσματα είναι αντιφατικά με τις υπάρχουσες ιδέες που έχουν ήδη ενσωματωθεί στα μυαλά των φορέων λήψης αποφάσεων. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η ανάλυση κόστους - κέρδους (CBA) μπορεί να οριστεί ή να προσαρμοστεί έτσι ώστε να χωρέσει στο πλαίσιο της εκτίμησης του κύκλου ζωής (LCA) στην αρένα της λήψης αποφάσεων. Τελικά, έτσι η πιθανή εφαρμογή μπορεί να βελτιωθεί. Επιπρόσθετα, ο πίνακας 2.5 επιβεβαιώνει τις παρατηρήσεις σε όλα τα ΑΣΑ, τα υπολειμματικά / ανάμεικτα απόβλητα, τα απορρίμματα συσκευασίας, και τα οργανικά μετά την πραγματοποίηση μετρήσεων των συστημάτων εργαλείων αξιολόγησης.

Συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων	Συστήματα μηχανικών μοντέλων	αναφορές
ΑΣΑ	<ul style="list-style-type: none"> • Να προβλέπουν την παραγωγή στερεών απόβλητων • Να βελτιστοποιούν το σύστημα για την επιλογή της καλύτερης λύσης • Να αξιολογούν το βαθμό ανακύκλωσης • Να επιλέγουν την τοποθέτηση των υποδομών • Να αναλύουν συγκεκριμένα τμήματα του συστήματος • Να αξιολογούν το σύστημα 	<p>Brahms and Schwitters, 1985; Dennison et al., 1996a,b; Andersen et al., 1998,</p> <p>Patel et al., 1998; EEA, 1999; Navarro-Esbri et al., 2002; Lebersorger et al., 2003;</p> <p>Beigl and Lebersorger, 2009</p> <p>Kaila, 1987; Hokkanen and Salminen, 1997; Gottinger, 1988; Cosmi et al., 1998;</p> <p>Komilis, 2007</p> <p>Huhtala, 1997</p> <p>Mitroupoulos et al., 2009</p> <p>Tanskanen and Melanen 1999; Villeneuve et al., 2005, 2009</p> <p>MCCK and Consultancy, 1998</p>
Υπολείμματα απορριμμάτων	Να επιλέγουν την τοποθέτηση των υποδομών	Arnold and Terra, 2006

<p>Συσκευασίες – απορρίμματα</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αναλύουν τη διαδρομή για την επίτευξη των στόχων ανακύκλωσης • Να μελετούν και να προβλέπουν την παραγωγή στερεών αποβλήτων • Να αναλύουν συγκεκριμένα τμήματα του συστήματος, όπως η συλλογή, η αντιμετώπιση και η τελική εναπόθεση. • Να κατανοούν και να προσδιορίζουν τα κοινωνικά κόστη και οφέλη των διαφορών συστημάτων • Να αξιολογούν πολιτικές 	<p>Radetzki, 1999; Angst et al., 2001; Bach et al., 2004; Maunder et al., 2006; HanleyandSlark, 1994; Powelletal., 1995; Tuckeretal., 1998; Wägeretal., 1998; EkvallandBäckman, 2001; PetersenandAndersen, 2002; Vigsø, 2004; McHenry et al., 2003</p>
<p>Βιοαπωδομήσιμα απορρίμματα</p>	<p>Να αξιολογούν το σύστημα</p>	<p>Le Bozec et al., 2009</p>

Πίνακας 2.5 Σκοποί – στόχοι των συστημάτων μηχανικών μοντέλων

Ο πίνακας 2.6 παρουσιάζει προσπάθειες των διαφόρων κρατών σε κάθε επίπεδο. Προφανώς όλες οι ευρωπαϊκές χώρες που συμμετέχουν μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις ομάδες - κατηγορίες ανάλογα με την εφαρμογή μεθοδολογιών συστημάτων ανάλυσης. Οι χώρες που έχουν εφαρμόσει ως επί το πλείστον συστήματα ανάλυσης είναι η Ιταλία, η Σουηδία, το Ηνωμένο Βασίλειο, και η Δανία. Χώρες με μέτριο αριθμό εφαρμογών είναι η Γαλλία, η Γερμανία, η Αυστρία και η Φινλανδία. Στις χώρες με χαμηλό ενδιαφέρον για τέτοιες εφαρμογές περιλαμβάνονται η Ισπανία, η Ελλάδα, η Ιρλανδία, το Λουξεμβούργο, η Πορτογαλία, το Βέλγιο, η Ολλανδία, η Νορβηγία και η Ελβετία. Γιατί όμως, παρατηρούνται τέτοιου είδους διαφορές, δεδομένου ότι όλα τα κοινοτικά κράτη μέλη έχουν την ίδια κατευθυντήρια γραμμή; Είναι κυρίως λόγω των εθνικών διαφορών στις πολιτικές διαχείρισης των αποβλήτων στο εσωτερικό κάθε χώρας. Σε χώρες όπου έχουν εφαρμοστεί περισσότερα συστήματα ανάλυσης, οι κινητήριες δυνάμεις για τις εφαρμογές σχετίζονται με την ανάγκη για την επίλυση πολύπλευρων περιβαλλοντικών θεμάτων που συνδέονται με τις διάφορες δραστηριότητες, ενώ ταυτόχρονα συμμορφώνονται με τους διεθνείς, Ευρωπαϊκούς, περιφερειακούς, και τους τοπικούς κανονισμούς.

Χώρα *		AT	BE	DE	DK	ES	FI	FR	GR	IE	IT	LU	NL	PT	SE	UK	NO	CH	σύνολο
Συστήματα μηχανικών μοντέλων	CBA	1	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	3	2	0	12
	FM	4	0	0	1	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	10
	SM	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
	OM	0	0	1	0	0	2	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
	IMS	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Συστημα αξιολογτικών εργαλείων	MIS/DSS/ES	2	1	7	2	0	0	1	1	1	4	1	1	1	1	3	0	0	26
	SD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
	MFA	2	1	2	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	10
	LCA/LCI	1	2	7	13	6	2	13	0	0	10	0	2	1	7	5	1	2	72
	RA	1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	1	0	1	2	0	0	13
	EIA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
	SEA	4	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	0	0	3	0	0	12
	SoEA	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	1	0	2	12
	SA	1	0	0	1	0	5	0	3	2	5	0	1	0	10	2	0	1	31
σύνολο		16	4	19	19	8	15	19	8	7	32	1	8	3	25	23	4	7	218

Πίνακας 2.6 Αριθμός δημοσιευμένων άρθρων που μελετούν συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων στις ευρωπαϊκές χώρες

*AT: Αυστρία BE:Βελγιο DE: Γερμανία DK: Δανία ES: Ισπανία FI: Φιλανδία FR: Γαλλία GR: Ελλάδα IE: Ιρλανδία IT: Ιταλία LU: Λουξεμβούργο NL: Ολλανδία PT: Πορτογαλία SE: Σουηδία UK: Αγγλία NO: Νορβηγία CH: Τσεχία

Η Σουηδία, μια χώρα όπου οι αρχές της βιωσιμότητας και αειφορίας προωθούνται από τους εθνικούς και διεθνείς φορείς σε μεγάλο βαθμό και οι πολιτικές διαχείρισης των απόβλητων της βασιστήκαν στο σύστημα EPR, μπορεί να επιλεγεί ως μια συγκεκριμένη περίπτωση. Οι αρχές αυτές της βιωσιμότητας έχουν διεισδύσει ως το επίπεδο του δήμου, όπως η Στοκχόλμη, η οποία είναι η πόλη όπου η ανάπτυξη μοντέλων για την ενίσχυση στη λήψη αποφάσεων της διαχείρισης των απορριμμάτων (SWM) ήταν ευνοημένη. Στη Δανία, το σύστημα επιστροφής συσκευασιών αξιολογήθηκε λόγω της παρουσίας της οδηγίας για τα απόβλητα συσκευασίας. Στην Ιταλία, λόγω της νομικής δράσης εναντίον αυτής της οδηγίας εντός της Κομισιόν, μέσα σε μια κρίση - έξαρση των αποβλήτων που μάστιζε τη Νάπολη και την περιφέρεια της Καμπανίας για περισσότερο από δέκα χρόνια, ο Mastelloneetal. (2009) διεξήγαγε μια ανάλυση της ροής – διαδρομής των υλικών (σκουπιδιών) για την παροχή επιστημονικής υποστήριξης για τη λήψη αποφάσεων με σκοπό τη διαχείριση της κρίσης. Οι τρεις αυτές περιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένης της Σουηδίας, της Ιταλίας, και της Δανίας, συμφωνούν με τις παρατηρήσεις που απορρέουν από την ανάλυση της βιβλιογραφίας.

Όσον αφορά τις χώρες που έχουν εφαρμόσει σε μέτριο βαθμό ανάλυση συστημάτων, τα κίνητρα για να γίνει αυτό βασίστηκαν στην πολιτική ανησυχία σχετική με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την διαχείριση των απορριμμάτων. Για παράδειγμα, στη Γαλλία, η Ecobilan-Pricewaterhouse Coopers ανέπτυξαν διάφορες εκτιμήσεις για το (γραφείο περιβάλλοντος και υπεύθυνο για την ενεργεία) Agencedel'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) σχετικά με τη διαχείριση των σκουπιδιών. Επιπλέον τα κίνητρα ήταν συνδεδεμένα με την ανάγκη συμμόρφωσης με τους ευρωπαϊκούς κανονισμούς και τη διαχείριση των αποβλήτων με βιώσιμο περιβαλλοντικά τρόπο. Όσο για εκείνες τις ευρωπαϊκές χώρες που δεν έχουν διαδεδομένες εφαρμογές ανάλυσης συστημάτων, ο πραγματικός λόγος είναι ότι είχαν έλλειψη / απουσία εννοιών και προγραμμάτων αειφόρου ανάπτυξης και διαύλων επικοινωνίας μεταξύ των ενδιαφερομένων στο πεδίο της διαχείρισης των αποβλήτων.

Παρά το γεγονός ότι ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες δεν προώθησαν πρακτικές ανάλυσης συστημάτων για SWM, δεν σημαίνει ότι τα θέματα της διαχείρισης απορριμμάτων αγνοήθηκαν. Η εκτίμηση και καταγραφή του κύκλου ζωής (LCI / LCA) θεωρήθηκε ως το πιο δημοφιλές σύστημα εργαλείου αξιολόγησης στην ΕΕ μέχρι τώρα. Στο πλέγμα της περιβαλλοντικής διαχείρισης και της βιομηχανικής οικολογίας, η LCA είναι στην πραγματικότητα μια κανονικοποιημένη μέθοδος αντίστοιχη με το πρότυπο ISO 14040 (2006). Στην πραγματικότητα, η LCA μπορεί να ενσωματωθεί με άλλα εργαλεία αξιολόγησης του συστήματος κάτω από αυστηρό έλεγχο και να οδηγήσει στην επίτευξη ενός υψηλότερου επιπέδου αξιολόγησης για συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων. Επιπλέον, περαιτέρω πλεονεκτήματα με την εφαρμογή της LCI / LCA μπορούν να εξασφαλιστούν από την εκπόνηση περιβαλλοντικών δεικτών στο πεδίο εφαρμογής του ISO 14025 (2006). Τόσο το πρότυπο ISO 14040 όσο και το ISO 14025 επιτρέπουν το χάσμα να

γεφυρωθεί μεταξύ της διαχείρισης των αποβλήτων και της βιομηχανικής οικολογίας. Για παράδειγμα, στην παρούσα συγκυρία, οι Κάτω Χώρες (Ολλανδία) εφαρμόζουν LCA, MFA, CBA και EIA συλλογικά για διαχείριση υλικών και η εφαρμογή περιλαμβάνει τη φάση χρήσης του προϊόντος και τη φάση της παραγωγής απόβλητων.

Τα SA μοντέλα (αιεφόρου εκτίμησης- αξιολόγησης), που κυρίως αναπτύχθηκαν στη Σουηδία, ήταν το δεύτερο πιο εφαρμοζόμενο συστημα εργαλείων αξιολόγησης στην ΕΕ για τη διαχείριση των σκουπιδιών (SWM) εξαιτίας της πιθανής σχέσης μεταξύ SWM και ανάκτησης ενέργειας (π.χ., μετατροπή αποβλήτων σε ενέργεια), με δεδομένη την παρουσία ενός μεγάλου αριθμού αντιδραστήρων αποτέφρωσης. Εξάλλου, μοντέλο έρευνας οργανικών απόβλητων (Organic Waste REsearch), που αναπτύχθηκε κυρίως στη Σουηδία, συνδυάζει την έννοια της LCA (εκτίμηση κύκλου ζωής) και MFA (ανάλυση ροής υλικών) για την προσομοίωση και την αξιολόγηση συστημάτων ΑΣΑ και βιοδιασπώμενων - οργανικών. Αυτός ο τύπος ανάλυσης συστήματος που θεωρείται εξαιρετικά διαδεδομένος στη Σουηδία έχει πλέον εφαρμοστεί ευρέως. Από την άλλη πλευρά, η εφαρμογή του MIS (συστήματος διαχείρισης πληροφοριών) / DSS (συστήματος βοήθειας στη λήψη αποφάσεων) / ES (ειδικό σύστημα), το τρίτο πιο εφαρμοζόμενο σύστημα εργαλείων αξιολόγησης στην ΕΕ, σχετίζεται με την ανάγκη παροχής ροής πληροφοριών μεταξύ της ΕΕ και την αξιολόγηση διενεργείας νομοθετικών μέτρων από τα κράτη μέλη. Μια τέτοια υποχρεωτική διαδικασία ορίστηκε ταυτόχρονα από πολλές ευρωπαϊκές οδηγίες και κανονισμούς, όπως η ΕΕ 91/692/ΕΟΚ του Συμβουλίου (ΕΕ, 1991), της ΕΕ 2003/35/ΕΚ (ΕΕ, 2003), και κανονισμός για στατιστικά στοιχεία απόβλητων αριθ. 2150/2002 (ΕΕ, 2002). Σχεδόν όλες οι Ευρωπαϊκές χώρες είχαν ήδη αναπτύξει συστήματα πληροφοριών (MIS) σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο, όπως στην Βόρεια Rhine-Westphalia, τη Γερμανία, την Ιταλία, τη Δανία (ISAG σύστημα πληροφοριών), το Ηνωμένο Βασίλειο και την Αυστρία. Τέτοια συστήματα πληροφοριών, που μπορούν επίσης να βελτιώσουν τις συνδέσεις των παραγωγών αποβλήτων και των καταναλωτών, έχουν διοχετευθεί για πιθανές δραστηριότητες ανταλλαγής αποβλήτων σχεδόν σε όλη την Ευρώπη. Πολλά ευρωπαϊκά προγράμματα προς την κατεύθυνση αυτή έχουν αναπτυχθεί. Μια χαρακτηριστική περίπτωση που αναπτύχθηκε από κοινού με την Αυστρία, το Βέλγιο, τη Γερμανία και τις Κάτω Χώρες είναι το EUDIN (Ευρωπαϊκό Σύστημα ανταλλαγής δεδομένων και πληροφοριών για τα απόβλητα), το οποίο είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ανταλλαγής δεδομένων για τον έλεγχο της μεταφοράς αποβλήτων εντός, εκτός και προς τα Ευρωπαϊκά όρια - σύνορα. Αποτελείται από μια ηλεκτρονική βάση δεδομένων που επιτρέπει την ηλεκτρονική ανταλλαγή των στοιχείων - εντύπων γνωστοποίησης και εντύπων κίνησης - μεταφοράς (EUDIN, 2002). Μια τέτοια κοινή πλατφόρμα ανταλλαγής πληροφοριών μπορεί να βελτιωθεί για να αναπτυχθούν πιο ισχυρά συστήματα λήψης αποφάσεων και ειδικών (ES και DSS) για τη διαχείριση των αποβλήτων. Η περαιτέρω δικαίωση για τη χρήση του MIS / DSS / ES έχει να κάνει με τη χωροθέτηση των υποδομών, όπως χώρων υγειονομικής ταφής και αντιδραστήρων αποτέφρωσης, καθώς ορισμένα συστήματα μηχανικών μοντέλων για τη χωροθέτηση των υποδομών μπορούν να χειριστούν από συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) κάνοντας κατανοητές τις χωρικές αλληλεπιδράσεις για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων.

Κεφάλαιο 3

3. ΠΡΩΤΟΤΥΠΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΙΚΕΣ ΧΩΡΕΣ

Αρκετές χώρες της ευρωπαϊκής ηπείρου εφαρμόζουν διαφορές τεχνικές και πολιτικές αντιμετώπισης των απορριμμάτων τους. Οι τεχνικές για την διαχείριση των σκουπιδιών έχουν ήδη γίνει γνωστές από το πρώτο κεφαλαίο, ιδιαίτερο ενδιαφέρον όμως παρουσιάζουν οι τρόποι εφαρμογή τους. Την τελευταία δωδεκα ετία φανερώνεται προσεκτικότερη και συστηματικότερη προσέγγιση συγκεκριμένων τεχνικών (π.χ. ανακύκλωση, κομποστοποίηση, αποτέφρωση κ.τ.λ.) και σε αυτό σημαντικό ρόλο έχει διαδραματίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση με τα διαφορά προγράμματα και τις κατά καιρούς επιτάξεις της. Οι μέθοδοι και οι εφαρμογή των πολιτικών, φυσικά, εξαρτώνται από μεταβλητές, τόσο κοινωνικές όσο και οικονομικές, της εκάστου χώρας.

Εντονότερα τα τελευταία χρονιά παρατηρείται η υλοποίηση του σκεπτικού 'ο ρυπαίνων πληρώνει' προκειμένου φυσικά να ευαισθητοποιηθούν οι πολίτες των κρατών για την αντιμετώπιση των αποβλήτων τους, να επιμορφωθούν για τα σχετικά θέματα και να αναπτύξουν περιβαλλοντική συμπεριφορά. Για τους λόγους αυτούς πολλές χώρες έχουν εντάξει στα προγράμματα τους την οικονομική συνεισφορά και την οικονομική συμμετοχή των πολιτών. Χώρες, όπως η Γερμανία, η Γαλλία και το Βέλγιο έχουν εισαγάγει περιβαλλοντικούς φόρους στραμμένους προς αυτήν την κατεύθυνση. Άλλες, πάλι, εφαρμόζουν πρωτότυπες μεθόδους πληρωμής για τα απορρίμματα που παράγει ο κάθε κάτοικος – πολίτης μέσω του βάρους ή του όγκου των απορριμμάτων. Τέτοιες τεχνικές, για παράδειγμα, εφαρμόζουν η Ιταλία, η Δανία και το Λουξεμβούργο.

3.1 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΒΕΛΓΙΟΥ

3.1.1 ΦΟΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΓΚΡΙ ΣΑΚΟΥΛΑΣ

Οι τοπικές αρχές του Βελγίου εφαρμόζουν 2 πολιτικές για την διαχείριση των αστικών απόβλητων. Η πρώτη αναφέρεται σε φορολογικό καθεστώς, γνωστό ως 'house hold waste tax' ή 'environmental tax', δηλαδή ειδικής φορολογίας για τα οικιακά απορρίμματα (περιβαλλοντικός φόρος). Η δεύτερη, από την άλλη, εφαρμόζεται ανάλογα με τις σακούλες απορριμμάτων ή τη συχνότητα συλλογής αυτών. Ο περιβαλλοντικός φόρος είναι υποχρεωτικός για κάθε νοικοκυριό και πρέπει να πληρώνεται κάθε χρόνο ενώ η δεύτερη πολιτική αποτελεί μια μεταβλητή εισφορά για τα νοικοκυριά. Η εφαρμογή αυτής λαμβάνει χώρα μέσω ειδικού φόρου που επιβάλλεται στις σακούλες συλλογής απορριμμάτων (γκρι σακούλες). Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει πρόσθετος φόρος 0,50 ευρώ σε κάθε γκρι σακούλα που αγοράζεται.

3.1.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της πολιτικής της «γκρι σακούλας», όπως την αποκαλούν οι Βέλγοι είναι θετικά. Αναφέρεται, ενδεικτικά, ερεύνα που διενεργήθηκε από το OVAM, στατιστική εταιρεία (ec.europa.eu) και έδειξε ότι η πολιτική αυτή μείωσε την ποσότητα των απορριμμάτων κατά 30% ή κατά 30 κιλάανάκάτοικο. Επιπλέον, οι Βέλγοι αναγκάστηκαν να εφαρμόσουν διαλογή των απορριμμάτων που παρήγαγαν και διαχωρισμό αυτών σε επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με την σύσταση τους. Έτσι έγινε ευκολότερο το έργο της διαχείρισης των αποβλήτων από τους αρμοδίους φορείς καθώς εφαρμόστηκε διαλογή στην πηγή από τους ίδιους τους καταναλωτές. Ακόμα, παρατηρήθηκε και μείωση της απόρριψης των ογκωδών και βαρέων αντικειμένων και προτίμηση από την πλευρά των καταναλωτών εναπόθεσης τους σε φορείς ανακύκλωσης ή άλλους κατάλληλους ανάλογα με την περίπτωση. Παρατηρούνται, βέβαια, και φαινόμενα εξαπάτησης της τεχνικής, όπως είναι άλλωστε λογικό. Σημειώνονται ρίψεις σκουπιδιών με διαφορετικές σακούλες από τις ενδεδειγμένες. Αυτά τα φαινόμενα συμβαίνουν κυρίως στις περισσότερες υποβαθμισμένες και φτωχές περιοχές. Υπάρχουν, εντούτοις, ειδικές επιβαρύνσεις για όσους παραβαίνουν τους κανόνες εφαρμογής.

3.2 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΔΑΝΙΑΣ

3.2.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΑΣΗ ΒΑΡΟΥΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Στην Δανία εφαρμόζονται πολλές από τις κλασσικές τεχνικές αντιμετώπισης των απορριμμάτων. Αυτό, όμως, που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι το σύστημα που εφαρμόζεται για τη συλλογή, με χρέωση βάση βάρους (weight based charging system). Εφαρμόζεται σε αρκετές επαρχίες της χώρας, μια εκ των οποίων είναι η Bogense. Ο δήμος της Bogense είναι μικρός, με περίπου 6.400 πολίτες, που βρίσκεται στο νησί Funen. Υπάρχουν περίπου 2.800 νοικοκυριά στο δήμο, τα οποία είναι μονοκατοικίες, αγροικίες, πολυώροφες κατοικίες (15%) και καλοκαιρινά σπίτια (εξοχικά) (15%). Το 52% των πολιτών ζουν είτε σε πόλεις είτε σε χωριά και το 48% στην ύπαιθρο. Ο μέσος αριθμός των ατόμων ανά νοικοκυριό είναι 2,3. Ο δήμος Bogense παρουσιάζει διπλό σύστημα συλλογής βάση βάρους (weightbased). Το σύστημα συλλογής αποβλήτων περιλαμβάνει οικιακά απόβλητα από τα νοικοκυριά, μικρές επιχειρήσεις και ιδρύματα. Ο Δήμος Bogense εκμεταλλεύεται - διαχειρίζεται ένα σταθμό ανακύκλωσης για τα νοικοκυριά και μικρότερες εταιρείες όπου το γυαλί, το χαρτί, το χαρτόνι, διαφορά μέταλλα, ηλεκτρονικά απόβλητα, ογκώδη απόβλητα, απόβλητα κήπων και κατεδαφίσεων μπορούν να απορριφτούν σε ξεχωριστά δοχεία. Ο δήμος παρέχει υψηλού επίπεδου υπηρεσίες μιας και δύο τύποι αποβλήτων συλλέγονται από το σύστημα: υπολείμματα αποβλήτων, τα οποία αποστέλλονται σε μονάδα αποτέφρωσης, και οργανικά απόβλητα, τα οποία αποστέλλονται σε

εργοστάσιο βιοαεριοποίησης. Τα απόβλητα συλλέγονται από τα νοικοκυριά κάθε 14 ημέρες. Χαρτί και είδη χαρτού (π.χ. χαρτόνι) συλλέγονται από τις επιχειρήσεις, τα νοικοκυριά, και τις διάφορες υπηρεσίες μία φορά το μήνα. Το γυαλί, ωστόσο, πρέπει να εναποτίθενται σε συγκεκριμένα σημεία της πόλης. Ο τρόπος συλλογής γίνεται κατόπιν τοποθέτησής μεγάλων δοχείων (container) έξω από το κάθε σπίτι. Τα δοχεία αυτά είναι χωρισμένα σε δυο υποχώρους, έναν για τα οργανικά απορρίμματα και έναν για τα υπολείμματα. Η χωρητικότητα αυτών είναι 240 λίτρα για τις μόνιμες κατοικίες και 160 λίτρα για τις εξοχικές. Αξίζει να σημειωθεί, ότι υπάρχει δυνατότητα τοποθέτησης ηλεκτρονικής κλειδαριάς σε περίπτωση αντιπαράθεσης με τον γείτονα. Η χρέωση των νοικοκυριών εξαρτάται από το βάρος και κυμαίνεται από 350 έως 1150 DKK (από 50 έως 150 ευρώ). Υπάρχει, βεβαίως και ένα σταθερό ποσό πληρωμής ανεξάρτητο του βάρους, αισθητά μικρότερο και εξαρτώμενο από τον δήμο.

3.2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η εφαρμογή του συγκεκριμένου συστήματος έχει επιφέρει θεαματικά αποτελέσματα στις επαρχίες, όπου εφαρμόζεται. Η διαφορά στη ποσότητα των απορριμμάτων ανάμεσα στις περιοχές της χώρας που εφαρμόζουν το σύστημα συλλογής βάση βάρους και σε αυτές που δεν το εφαρμόζουν είναι μεγάλη. Εκτιμάται περίπου στα 350 έως 400 κιλά λιγότερα, ανάλογα με την περιοχή. Γίνεται φανερό, βέβαια, πως η εισαγωγή πληρωμής για τα σκουπίδια που εναποτίθενται στα ειδικά container έχει οδηγήσει τους κατοίκους των περιοχών σε διαλογή και διαχωρισμό των απορριμμάτων τους σε κατάλληλους κάδους αλλά φυσικά και σε ανακύκλωση. Μάλιστα, η αύξηση στην ανακύκλωση χαρτιού κυμαίνεται στο 76% ενώ σε γυαλί περίπου 88%. Αύξηση, όμως, έχει παρατηρηθεί και στην κατ' οίκον κομποστοποίηση, η οποία κυμαίνεται περίπου στο 60%. Γενικότερα, η πολιτική αυτή εφαρμόζει το ρητό 'ο ρυπαίνων πληρώνει' ενώ ταυτόχρονα οδηγεί τους πολίτες στο να συνειδητοποιήσουν ότι δεν μπορούν να εναποθέτουν ανεξέλεγκτα τα απορρίμματα τους. Εμφυσάει, τελικά, στον κάτοικο την χρησιμότητα των διαφόρων τεχνικών αντιμετώπισης των απόβλητων, όπως της κομποστοποίησης και της ανακύκλωσης.

3.2.3 ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ

Στην Δανία, γενικότερα, δεν αντιμετωπίζουν κανένα πρόβλημα με την διαχείριση των απορριμμάτων τους. Αντιθέτως, μάλιστα, εκμεταλλεύονται στο έπακρο τις δυνατότητες που αυτά τους προσφέρουν. Έκτος από την τεχνική βάση βάρους που αναφέρθηκε και οδηγεί σε ελαχιστοποίηση των απορριμμάτων, εφαρμόζεται και η αποτέφρωση σε έντονο βαθμό για τα απορρίμματα που περισσεύουν, δεν μπορούν δηλαδή να ανακυκλωθούν, να επαναχρησιμοποιηθούν ή να αποτελέσουν πρώτη υλη για κάποιο άλλο υλικό (π.χ. κομποστοποίηση). Από το 1997 η Δανία άρχισε την αντικατάσταση των χώρων ταφής με εργοστάσια αποτέφρωσης και ταυτόχρονης παράγωγης ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, η χώρα το 2000 'έκαψε' 2.1 τόνους αποβλήτων ενώ το 2007 3.7 (Danish ministry of environment and water policy, www.mim.dk), από τους οποίους στη συνέχεια

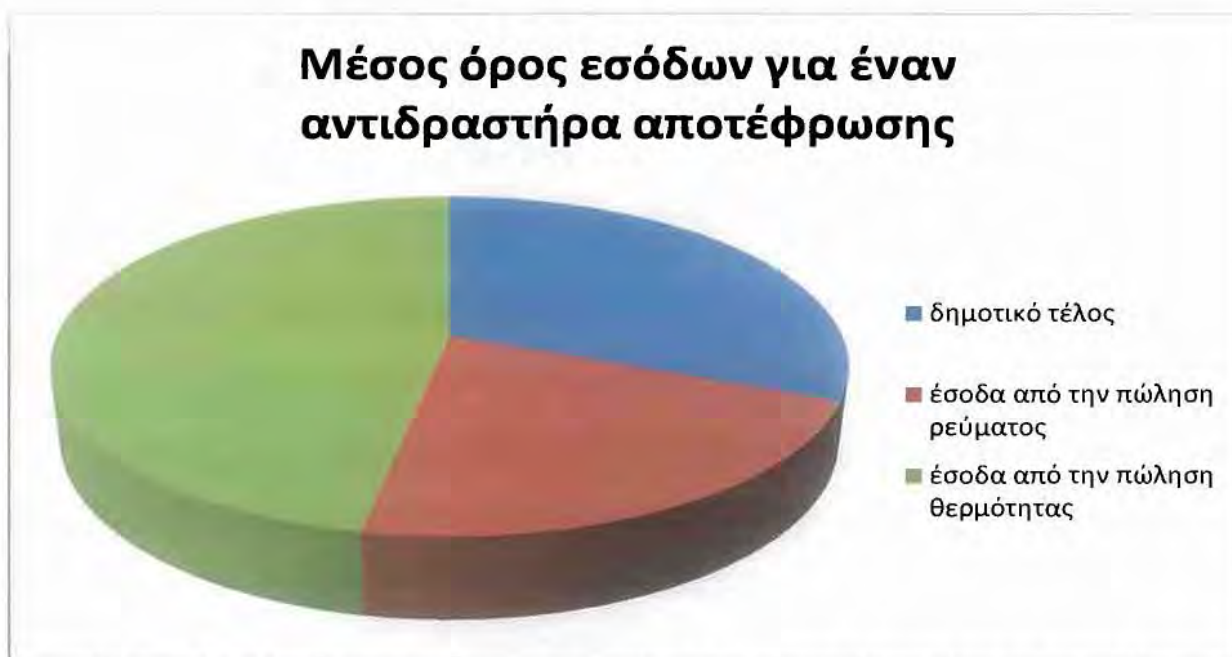
παρήγαγε ενέργεια. Η ενέργεια που παράγεται διοχετεύεται είτε με την μορφή ρεύματος είτε με την μορφή θερμότητας (τηλεθέρμανση).



Εικόνα 3.1 Αντιδραστήρας αποτέφρωσης στην Δανία

Οι αντιδραστήρες αποτέφρωσης, πλέον, στην Δανία ανέρχονται σε 29 στον αριθμό ενώ παράλληλα οι χώροι υγειονομικής ταφής έχουν εκλείψει. Τα εργοστάσια αυτά επεξεργάζονται από 12000 έως 520000 τόνους απορριμμάτων ετησίως ενώ ο σχεδιασμός της χώρας προβλέπει περαιτέρω αύξηση της δυναμικότητας των μικρότερων εξ'αυτών.

Το σημαντικότερο όλων, όμως, είναι η παράγωγή ενεργείας που επιτυγχάνεται με αυτόν τον τρόπο. Σκοπός, μάλιστα, είναι η μεγιστοποίηση της ποσότητας αυτής μιας και τα αποτελέσματα της μέχρι τώρα χρησιμοποίησης της είναι άκρως ενθαρρυντικά. Αξίζει στο σημείο αυτό να σημειωθεί, ότι υπάρχουν αντιδραστήρες που παραγάγουν και ηλεκτρικό ρεύμα και θερμότητα ενώ άλλοι που χρησιμοποιούνται μόνο για την παράγωγή θερμότητας. Το 2010 το 84% της συνολικής ποσότητας των απορριμμάτων που οδηγήθηκαν σε αποτέφρωση παρήγαγαν και τις δυο μορφές ενεργείας ενώ μόλις το 16% μόνο θερμότητα. Ακόμα, το 20% της συνολικής παραγωγής θερμότητας της χώρας παρήχθει μέσω της καύσης των σκουπιδιών και το 4.5% της ενεργείας με την μορφή ρεύματος με τον ίδιο τρόπο επίσης. Για την λειτουργία της μεθόδου αυτής καταβάλλεται ειδικό τέλος από τους κατοίκους των περιοχών τους αντιδραστήρες.



Σχήμα 3.1 Έσοδα αντιδραστήρα αποτέφρωσης στην Δανία (www.ens.dk)

Το τέλος αυτό αυξομειώνεται ανάλογα με τις πώλησης ενέργειας που έχει ο κάθε αντιδραστήρας. Το 47% των εσόδων του προέρχονται από τη θερμότητα, το 22% από το ρεύμα ενώ το 31% από τα τέλη κατά μέσο όρο.

3.2.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της ένταξης της αποτέφρωσης στην καθημερινότητα των κατοίκων είναι επαρκώς ικανοποιητικά. Οι πολίτες, σε αντίθεση με την Ελλάδα και τους Χ.Υ.Τ.Α., επιθυμούν την δημιουργία ενός τέτοιου εργοστασίου στην περιοχή τους καθώς άμεσα αναπτύσσονται πολλές προοπτικές. Αρχικά, εξοικονομούν χρήματα, όσον αφορά την θέρμανση του νερού τους και στις περισσότερες περιπτώσεις αγοράζουν φθηνότερο ρεύμα από ότι αν θα είχαν μια συμβατική μονάδα παράγωγης ρεύματος. Τα περιβαλλοντικά πρότυπα της περιοχής αυξάνουν καθώς τα σκουπίδια της διαχειρίζονται με έναν άκρως περιβαλλοντικό τρόπο και όχι με την δημιουργία αποκρουστικών χώρων ταφής ή χωματερών. Φυσικό επακόλουθο αυτών είναι η αναβάθμιση της περιοχής και η οικονομική ανάπτυξη στη βάση αγοράς ακινήτων (π.χ. αύξηση ενοικίων και αντικειμενικών αξιών).

3.3 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΗΣ ΓΕΡΜΑΝΙΑΣ

Η Γερμανία με την σειρά της, εφαρμόζει την πολιτική του 'όλα ανακυκλώνονται'. Προσπαθούν, όπως άλλωστε και άλλες χώρες της Ευρώπης (καλό παράδειγμα αποτελεί και η Γαλλία), να ανακυκλώνουν όσο μεγαλύτερο όγκο απορριμμάτων και τα υπολείμματα αυτών και μόνο να καταλήγουν σε χώρους αποτέφρωσης. Αξίζει στο σημείο αυτό να τονιστεί ότι η Γερμανία ήδη από το 2005 έχει σταματήσει την υγειονομικήταφή (σχεδόν το 1% το απορριμμάτων οδηγούνται

σε Χ.Υ.Τ.Α.). Η συλλογή των απορριμμάτων γίνεται μέσω ειδικών κιβώτιων - καδών. Υπάρχουν, μάλιστα, διάφοροι τύποι κάδων ανακύκλωσης με διαφορετικά χρώματα (κίτρινος για τα υλικά συσκευασίας, πράσινος για τα χαρτιά, καφέ για τα οργανικά απορρίμματα, γκρι για όλα όσα δεν ανακυκλώνονται κτλ),



Εικόνα 3.2 Χρωματιστοί κάδοι απόρριψης απορριμμάτων στη Γερμανία

με αποτέλεσμα η διαλογή να γίνεται στην «πηγή», από τον ίδιο τον πολίτη, και να εξασφαλίζεται το μειωμένο κόστος. Η ανακύκλωση συσκευασιών εκτιμάται το 1990 μόλις σε 18%, το 2004 μετρήθηκε στο 54% ενώ το 2007 ξεπέρασε το 65% σε όλη την επικράτεια της χώρας.

3.3.1 ΤΡΟΜΕΡΟΙ ΡΥΘΜΟΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΣΤΟ NeustadtanderWeinstrasse

Οι πολίτες του Neustadtander Weinstrasse έχουν πάρει την ανακύκλωσή τους πολύ σοβαρά. Σε τέτοιο βαθμό, μάλιστα, που υπάρχει ακόμη και ένα σημείο συλλογής στο χώρο της εγκατάστασης ανακύκλωσης για τα νεκρά ζώα. Όσο απίθανο και αν φαίνεται πράγματι συμβαίνει και εκμεταλλεύονται τα μέρη του νεκρού οργανισμού που θα μπορούσαν να φάνουν χρήσιμα. Πιο συγκεκριμένα, παράγουν σαπούνι από το λίπος ή αλλά καλλυντικά. Το Neustadtander Weinstrasse βρίσκεται στο νοτιοδυτικό κρατίδιο της Rheinland και στην καρδιά του Palatinate, μια αμπελουργική περιοχή, κατοικούμενη κυρίως από ανθρώπους της μεσαίας τάξης. Πρόκειται για μια μεσαιωνική πόλη που μπορεί να υπερηφανεύεται για τις καλύτερες τιμές ανακύκλωσης στη Γερμανία.

Κατά τα τελευταία 30 χρόνια, η πόλη και οι κάτοικοι έχουν γαλουχηθεί σε ένα περιβαλλοντικό σύστημα - σχέδιο το οποίο προβλέπει την ανακύκλωση σε επίπεδα που τα δυο τελευταία χρονιά αγγίζουν περίπου το 70% των απορριμμάτων της περιοχής. Αξίζει να σημειωθεί ότι το ποσοστό αυτό είναι 16% υψηλότερο από τον στόχο του κράτους. Η αιτία της επιτυχίας του συστήματος είναι απλή. Στηρίζεται στην παροχή οικονομικών κινήτρων, άλλωστε και στην Γερμανία πληρώνουν για τα σκουπίδια τους. Ο δήμος, που έχει αναλάβει την εφαρμογή, δεν χρεώνει τίποτα για τα απορρίμματα που ανακυκλώνονται ενώ ταυτόχρονα όσο λιγότερα εναποθέσει ο κάθε

κάτοικος για αποτέφρωση, τόσα λιγότερα πληρώνει. Υπάρχει, βέβαια, και ένα αυτούσιο τέλος, σκόπιμα μη ενσωματωμένο σε κάποιο τοπικό – δημοτικό φόρο, για την διαχείριση των αποβλήτων. Επιπρόσθετα, όμως, γίνονται ημερίδες ενημέρωσης σε σχολεία και άλλους φορείς της περιοχής με σκοπό την εκπαίδευση των κατοίκων και την συνειδητοποίηση της σημαντικότητας της περιβαλλοντικής ευθύνης.

Η πλειοψηφία των 28.000 κατοίκων του Neustadt, αναλυτικότερα, για τα νοικοκυριά τους επιλέγουν έναν κάδο, χωρητικότητας 60-λίτρων (για τα μη ανακυκλώσιμα απορρίμματα τους). Αυτός συλλέγεται μία φορά ανά δεκαπενθήμερο και τα έξοδα του νοικοκυριού είναι 6.60€ για την αποκομιδή. Εάν ένα νοικοκυριό επιλέξει ένα κάδο 40L, το τέλος μειώνεται σε 5.30€. Αντίστροφα, εάν επιλέξει έναν 240L, το τέλος ανέρχεται σε 24€ ή 48€, αν θέλουν να συλλέγονται ανά δεκαπενθήμερο ή κάθε εβδομάδα αντίστοιχα. Εάν, πάλι, παράγουν υψηλότερη από την αναμενόμενη εναπόθεση αποβλήτων (π.χ. περίπτωση πάρτι ή συγκέντρωσης στο σπίτι), τότε μπορούν να αγοράσουν ειδικές σακούλες 60L, με κόστος 3 € και να τις αφήσουν έξω από τους κάδους προς συλλογή.

Η διαδικασία της διαχωροποίησης γίνεται από το σπίτι. Οι πολίτες τοποθετούν σε διαφορετικούς κάδους με διαφορετικό χρώμα τα ανακυκλώσιμα υλικά. Οι τέσσερις κατηγορίες είναι το χαρτί, το γυαλί, το πλαστικό και τα μεταλλικά (κατηγορία αλουμινίου). Επίσης, σε κατοικίες με αυλή ή κήπο αλλά και σε νοικοκυριά που το επιθυμούν τοποθετείται και κάδος κομποστοποίησης για τα οργανικά απορρίμματα. Υπόλοιπα υλικά, όπως μπαταρίες, παιχνίδια, ξύλο, παλιές τηλεοράσεις, κουτιά από μπόγια, που ανακυκλώνονται, πρέπει να τα μεταφέρουν οι ίδιοι οι πολίτες σε ειδικά κέντρα ανακύκλωσης, κοντά στην πόλη. Τέλος, οικοδομικά υλικά ή μπάζα μεταφέρονται από τα οχήματα του δήμου, κατόπιν συνεννοήσεως, με χρέωση 5€ ανά εκατό κιλά.

Παράλληλα, λειτουργεί και σύστημα συλλογής από την οικία, για εκείνους που δεν διαθέτουν μεταφορικό μέσο. Τα οχήματα που εκτελούν αυτήν την εργασία είναι είτε του δήμου είτε ιδιωτικών εταιρειών και οι χρεώσεις ποικίλουν. Η υπηρεσία του δήμου είναι η φθηνότερη αλλά η συχνότητα συλλογής είναι πιο αραιή σε σχέση με αυτές των ιδιωτικών εταιρειών.

Το σύστημα λειτουργεί από το 1980 στην περιοχή, σε πρώτη φυσικά μορφή. Από το 1989, όμως, ο δήμος ανεξαρτητοποίησε την διαχείριση και η ευθύνη έγινε εξ ολοκλήρου δική του. Εκτοτέ, το σύστημα και τρόπος επεξεργασίας βελτιώνεται συνεχώς. Αξίζει, τέλος, να τονιστεί ότι το κόστος διάθεσης των αποβλήτων είναι το μικρότερο σε όλη τη χώρα ενώ οι επιχειρήσεις αποφέρει και κέρδη, τα οποία λόγω του μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα της, επανεπενδύονται. Η περιοχή άλλωστε παρουσιάζει τα μεγαλύτερα ποσοστά ανακύκλωσης σε όλη την επικράτεια.

3.4 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΙΤΑΛΙΑΣ

3.4.1 ΑΝΤΑΠΟΔΩΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ FORLÌ

Η πόλη Forlì της Ιταλίας βρίσκεται στην περιφέρεια της Αιμίλια – Ρωμάνια και είναι η πρωτεύουσα της επαρχίας. Η πόλη καθ'αυτή αριθμεί περίπου 110.000 κατοίκους ενώ τα σπίτια είναι κυρίως μονοκατοικίες με οικογενειακά και αγροτικά στην πλειονότητα νοικοκυριά. Στην πρωτεύουσα της Forlì – Cesena, εφαρμόστηκε από την τοπική διοικούσα αρχή το ανταποδοτικό σύστημα συλλογής των ανακυκλώσιμων υλικών. Οι κάτοικοι ανακυκλώνοντας και παραδίδοντας τα απορρίμματα τους, ανταμείβονταν για την πράξη τους. Πιο συγκεκριμένα, σκουπίδια, όπως γυαλί, πλαστικά, χαρτί και αλουμίνιο ανταπέδιδαν μικρές αμοιβές – δώρα, όπως ένα εισιτήριο για την τοπική συγκοινωνία ή χαρτικά γραφείων. Συστήματα συλλογής, με την μορφή μικρών σταθμών υπάρχουν σε όλη την πόλη, περίπου ένα ανά 900 κατοίκους. Αυτοί έχουν χωρητικότητα 2,4 κυβικά μετρά ο καθένας και συλλέγουν όλα τα ανακυκλώσιμα υλικά και συσκευασίες. Επιπρόσθετα, όμως, υπάρχουν και δυο μεγάλοι σταθμοί συλλογής απορριμμάτων, όπου οι κάτοικοι μεταφέρουν και ζυγίζουν δωρεάν τα απορρίμματα τους προκειμένου να ανταμειφτούν για αυτή τους την κίνηση. Αξίζει να σημειωθεί ότι περίπου 30 συσκευασίες από αλουμίνιο αντιστοιχούν σε ένα εισιτήριο λεωφορείου ενώ 90 άλλων υλικών προσφέρουν το ίδιο ανταποδοτικό δώρο. Φυσικά, οι αμοιβές διαφοροποιούνται με τα χρόνια και την εκάστοτε οικονομική κατάσταση άλλα που έχει σημασία είναι ο ιδιαίτερος τρόπος ευαισθητοποίησης των πολιτών.

3.4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του ανταποδοτικού συστήματος ήταν ικανοποιητικά για τις τοπικές αρχές. Ο κύριος σκοπός, που ήταν η ευαισθητοποίηση των κατοίκων της περιοχής επιτεύχεται. Οι πολίτες ανακύκλωναν τα απορρίμματα τους γιατί ήξεραν ότι προσφέρουν στην τοπική κοινωνία και το περιβάλλον άλλα παράλληλα ότι θα αποκόμιζαν και ένα είδος κέρδους από την προσπάθεια τους αυτή. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το 2003 το ποσοστό των χωριστά συλληφθέντων σκουπιδιών ήταν 24%, το 2007 ήταν 33 % ενώ οι προβλέψεις θέλουν το 2011 το ποσοστό να ανέρχεται σε 41 %.

3.5 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΟΛΛΑΝΔΙΑΣ

3.5.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΟΡΤΑ – ΠΟΡΤΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ ΤΟΥ DRECHT

Οι πόλεις αυτές αποτελούν μια περιφέρεια με κοινό χαρακτηριστικό τους το συνθετικό drecht στην ονομασία της καθεμίας. Η περιφέρεια βρίσκεται στην νότια

Ολλανδία και αποτελείται από 7 πόλεις. Η συλλογή πόρτα – πόρτα που εφαρμόζεται στην drechtsteden και dordrecht, με την πρώτη να έχει 250.000 κατοίκους ενώ τη δεύτερη περίπου 120.000, εφαρμόζεται με επιτυχία. Το κοινωνικό προφίλ των δυο πόλεων είναι παρεμφερές και τα ποσοστά μονοκατοικιών – πολυκατοικιών να είναι περίπου 45% και 55% αντίστοιχα.



Εικόνα 3. 3 Απορριματοφόρο όχημα συλλογής πόρτα – πόρτα για ανακυκλώσιμα υλικά

Στις περιοχές αυτές η εναπόθεση των απορριμμάτων γίνεται με την τεχνική της συλλογής από την οικία (door to door collection). Ιδιωτικές εταιρείες, κατόπιν δημοπρασιών, έχουν αναλάβει να τροφοδοτήσουν τα νοικοκυριά με δυο κάδους ανακύκλωσης χωρητικότητας 240 λίτρων ο καθένας. Ο ένας είναι για τα οργανικά απορρίμματα και ο άλλος για τα ανακυκλώσιμα ενώ διαφοροποιούνται βάση χρώματος. Η συλλογή γίνεται συγκεκριμένη ημέρα και ώρα, βάση ετησίου προγράμματος που καταρτίζεται από τις εταιρείες. Η συλλογή γίνεται σχεδόν μια φορά την εβδομάδα για τα οργανικά και κάθε δεκαπέντε μέρες για τα ανακυκλώσιμα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι κάτοικοι είναι υποχρεωμένοι να μεταφέρουν τα επικίνδυνα απόβλητα τους σε ξεχωριστούς κάδους μονοί τους. Φυσικά, υπάρχουν και επιπλέον κάδοι στον δρόμο τόσο για την συλλογή χαρτιού, πλαστικού και αλουμινίου, όσο και για τα υπόλοιπα σκουπίδια.

3.5.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η μέθοδος της συλλογής πόρτα – πόρτα προσφέρει αρκετές ευκολίες στους κατοίκους καθώς τα απορρίμματα συλλέγονται από το κάθε νοικοκυριό ξεχωριστά. Εντούτοις, όπως είναι ήδη γνωστό, το κόστος της διαδικασίας είναι σημαντικό. Για το λόγο αυτό οι εταιρείες συλλογής απαιτούν ένα αντίτιμο της τάξεως των τριών με τεσσάρων ευρώ ανά συλλογή οργανικών και ανακυκλώσιμων ανάλογα βέβαια και με την περιοχή. Το κόστος αυτό δεν φαίνεται να επηρεάζει τα νοικοκυριά, σε άλλες περιοχές της Ευρώπης πληρώνουν αρκετά περισσότερα (π.χ. περιβαλλοντικός φόρος), μιας και χαίρει σχεδόν κοινής αποδοχής. Οι πολίτες, λοιπόν, είναι ευχαριστημένοι

αφού δεν χρειάζεται να ανησυχούν για τα απόρριψη των σκουπιδιών τους άλλα ταυτόχρονα και οι αρχές έχουν απαλλαγεί από ένα τεράστιο φόρτο αρμοδιότητας και εργασίας. Επιπρόσθετα, η ανακύκλωση γνωρίζει άνθιση, καθώς υπολογίζεται ότι ανακυκλώνεται η μεγαλύτερη ποσότητα αυτών που χρησιμοποιούνται. Στις χάρτινες και αλουμινένιες συσκευασίες, μάλιστα, το ποσοστό αγγίζει το 90 % (cms.dordrecht.nl).

3.6 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΦΙΛΑΝΔΙΑΣ

3.6.1 ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΟΥ ΤΑΜΠΕΡΕ

Το Tampere είναι μια Σουηδική πόλη 200.000 κατοίκων που εφαρμόζει αξιοσημείωτη πολιτική συγκομιδής αποβλήτων. Πρόκειται για μια πολυδιάστατη τεχνική ή καλύτερα ένας συνδυασμός τεχνικών. Η πόλη εφαρμόζει το μότο 'ο ρυπαίνων πληρώνει' άλλα ταυτόχρονα και συλλογή πόρτα – πόρτα. Κάθε νοικοκυριό αποδίδει ένα χρηματικό ποσό ανάλογα με τον όγκο των απορριμμάτων που παράγει. Τα χρήματα αυτά καλύπτουν τα έξοδα μεταφοράς και συλλογής των απορριμμάτων, την διαχείριση αυτών καθώς και την διαχείριση επιβλαβών αποβλήτων και το μέρος των δαπανών αποκομιδής των ανακυκλώσιμων. Το χρηματικό ποσό καταβολής εξαρτάται από την ποσότητα των παραγόμενων απορριμμάτων και προσμετράται ανάλογα με τον όγκο των σκουπιδιών. Έτσι ένας κάδος 240 λίτρων αποτιμάται στα 6 ευρώ ενώ ένας 600 λίτρων στα 9,5 ευρώ. Τέλος, τα απορρίμματα που τοποθετούνται στους κάδους είναι τα υπολείμματα, δηλαδή όσα δεν μπορούν να ανακυκλωθούν.

Ταυτόχρονα, υπάρχουν τοποθετημένοι στην πόλη κάδοι ανακύκλωσης για το χαρτί και το πλαστικό άλλα και για τα άλλα ανακυκλώσιμα. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν φορο ελαφρυνσεις για τους κατοίκους που κάνουν ανακύκλωση αφού μικρότερη ποσότητα υπολειμμάτων καταλήγει στους κάδους πληρωμής.

Οι κάδοι των υπολειμμάτων, την ίδια στιγμή, συλλέγονται μέσω της τεχνικής πόρτα – πόρτα. Οι ημερομηνίες και οι ώρες συλλογής είναι και εδώ συγκεκριμένες. Τέλος, υπάρχουν και ιδιωτικές επιχειρήσεις συλλογής χαρτιού και γυαλιού, που λειτουργούν και αυτές με την σειρά τους με την ίδια τεχνική (doortodoor).

Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτό ότι συνυπάρχουν διαφορά συστήματα και τεχνικές αντιμετώπισης των σκουπιδιών στην περιοχή. Γενικότερα, η Φιλανδία - καθώς και η Σουηδία που εφαρμόζει παρόμοια πολιτική – είναι χώρες με πολίτες ιδιαίτερα ευαισθητοποιημένους περιβαλλοντικά. Το γεγονός αυτό, δηλαδή η εκπαίδευση και η ιδιοσυγκρασιών των λαών αυτών, επιτρέπει την εφαρμογή σειράς τεχνικών, χωρίς την πρόκληση αντιδράσεων και κοινωνικών αναταραχών.

Κεφάλαιο 4

4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαχείριση των απορριμμάτων είναι ένα σύγχρονο και ιδιαίτερη απολυδιάστατο πρόβλημα που καλείται να αντιμετωπίσει η χώρα μας. Αποτελεί ένα χώρο τριβής και κοινωνικό πολιτικών συγκρούσεων αλλά και πεδίοεφαρμογής και εξέλιξης της τεχνολογίας.

Κάθε σύγχρονη κοινωνία μελέτα τον τρόπο αντιμετώπισης των απορριμμάτων που παράγει η καταναλωτική διαδικασία. Η Ελλάδα, εν προκειμένω, παράγει 4.8 εκατομύρια τόνους σκουπιδιών ετησίως. Ο υπολογισμός αυτός προκύπτει μονό από την αστική δραστηριότητα, χωρίς να συμπεριλαμβάνεται η βιομηχανία, η γεωργία και ο οικοδομικός τομέας. Με αλλάλογία κάθε κάτοικος της χώρας παράγει περίπου 480 τόνους απόβλητων ετησίως! Τα αστικά κέντρα φυσικά παράγουν την μεγαλύτερη ποσότητα, με την Αθήνα και την Θεσσαλονίκη να πλησιάζουν το 50% της συνολικής απόθεσης.



Σχήμα 4.1 Απορρίμματα στα αστικά κέντρα

Όπως, όμως, οι αναπτυσσόμενες χώρες, έτσι και η Ελλάδα, επηρεάστηκε από τις τεχνολογικές εξελίξεις και τον τρόπο ζωής των κατοίκων του δυτικού ημισφαιρίου και έτσι μεταβλήθηκε και η σύσταση των απόβλητων σε πιο επικίνδυνα και τοξικά συστατικά. Οι παραπάνω λόγοι σε συνδυασμό με την τουριστική αύξηση και κατ' επέκταση την μεταβλητή ροή και όγκο των απορριμμάτων οδήγησε την χώρα στην κατάστρωση οργανωμένης πολιτικής αντιμετώπισης των αστικών απόβλητων. Η τάση που εφαρμόζεται σε ευρωπαϊκό επίπεδο και αναγκάζει και την Ελλάδα προς συμμόρφωση είναι η επαναχρησιμοποίηση των υλικών, η μείωση του όγκου των απορριμμάτων, η ενεργειακή εκμετάλλευση αυτών και η ελαχιστοποίηση της μόλυνσης του περιβάλλοντος.

4.2 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Στην Ελλάδα η διαχείριση των αστικών απορριμμάτων βρίσκεται σε ιδιαίτερα πρώιμο στάδιο. Αρκεί να αναφερθεί ότι πριν μερικά χρόνια η διάθεση των αποβλήτων γινόταν και σε ανεξέλεγκτους χώρους διάθεσης, γνωστούς ως Χ.Α.Δ.Α. (Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων). Με την πάροδο των χρόνων (το 1999) ξεκίνησε ο σχεδιασμός για τη διαχείριση των απορριμμάτων σε Νομαρχιακό επίπεδο, με βασικό στόχο, βέβαια, την εξάλειψη των ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης. Η πρόβλεψη, εντούτοις, για την ανάγκη κάλυψης των επερχόμενων απαιτήσεων επεξεργασίας, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί οργανωμένη μετάβαση από τους αρχικούς χώρους υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) σε ΟΕΔΑ (Ολοκληρωμένες Εγκαταστάσεις Διάθεσης Απορριμμάτων), ήταν άσπαστη. Ως αποτέλεσμα των σχεδιασμών αυτών υπήρξε η προώθηση πολυάριθμων ΧΥΤΑ.



Σχήμα 4.2 Κατασκευή ΧΥΤΑ ανά την ελληνική επικράτεια (εθνικός σχεδιασμός 2000)

Συγκεκριμένα, στο κύριο υπόβαθρο του εθνικού σχεδιασμού του 2000, που διαμορφώθηκε από τη σύνθεση των νομαρχιακών, προβλεπόμενη δημιουργία 124 ΧΥΤΑ (70 στην Ηπειρωτική Ελλάδα, 11 στην Κρήτη και 43 στα υπόλοιπα νησιά). Παρ' ολ' αυτά η υλοποίηση των έργων που προέβλεπαν οι Νομαρχιακοί σχεδιασμοί κρίθηκε στην πράξη μη αποδοτική και προωθήθηκε έτσι η υποχρέωση σύνταξης ΠΕΣΔΑ (Περιφερειακά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων) μέχρι το τέλος του 2005.

Τα περιφερειακά αυτά σχέδια εξειδικεύουν τους στόχους του Εθνικού σχεδιασμού, θέτουν στόχους σε περιφερειακό επίπεδο και προβλέπουν τα έργα διαχείρισης αποβλήτων για τα επόμενα έτη. Κύριος σκοπός τους ήταν η προώθηση νέων για την χώρα τεχνολογιών και τροπών αντιμετώπισης των απορριμμάτων και επιπρόσθετα η διαμόρφωση των κατάλληλων συνθηκών και υποδομών για το μέλλον. Από το 2005 ορισμένα ΠΕΣΔΑ αναθεωρήθηκαν, αλλά η εφαρμογή τους αντιμετώπισε στο σύνολό της προβλήματα τόσο σε επίπεδο χρηματοδότησης όσο και σε επίπεδο κοινωνικών αντιδράσεων. Ενδεικτικά και προκειμένου να αποτυπωθεί η κατάσταση της περιόδου εκείνης, αναφέρεται έκθεση εμπειρογνομόνων και ειδικών περιβαλλοντολόγων στα πλαίσια του συνεδρίου «Τεχνολογίες Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων» που διοργάνωσε ο σύλλογος χημικών μηχανικών Ελλάδος, το 2004, λίγο πριν την ολοκλήρωση των ΠΕΣΔΑ, διαπιστώθηκαν μια σειρά συμπερασμάτων:

- Ο αριθμός των υπό λειτουργία ΧΑΔΑ είναι 1458 και ο πληθυσμός που δεν εξυπηρετείται από ΧΥΤΑ ανέρχεται στο 45%,
- Πολλοί από τους ΧΑΔΑ, αν και έχουν παύσει τη λειτουργία τους, δεν έχουν αποκατασταθεί, με αποτέλεσμα να συνεχίζονται οι περιβαλλοντικές οχλήσεις,
- Μεγάλος αριθμός των υπό λειτουργία ΧΥΤΑ εμφανίζουν σημαντικό πρόβλημα ως προς το μη ορθό τρόπο λειτουργίας τους, τον έλεγχο και την παρακολούθηση καθώς και την μη συμμόρφωση με τις πρόσφατες νομοθετικές απαιτήσεις.
- Ως προς τα έργα επεξεργασίας - αξιοποίησης Α.Σ.Α. (Αστικά Στέρεα Απορρίμματα) εμφανίζεται σημαντική πρόοδος, ενώ εμφανίζεται μονομερής προτίμηση προς συστήματα μηχανικής διαλογής - αερόβιας κομποστοποίησης,
- Απουσιάζουν σχεδόν παντελώς συστήματα με σημαντική διεθνή παρουσία, όπως κομποστοποίηση οργανικών αποβλήτων προ-διαλεγμένων με διαλογή στη πηγή, συστήματα αναερόβιας κομποστοποίησης, τεχνολογίες θερμικής επεξεργασίας, ενώ η ενεργειακή αξιοποίηση των Α.Σ.Α. είναι σχεδόν ανύπαρκτη,
- Η έλλειψη αξιόπιστων στοιχείων για την ποιοτική σύσταση και τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των Α.Σ.Α. δημιουργεί προβλήματα στα σχέδια ορθολογικής διαχείρισης,
- Δεν υπάρχει καταγραφή των έως τώρα δεδομένων και εμπειριών από την λειτουργία των έργων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Δ.Σ.Α.) στην Ελλάδα,
- Η εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων – με βάση τις σχετικές Οδηγίες της ΕΕ εμφανίζει σημαντική υστέρηση.

Προς βελτιστοποίηση της αναφερθείσας κατάστασης, ο εθνικός σχεδιασμός προέβλεπε το κλείσιμο – κατάργηση των Χ.Α.Δ.Α. και την ένταξη σύγχρονων Χ.Υ.Τ.Α., μιας και επανειλημμένως η Ελλάδα έχει καταδικαστεί από το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο για τις ανεξέλικτες χωματερές. Σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου εξωτερικών τα τελευταία χρονιά έχει μειωθεί σημαντικά η λειτουργία ανεξέλεγκτων χωματερών. Στην απογραφή του 2009 βεβαιώθηκαν μονό 492 έναντι περίπου 3000 το 2005. Είναι, όμως, αντιληπτό ότι η κατάσταση τα τελευταία χρονιά είναι δραματική ή τουλάχιστον ασυμβίβαστη με την ευρωπαϊκή νομοθεσία.

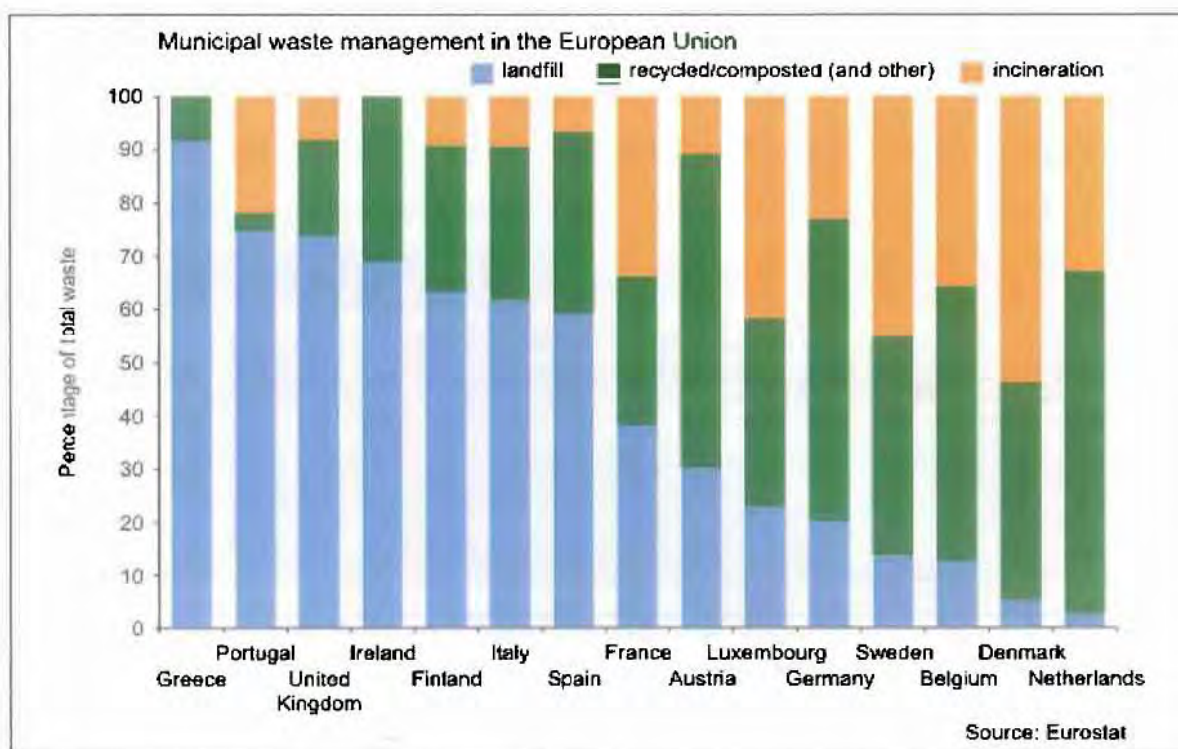
Με την πάροδο των χρόνων ήρθε και προστέθηκε η εντολή για μετατροπή των Χ.Υ.Τ.Α. σε Χ.Υ.Τ.Υ. (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων). Η διαφορά μεταξύ των δυο χώρων κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί και βρίσκεται στη τελευταία λέξη (Απορρίμματα - Υπολείμματα). Ο Χ.Υ.Τ.Υ., λοιπόν, είναι ο χώρος υγειονομικής ταφής, όπου φτάνουν υπολείμματα απορριμμάτων. Μπορεί να γίνεται διαλογή στην πηγή με τη γνωστή διαδικασία της ανακύκλωσης και στη συνέχεια ότι έχει μείνει συμπιέζεται ώστε να καταλαμβάνει μικρότερο όγκο ή και κομποστοποίηση σε Εργοστάσια Κομποστοποίησης ή άλλης μορφής επεξεργασία (π.χ. η καύση ή πυρόλυση) ανάλογα με τα υλικά, πριν εναποτεθούν προς τελική διάθεση σε κάποιο τέτοιο χώρο ταφής.

Η εκπλήρωση των ευρωπαϊκών οδηγιών έχει παγώσει τα τελευταία χρονιά, ειδικά μάλιστα εξαιτίας της αδυναμίας της χώρας να ανταπεξέλθει στις περιστάσεις. Όσο, δε, άφορα τους ΧΥΤΑ, στοιχεία του 2009 δείχνουν ότι σε λειτουργία βρίσκονται μόλις 65 σε όλη την Ελλάδα, εκ των οποίων η συντριπτική πλειοψηφία από το 2012 και μετά θα είναι παράνομοι, αφού δεν μπορούν να μετατραπούν σε Χ.Υ.Τ.Υ. ενώ 32 κατασκευάζονται και 41 βρίσκονται υπό μελέτη. (www.eedsa.gr, έκθεση 2009-2010). Αξίζει, στο σημείο αυτό, να αναφερθεί ότι αξιοποίηση του βιοαερίου γίνεται μόλις σε δυο Χ.Υ.Τ.Α., των Άνω Λιοσίων και των Ταγαριών.

4.3 ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Στην Ελλάδα, μετά το 2001 και την στροφή προς την πολιτική των χώρων υγειονομικής ταφής, η μέθοδος αυτή αποτελεί την πλέον εφαρμοζόμενη. Οι ΧΥΤΑ ήταν μια ευέλικτη λύση αντιμετώπισης των απορριμμάτων, που έχαιρε παγκόσμιας αποδοχής. Εντούτοις, διάφοροι κοινωνικοί, χωρικοί και περιβαλλοντικοί λόγοι έστρεψαν το ενδιαφέρον της επιστήμης στην αναζήτηση νέων τεχνικών και τις κοινωνίες στην εφαρμογή τους. Φυσικά, η σπουδαιότητα και χρησιμότητα της ταφής δεν αμφισβητήθηκε αλλά πλέον η τάση υποδεικνύει την μείωση του όγκου των απορριμμάτων που οδηγούνται σε αυτήν την τεχνική. Γι' αυτό, άλλωστε, επιζητάτε η μετατροπή των ΧΥΤΑ σε ΧΥΤΥ και η χρησιμοποίησης τεχνικών επαναχρησιμοποίησης των απόβλητων.

Στην χώρα η κύρια τεχνική χρησιμοποίησης είναι η υγειονομική ταφή των απορριμμάτων με κάποιες εξάψεις σύγχρονων τεχνικών, όπως είναι η ανακύκλωση και η μηχανική επεξεργασία και λιπασματοποίηση. Υπάρχει πληθώρα Χ.Υ.Τ.Α. ανά την επικράτεια, πολλοί εκ των οποίων λειτουργούν με χαμηλότερες προδιαγραφές από αυτές που ορίζει η ευρωπαϊκή ένωση αλλά ακόμα και η ελληνική νομοθεσία. Στην ευρωπαϊκή ένωση, βέβαια, προσπαθούν να μειώσουν την λειτουργία των Χ.Υ.Τ.Α./Χ.Υ.Τ.Υ.



Πίνακας 4.1 Διαχειρίσιμα απορριμμάτων στην Ε.Ε.

Θεματικά είναι τα ποσοστά των βορειοευρωπαϊκών χωρών (π.χ. Ολλανδία, Δανία), όπου το ποσοστό των απορριμμάτων που καταλήγουν προς ταφή κυμαίνεται κάτω από 20 % σε ορισμένες περιπτώσεις και κάτω από 10%. Αντίθετα, η Ελλάδα κατέχει τα πρωτιά στην εναπόθεση απόβλητων σε χώρους υγειονομικής ταφής, ενώ το ποσοστό της σε χρησιμοποίηση τεχνικών ανακύκλωσης ή κομποστοποίησης είναι το δεύτερο μικρότερο μετά την Πορτογαλία.

περιφέρειες	Μεγάλοι ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ		Σταθμοί μεταφόρτωσης		Μονάδες μηχανικής επεξεργασίας και λιπασματοποίησης		Μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης		Κέντρα ανακύκλωσης	
	υφιστάμενοι	Υπό υλοποίηση	υφιστάμενοι	Υπό υλοποίηση	υφιστάμενοι	Υπό υλοποίηση	υφιστάμενοι	Υπό υλοποίηση	υφιστάμενοι	Υπό υλοποίηση
Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης	3	1	0	14	0	0	0	0	0	0
Κεντρικής Μακεδονίας	7	8	3	5	0	0	0	0	1	0
Δυτικής Μακεδονίας	1	1	8	2	0	0	0	0	0	0
Ηπείρου	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Θεσσαλίας	2	7	0	10	0	0	0	0	2	0
Ιονίων νήσων	4	3	1	0	0	0	0	0	2	0

Δυτικής Ελλάδος	3	5	0	5	0	0	0	0	1	0
Στερεάς Ελλάδος	5	2	0	0	0	0	0	0	1	0
Αττικής	1	3	11	1	1	0	0	0	0	0
Πελοπον- νήσου	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Β. Αιγαίου	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0
Ν. Αιγαίου	7	12	0	0	0	0	0	0	0	1
Κρήτης	10	6	1	1	1	1	0	0	2	0
Σύνολο	44	59	24	39	3	1	0	0	10	1

Πίνακας 4.2 Υφιστάμενα και υπό υλοποίηση έργα στερεών αποβλήτων (www.yreka.gr, στοιχεία 2009)

Εκτός από την ταφή των απορριμμάτων, λειτουργούν μονάδες μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας. Πιο συγκεκριμένα, αυτές οι μονάδες είναι τρεις, στα Λιόσια, στα Χανιά και στην Καλαμάτα. Εντούτοις, σήμερα λειτουργούν οι 2, καθώς το εργοστάσιο στην Καλαμάτα αντιμετώπισε σημαντικά λειτουργικά προβλήματα και ακόμα δεν έχει επαναλειτουργήσει. Ταυτόχρονα έχει δρομολογηθεί η κατασκευή μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας (Αχαΐα, ΒΔ Θεσσαλονίκη, Δυτική Μακεδονία, Ηράκλειο, Ημαθία).

Μονάδα Καλαμάτας

Δυστυχώς για την Καλαμάτα και το νομό Μεσσηνίας η μονάδα αυτή αποτέλεσε την μεγαλύτερη αρνητική εμπειρία της χώρας μας από μονάδες μηχανικής βιολογικής επεξεργασίας. Σχεδιάστηκε για 90 τόνους ανά ημέρα (t/d) με κόστος μεγαλύτερο από 5 εκατομμύρια € και λειτούργησε αναποτελεσματικά για ελάχιστο χρονικό διάστημα. Ο κακός σχεδιασμός και τα λάθη διαχείρισης οδήγησαν την μονάδα να κλείσει με δικαστική απόφαση χωρίς να μπορέσει να παραχθεί έστω και κάποια μικρή ποσότητα κομπόστ. Η περίπτωση της μονάδας της Καλαμάτας είναι σίγουρα παράδειγμα προς αποφυγή.

Μονάδα Άνω Λιοσίων

Η συγκεκριμένη μονάδα αποτέλεσε το μεγαλύτερο έργο της ελληνικής πολιτείας για τον νομό της Αττικής. Σχεδιάστηκε να επεξεργάζεται 1.200 τόνους απορρίμματα ημερησίως (t/d), μαζί με 300 t/d λυματολάσπης και 130 t/d κλαδέματα και να παράγει RDF, κάποια ανακυκλώσιμα υλικά, κομπόστ και υπολείμματα για το ΧΥΤΑ. Σήμερα η δυναμικότητά του είναι 260.000 t/y. Δυστυχώς η εμπειρία από τη μονάδα στα Άνω Λιόσια είναι μέχρι σήμερα αρνητική. Για πολλούς λόγους καθυστέρησε περισσότερο από 5 χρόνια η κατασκευή και η πιλοτική του λειτουργία, κόστισε περισσότερο από 100 εκατ. €, σχεδιάστηκε να παράγει μεγάλη ποσότητα RDF, που επί χρόνια διατίθεται στο Χ.Υ.Τ.Α., ανακτά μικρή σχετικά ποσότητα ανακυκλώσιμων υλικών και το παραγόμενο κομπόστ δεν έχει μέχρι στιγμής εμπορική αξία. Μάλιστα, για πολλούς μήνες έμεινε και εκτός λειτουργίας. Παρά τις δυσκολίες, εκτιμάται από πολλούς ειδικούς, ότι με μικρό σχετικά κόστος μπορούν να γίνουν τροποποιήσεις και προσθήκες νέου εξοπλισμού διαχωρισμού, ώστε η μεγάλη αυτή μονάδα να μπορεί να ανακτά περισσότερο χαρτί και πλαστικό και να μειώσει το παραγόμενο RDF και τα υπολείμματα. Οι παραπάνω αλλαγές σε συνδυασμό με την λειτουργία της μονάδας σε εξαήμερη βάση και σε δύο βάρδιες, θα μπορούσε να αυξήσει την δυναμικότητα της σε τουλάχιστον 400.000 t/y και να συμβάλει σημαντικά στην διαχείριση των απορριμμάτων στην Αττική.

Μονάδα Χανίων

Η μονάδα των Χανίων αποτελεί το καλύτερο παράδειγμα αποτελεσματικής λειτουργίας μιας μονάδας με μηχανική βιολογική επεξεργασία τεχνολογία στην Ελλάδα. Εξυπηρετεί 150.000 κατοίκους και δέχεται ημερησίως περισσότερους από 160 τόνους. Σχεδιάστηκε και ως μονάδα διαλογής των ανακυκλώσιμων υλικών από τους μπλε κάδους και ως κλασική μονάδα μηχανικής βιολογικής επεξεργασίας. Από την άνοιξη του 2005, που ξεκίνησε τη λειτουργία του μέχρι το 2010 έχουν ανακτηθεί και πουληθεί στην βιομηχανία της ανακύκλωσης 30.000 τόνοι ανακυκλώσιμων

Κατάσταση στην Ελλάδα

υλικών, χαρτί, πλαστικό, αλουμίνιο, σιδηρούχα και γυαλί, και έχουν οδηγηθεί προς κομποστοποίηση 35.000 τόνοι ζυμώσιμων και οργανικών υλικών, παρατείνοντας κατά ένα χρόνο την διάρκεια ζωής του χώρου υγειονομικής ταφής. Ήδη, η εταιρεία διαχείρισης έχει καταφέρει να παράγει ένα πολύ καλής ποιότητας κομπόστ και μάλιστα εκπονεί και ένα ευρωπαϊκό πρόγραμμα για την βελτίωση της αποδοτικότητας της μονάδας και την καλύτερη αξιοποίηση του κομπόστ για αγροτικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές.

Κεφάλαιο 5

5.1 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

5.1.1 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΟΡΙΑ

Η αξιολόγηση της διαχείρισης των στερεών απόβλητων (SWM) με χρήση συστημάτων ανάλυσης, επιτρέπει στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να μάθουν τη συνολική πολυπλοκότητα του συστήματος. Ένας ποσοτικοποιημένος παράγοντας πολυπλοκότητας απαιτεί την αξιολόγηση των διαφόρων αλληλεπιδράσεων. Εκτιμώντας ότι τα εργαλεία αξιολόγησης του συστήματος παρέχουν μια πληθώρα σύνθετων μέτρων στο εσωτερικό της πολυπλοκότητας των διαδικασιών και των τμημάτων, η καταγραφή του ανθρώπινου παράγοντα και των φυσικών / βιοχημικών χαρακτηριστικών σε συστήματα μηχανικών μοντέλων σε συνδυασμό με αυτές τις σαφώς καθορισμένες διαδικασίες και τμήματα, επιφέρει σημαντική συμβολή στη βελτίωση των συστημάτων διαχείρισης απορριμμάτων. Μια τέτοια επιτυχημένη από κοινού προσπάθεια, πέραν των ορίων, μεταξύ των μοντέλων και των εργαλείων αποτελεί την απόδειξη για την ανάπτυξη των EUDIN, LATS, GreenDot σύστημα, και ORWARE.

Χωρίς τις ορθές πρακτικές ή κατευθυντήριες γραμμές, ωστόσο, τέτοιες από κοινού προσπάθειες αναπόφευκτα τείνουν προς την αρχή της σχέσης 'κόστους-αποτελεσματικότητας'. Για παράδειγμα, ένας πιθανός κοινωνικός παράγοντας που μπορεί να οδηγήσει την εφαρμογή των συστημάτων ανάλυσης προς την κατάσταση 'κόστους – αναποτελεσματικότητας' είναι 'το σύνδρομο του διπλανού' ή όπως αναφέρεται στην αγγλική βιβλιογραφία NIMBY (Not In My BackYard). Περισσότεροι άνθρωποι παράγοντες που μπορούν να γείρουν την ισορροπία του SWM συστήματος θα πρέπει σίγουρα να περιλαμβάνονται (λαμβάνονται υπόψη), ώστε να προσδιορίζονται οι επιπτώσεις διαφόρων κοινωνικοοικονομικών συνθηκών, πολιτικών μέσων και ρυθμιστικών απαιτήσεων, όπως οδηγίες της ΕΕ, εθνικές ρυθμίσεις - κανονισμοί, και περιφερειακά ή τοπικά σχέδια και στρατηγικές.

Με τη βοήθεια του τεχνολογικού κόμβου που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφαλαίο (σχήμα 2.1), το οποίο εντοπίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ του συστήματος μηχανικών μοντέλων και του συστήματος εργαλείων αξιολόγησης, η διαχείριση των απόβλητων (SWM) καθίσταται ικανή να ξεπεράσει το εμπόδιο της πολυπλοκότητας του συστήματος σε κάποιο βαθμό. Μια χαρακτηριστική περίπτωση ρυθμιστικής απαίτησης αποτελεί η υποχρεωτική ΕΙΑ (αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων) και SEA (αξιολόγηση περιβαλλοντικής στρατηγικής) για ορισμένες συγκεκριμένες περιπτώσεις, λόγω της αναγκαιότητας των ευρωπαϊκών οδηγιών 85/337/ΕΟΚ (ΕΕ, 1985) και 2001 /42/ΕΚ (ΕΕ, 2001), αντίστοιχα. Ενώ οι ευρωπαϊκές οδηγίες με τους υποχρεωτικούς στόχους και τα χαρακτηριστικά είναι προσδιορισμένες και στοχευμένες, οι εθνικές πολιτικές θα έπρεπε να δημιουργήσουν περισσότερα κίνητρα

για την επίτευξη των προκαθορισμένων στόχων με πιο αποδοτικό, αποτελεσματικό και μακρόπνοο τρόπο και πολιτικές. Προς αυτή την κατεύθυνση, το CBA (ανάλυση κόστους - κέρδους), LCA (ανάλυση κύκλου ζωής), MFA (ανάλυση ροής υλικών), και άλλα συστήματα μπορούν να οδηγήσουν και να βοηθήσουν σε μια καλύτερη ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης.

5.1.2 ΠΡΟΟΔΟΣ ΣΤΗ ΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Όλες αυτές οι πολυπλοκότητες του συστήματος μπορεί να ενθαρρύνουν τη δημιουργία ενός συστήματος συστημάτων (SoSs – aSystemofSystems), το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει μεγάλης κλίμακας ταυτόχρονα και συμβαλλόμενα υποσυστήματα. Με άλλα λόγια, κάθε SoS μπορεί να είναι μια ομάδα προσανατολισμένων εργασιών ή υποσυστημάτων, που συγκεντρώνοντας τους πόρους και τις ικανότητές τους, να αποκτήσουν ένα πιο συγκεκριμένο στόχο, με την προοπτική μιας ολοκληρωμένης στερεάς διαχείρισης αποβλήτων. Το επιλεγμένο σύστημα εργαλείων αξιολόγησης, για την υποστήριξη των αναπτυγμένων σεναρίων - υποθέσεων, είναι οι κινητήριες δυνάμεις που μπορούν να εμπλουτίσουν το SoS και να ενδυναμώσουν την ανάλυση συστημάτων, όταν ασχολούνται με σύγχρονες και αναδυόμενες προκλήσεις. Αυτές οι προκλήσεις είναι -αλλά δεν περιορίζονται μόνον εκεί- η αλλαγή του κλίματος, η εξάντληση των πόρων και η ενεργειακή κρίση, καθώς αυτές είναι οι μακροπρόθεσμες πτυχές που αντιμετωπίζουν οι κοινότητες διαχείρισης απορριμμάτων. Τα συστήματα μηχανικών μοντέλων σε συνδυασμό με τα συστήματα εργαλείων αξιολόγησης μπορεί να είναι σε θέση να συμβάλουν σε μια θεμελιώδη κατανόηση των περιβαλλοντικών, τεχνικών, οικονομικών και κοινωνικών πτυχών των συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων, για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων. Το να ποσοτικοποιηθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κάθε εναλλακτικής λύσης σε επίπεδο ΕΕ ή και εθνικό επίπεδο ίσως να μην είναι αρκετό, ωστόσο μια πράσινη οικονομική πολιτική μπορεί να είναι ένα πρόσθετο εργαλείο για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων σε διαφορετικές κλίμακες.

Με την αύξηση της συμμετοχής των ενδιαφερομένων, οι ροές πληροφοριών μέσα και έξω από τα SWM συστήματα αυξάνουν την πολυπλοκότητα. Επιπλέον, η απουσία στοιχείων και πληροφοριών από την άποψη τόσο της ποσότητας όσο και της ποιότητας, μπορεί να κάνει τέτοιου είδους αναλύσεις συστημάτων αρκετά δύσκολες να προωθηθούν. Έτσι, η ανάγκη για την αποτελεσματική και αποδοτική συλλογή των δεδομένων μέσα από τις διάφορες αναγνωρίσιμες πηγές δεδομένων, την πεπατημένη οδό και τους εμπλεκόμενους φορείς, μπορεί να δικαιολογηθεί, με σεβασμό στη σχετική πολυπλοκότητα, μέσω της ανάπτυξης των MISs, ESs και DSSs (συστημα διαχείρισης πληροφοριών, συστημα ειδικών και συστημα βοήθειας στη λήψη αποφάσεων αντίστοιχα). Μπορεί, ακόμα, να επιβεβαιωθεί ανάγκη για ένα Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας (QAS – QualityAssuranceSystem) που θα διασφαλίζει την ποιότητα των δεδομένων και των πληροφοριών. Οι εν λόγω ηλεκτρονικές πλατφόρμες

(Π.χ., MIS, ES, και DSS.), θα ήταν χρήσιμο να στηρίζουν τις αποφάσεις και να διευκολύνουν έτσι την έρευνα για να αποκτηθεί βαθύτερη γνώση στη διαχείριση των αστικών απορριμμάτων. Μόνο με αυτόν τον τρόπο θα καταστεί δυνατό να επιτευχθεί το τέλος της κρίσης των σκουπιδιών και να δημιουργηθεί μια πιο βιώσιμη διαχείριση αποβλήτων, υποστηρίζοντας πάντοτε την ανακύκλωση, την κατάλληλη επεξεργασία και διάθεση.

5.1.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑ

Η στρατηγική αειφόρου ανάπτυξης (SDS) είναι μια στρατηγική με βάση την πρόληψη και οι ευρωπαϊκές οδηγίες την έχουν ασπαστεί σε κάποιο βαθμό. Ωστόσο, τα προγράμματα πρόληψης για τα απόβλητα σε επίπεδο ΕΕ πρέπει να έχουν σημαντικό ρόλο στην ανάλυση του συστήματος επειδή μπορεί να συμβούν διαφορές αποτυχίες σχετικές με περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές πτυχές. Αυτά τα σχέδια πρόληψης για τα απόβλητα σε συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων έχουν γενικά πολλαπλών - στόχων, διαδραστικά, δυναμικά, και βέβαια χαρακτηριστικά που περιπλέκουν τις εφαρμογές των μοντέλων και τις τεχνικές αξιολόγησης. Η εφαρμογή του EPR (δηλαδή της διευρυμένης ευθύνης παραγωγού), όπως είναι το GreenDot (πράσινη τελεία) σύστημα, πρέπει να επεκταθεί, ως αναπόσπαστο μέρος των σύγχρονων συστημάτων SWM, δεδομένου ότι μπορεί να προσφέρει πιθανή μεγιστοποίηση της αξιοποίησης των πόρων και επιβεβαίωση της βιωσιμότητας (αειφορία). Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος θα απαιτούνταν, η πραγματοποίηση ειδικών αναλύσεων για το χώρο και την διαδικασία, που μπορεί να γίνει με τις CBA, MFA, LCA, EIA κλπ. Με αυτές τις ειδικές αναλύσεις για το χώρο και την διαδικασία ως είσοδο στο σύστημα, τα επόμενης γενιάς συστήματα μηχανικών μοντέλων θα είναι σε θέση να αποτυπώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μέσω μιας πιο ολοκληρωμένης προσέγγισης. Θα δημιουργούνταν έτσι περισσότερες επιλογές για τις τεχνολογίες επεξεργασίας των αποβλήτων σε επίπεδο σχεδιασμού, κατασκευής, και επιχειρησιακών σταδίων, και ταυτόχρονα περισσότερα μέσα διαχείρισης και πολιτικής για την προώθηση της πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων, την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση.

Για την επίτευξη αυτών των υψηλών αναλύσεων, τα συστήματα μηχανικών μοντέλων μπορεί να είναι ταυτόχρονα και ευέλικτα ενσωματωμένα με συστήματα εργαλείων αξιολόγησης, στο πλαίσιο των ενοποιημένων συστημάτων μοντέλων (IMS) ή μπορεί να είναι διαδοχικά εφαρμόσιμα σε πολλαπλά στάδια, έτσι ώστε τα αποτελέσματα από το ένα μοντέλο ή το εργαλείο να είναι οι είσοδος για το επόμενο. Δεδομένου ότι η νέα οδηγία για τα απορριμματα ορίζει τη συμμετοχή του κοινού για την εκτίμηση και αξιολόγηση των σχεδίων διαχείρισης αποβλήτων και των προγραμμάτων πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων μέσω της στρατηγικής περιβαλλοντικής αξιολόγησης (SEA), η διεξαγωγή αυτών των ποσοτικών αναλύσεων θα πρέπει να περιλαμβάνει περισσότερα ενδιαφερόμενα μέρη (ιθύνοντες) στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Με αυτή την τάση, τα μελλοντικά CBA, LCA, MFA,

ΕΙΑ και SEA θα μπορούσαν να είναι υποχρεωτικά μοντέλα και εργαλεία σε ειδικές καταστάσεις. Σε πολλές περιπτώσεις, οραματιζόμαστε ότι LCA (ανάλυση κύκλου ζωής) θα πρέπει να σχεδιαστεί με βάση το πλαίσιο της MFA (ανάλυση ροής υλικών), δεδομένου ότι αξιολογεί μια διαδικασία και όχι ένα προϊόν. Έκτος αυτού, ένα σύστημα διαχείρισης πληροφοριών (MIS) θα ήταν ουσιώδες να διαχειρίζεται ροές πληροφοριών από διαφορετικές πηγές, να υποστηρίζει μεγάλης κλίμακας αναλύσεις συστημάτων και να αξιολογεί όχι μόνο βάση των τεχνολογικών επιλογών αλλά και βάση της αγοράς.

5.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διαχείριση των ΑΣΑ θεωρείται ως μια πολύ σημαντική διαδικασία λήψης αποφάσεων σε όλες τις τοπικές κοινότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχοντας βέβαια σε προτεραιότητα την αειφόρο ανάπτυξη. Λόγω της έλλειψης του κατάλληλου συστήματος ανάλυσης για τον καθορισμό, την αξιολόγηση και τη βελτιστοποίηση των διαφορών μεθόδων αλλά και της δυνατότητας προσαρμογής των στρατηγικών αντιμετώπισης των αποβλήτων με σκοπό την πλήρωση των στόχων που θέτει η ΕΕ για τα κράτη, αυτό το έγγραφο εκθέτει όλες τις πιθανές τάσεις και αξιολογεί την παρούσα κατάσταση των SWM συστημάτων στις χώρες της ΕΕ από την άποψη των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων, των πολιτικών που εφαρμόζονται και τη δυνατότητας λήψης αποφάσεων. Έτσι, παρατηρήθηκε ότι ενώ οι νότιες χώρες της ΕΕ (π.χ. Πορτογαλία, Ελλάδα, Ισπανία), απαιτούν την ανάπτυξη μέτρων για την εφαρμογή πιο ολοκληρωμένων SWM συστημάτων με σκοπό την επίτευξη των στόχων που θέτουν οι οδηγίες της ΕΕ, οι Κεντρική Ευρωπαϊκές χώρες (π.χ. Γερμανία, Αυστρία, Ολλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία) και ορισμένες βόρειες χώρες (π.χ. Νορβηγία) χρειάζονται τα κατάλληλα πρότυπα - μοντέλα και εργαλεία με στόχο τον εξορθολογισμό των τεχνολογικών τους επιλογών και των στρατηγικών διαχείρισης.

Με μια λεπτομερή επισκόπηση της βιβλιογραφίας και κατόπιν την εκπονήσεως έρευνας σχετικά με το πώς οι τεχνικές ανάλυσης του συστήματος αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν σε αυτές τις χώρες της ΕΕ, μερικοί μελλοντικοί πόλοι (σημεία αξία αναφοράς) παρουσιάστηκαν στην έρευνα. Επίσης, οργανώθηκαν και κατεγράφησαν για δημόσια και ιδιωτική χρήση, ώστε να επιτευχθεί ευκολότερα ο στόχος της αειφορίας. Αυτά τα λίγα σημεία που απαιτούνται για τη μελλοντική ανάπτυξη μπορεί να είναι τα εξής:

- Εμβάθυνση της διάρθρωσης και της δομής των συστημάτων μηχανικών μοντέλων στο πλαίσιο του IMS (σύστημα ενοποιημένων μοντέλων) που να διαθέτουν περισσότερα πολύπλευρα χαρακτηριστικά, καλύπτοντας οικονομικές, περιβαλλοντικές, κοινωνικές, οικολογικές, πολιτική, πολιτιστικές, και διαχειριστικές πτυχές για την αξιολόγηση της αειφορίας και των τωρινών και μελλοντικών συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων (SWM)

- Παροχή κατάλληλων εργαλείων για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας σε οικονομικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικά, οικολογικά, πολιτικά, πολιτιστικά, και διαχειριστικά θέματα για SWM συστήματα.
- Ανάπτυξη μεγάλης κλίμακας τεχνικών ανάλυσης του συστήματος, προκειμένου να συνδυαστούν τα εργαλεία αξιολόγησης του συστήματος, όπως EIA, LCA, MFA με συστήματα μηχανικών μοντέλων όπως τα μοντέλα βελτιστοποίησης στο πλαίσιο μιας περισσότερο πράσινης (περιβαλλοντικής) οικονομικής πολιτικής, για την εκτίμηση των επιπτώσεων της θέρμανσης του πλανήτη, την αξιολόγηση της εξοικονόμησης ενέργειας, και των πρακτικών διατήρησης των πόρων (πχ. μέσω της ανακύκλωσης), έτσι ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι της αειφόρου διαχείρισης των αποβλήτων.
- Έρευνα για τις ποσότητες εκπομπής άνθρακα και κατανάλωσης νερού σε όλες εναλλακτικές μεθόδους διαχείρισης αποβλήτων, με σκοπό την υποστήριξη της περίπλοκης διαδικασίας λήψης αποφάσεων και της πολιτικής αναλύσεων στο πλαίσιο της παγκόσμιας αλλαγών και των επιπτώσεών τους.
- Βελτίωση της τρέχουσας διαχείρισης πληροφοριών για τα απόβλητα, όπως τα MIS (συστήμα διαχείρισης πληροφοριών), DSS (συστήμα ενίσχυσης της λήψης απόφασης) και ES (συστήμα ειδικών) για την εκπλήρωση των στόχων της περιβαλλοντικής διαχείρισης και των απαιτήσεων ενίσχυσης των βάσεων δεδομένων για την ΕΕ, σε συνδυασμό με διαδικτυακές εφαρμογές υποδομών.
- Διεξαγωγή πιο συνεκτικών αναλύσεων κόστους-οφέλους (CBA) για την υποστήριξη και τη διατήρηση των πόρων, με τη βοήθεια συστημάτων όπως το συστήμα GreenDot ή αυτό της κατάθεσης-επιστροφής της εγγύησης και άλλα συστήματα συσκευασίας που προτείνονται από τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες καθώς και ενσωμάτωση πιο προηγμένων αξιολογήσεων όσον αφορά την οικονομική, περιβαλλοντική ή κοινωνική συμπεριφορά των εν λόγω συστημάτων, με τη βοήθεια ορισμένων εργαλείων για την αξιολόγηση τους, όπως LCA (ανάλυση κύκλου ζωής) MFA (ανάλυση ροής υλικών)
- Ανάπτυξη όλων των προτάσεων που περιγράφηκαν παραπάνω σε διάφορα χωρικά και χρονικά επίπεδα και κλίμακες.

Με την πλήρωση αυτών των προσπαθειών, θεωρείται ότι οι τάσεις των σύγχρονων συστημάτων διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων (SWM) και οι προοπτικές των μελλοντικών SWM, σε συνεργασία με τις πιθανές εφαρμογές ενσωμάτωσης διαφορετικών συστημάτων μηχανικών μοντέλων με συστήματα εργαλείων αξιολόγησης, θα οδηγήσει σε βελτιωμένες ιδέες και πρακτικές που με την σειρά τους θα δημιουργήσουν καλύτερες πολιτικές και στρατηγικές διαχείρισης απαραίτητες για το μέλλον.

Βιβλιογραφία

- AEA Technology, 1998. Computer-based Models in Integrated Environmental Assessment. Technical report 14. European Environmental Agency.
- Abeliotis, K., Karaiskou, K., Togia, A., Lasardi, K., 2009. Decision support systems in solid waste management: a case study at the national and local level in Greece. *Global NEST* 11 (2), 117e126.
- Allgaier, G., Stegmann, R., 2003. Development of a new risk assessment model for small old landfills. In: *Proceedings of the Ninth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia* (on CD Rom).
- Andersen, F.M., Fenhann, J., Larsen, H., Schleisner, L., 1998. A Scenario Model for Generation of Waste. Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark.
- Anderson, L., 1968. A Mathematical Model for the Optimization of a Waste Management System. SERL Report. Sanitary Engineering Research Laboratory, University of California at Berkeley.
- Anderson, L.E., Nigam, A.K., 1967. A Mathematical Model for the Optimization of a Waste Management System. ORC 67-25. Operations Research Center, University of California at Berkeley.
- Anex, R., Lawver, R., Lund, J., Tchobanoglous, G., 1996. GIGO: spreadsheet-based simulation for MSW systems. *Journal of Environmental Engineering* 122 (4), 259-262.
- Angst, G., Slark, W., Hutterer, H., Pilz, H., Hutterer, H., 2001. *Kosten - Nutzen - Analyse Verpackungsverwertung*. (Costbenefit Analysis of Packaging). Umweltbundesamt GmbH, Wien, Austria.
- Arbter, K., 2001. *Wissenschaftliche Begleitstudie zur Strategischen Umweltprüfung zum Wiener Abfallwirtschaftsplan* (Report on SEA Vienna Waste Management Plan). Final report. BMLFUW, Vienna.
- APA (Agência Portuguesa do Ambiente), 2008. SIRAPA - Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente. <http://sirapa.apambiente.pt/GuiaUtilizacaoSirapa.pdf>.
- Arnold, O., Terra, S., 2006. Consentement local a payer et localisation d'un incinerateur. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.
- Aumônier, S., 2002. Identifying the best practicable environmental option assessment: application of LCA and other decision-aiding tools. In: *Proceedings of a Workshop on Systems Studies of Integrated Solid Waste Management* Stockholm.
- Bach, H., Mild, A., Natter, M., Weber, A., 2004. Combining socio-demographic and logistic factors to explain the generation and collection of waste paper. *Resources, Conservation and Recycling* 41 (1), 65-73.
- Badino, V., Blengini, G.A., Fantoni, M., Fischetti, M., 2007. Integrated MSW management in the Asti district (Piedmont): application of LCA to energetic and environmental issues. In:

Proceedings of the Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom).

Baetz, B., 1990. Optimization/simulation modeling for waste management capacity planning. *Journal of Urban Planning and Development* 116 (2), 59-79.

Barker, A., Wood, C., 1999. An evaluation of EIA system performance in eight EU countries. *Environmental Impact Assessment Review* 19 (4), 387-404.

Barlishen, K., Baetz, B., 1996. Development of a decision support system for municipal solid waste management systems planning. *Waste Management and Research* 14 (1), 71-86.

Baumann, H., Ekvall, T., Eriksson, E., Kullman, M., Rydberg, T., Ryding, S.-O., Steen, B., Svensson, G., 1993. Miljömassiga skillnader mellan återvinning/återanvändning och förbränning/deponering. (Environmental Differences between Recycling/ reuse and Incineration/landfill) FoU No 79, Stiftelsen Reforsk, Malmö, Sweden.

Becker, C., Hegemann, M., Morstadt, S., Striegel, K.-H., 2007. Automatic reporting based on a central data base in north Rhine-Westphalia/Germany - first step: the digital waste disposal atlas. In: Proceedings of the Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom).

Beigl, P., Lebersorger, S., 2009. Forecasting municipal solid waste generation for urban and rural regions. In: Proceedings of the Twelfth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom).

Beigl, P., Salhofer, S., 2004. Comparison of ecological effects and costs of communal waste management systems. *Resources, Conservation and Recycling* 41 (2), 83-102.

Beigl, P., Gamarra, P., Linzner, R., 2005. Waste forecasts without 'rule of thumb': improving decision support for waste generation estimations. In: Proceedings of the Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom).

Belfiore, F., Toma, A., D'Aprile, L., Marella, G., Musmeci, L., Beccaloni, E., 2005. A national framework for risk assessment of landfills. In: Proceedings of the Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom).

Belgiorno, V., de Feo, G., della Rocca, C., Napoli, R., 2003. Risk assessment of solid waste landfill. In: Proceedings of the Ninth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom).

Bergsdal, H., Stromman, A., Hertwich, E., 2005. Environmental assessment of two waste incineration strategies for Central Norway. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 10 (4), 263-272.

Bhargava, H., Tettelbach, C., 1997. A web-based decision support system for waste disposal and recycling. *Computers, Environment and Urban Systems* 21 (1), 47-65.

Björklund, A., Finnveden, G., 2007. Life cycle assessment of a national policy proposal e the case of a Swedish waste incineration tax. *Waste Management* 27 (8), 1046-1058.

Björklund, A., Dalemo, M., Sonesson, U., 1999. Evaluating a municipal waste management plan using ORWARE. *Journal of Cleaner Production* 7 (4), 271-280.

Björklund, A., Bjuggren, C., Dalemo, M., Sonesson, U., 2000. Planning biodegradable waste management in Stockholm. *Journal of Industrial Ecology* 3 (4), 43-58.

Boerboom, A., Foppen, E., van Leeuwen, O., 2003. Risk assessment methodology for after-care of landfills based on the probabilistic approach. In: *Proceedings of the Ninth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Boldrin, A., Christensen, T., 2007. Environmental assessment of garden waste management in the city of Herning (Denmark) by means of LCA-modelling (EASEWASTE). In: *Proceedings of the Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Bolze, B., 2004. Waste management LCA in France. What has been done and what is left to do. In: *Proceedings of the Integrated Waste Management & Life Cycle Assessment Workshop and Conference. European Commission - DG Joint Research Centre, Prague, Czech Republic*.

Bour, O., Zdanevitch, I., 2007. Risk assessment and comparison of short-term and long-term emissions for different treatment and disposal phases of MSW. In: *Proceedings of the, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Bovea, M.D., Powell, J.C., 2006. Alternative scenarios to meet the demands of sustainable waste management. *Journal of Environmental Management* 79 (2), 115-132.

Bovea, M.D., Powell, J.C., Gallardo, A., Capuz-Rizo, S.F., 2007. The role played by environmental factors in the integration of a transfer station in a municipal solid waste management system. *Waste Management* 27 (4), 545-553.

Brahms, E., Schwitters, H., 1985. *Hausmüllaufkommen und Sekundärstatistik. (Household Waste Generation and Secondary Statistics)*. UBA-FB 84-097, Report No. 103 03 507. Erich Schmidt Verlag, Berlin, Germany.

Brunner, P.H., Rechberger, H., 2003. *Practical Handbook of Material Flow Analysis*. CRC Press, Florida, USA.

Bruvoll, A., 1998. *The Costs of Alternative Policies for Paper and Plastic Waste*. Statistical Central Office (Statistisk sentralbyrå), Oslo.

Buclet, N., 2002. *Municipal Waste Management in Europe e European Policy between Harmonisation and Subsidiarity*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

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 (8), 1059-1070.

CIWM (Chartered Institution of Wastes Management), 2003. Welcome to the WasteDataFlow Website. <http://www.wastedataflow.org/home.aspx>.

Cangialosi, F., Intini, G.L., Notarnicola, M., Stellacci, P., 2008. Health risk assessment of air emissions from a municipal solid waste incineration plant - a case study. *Waste Management* 28 (5), 885-895.

Capuzzo, L., Farina, D., 2003. Application of risk analysis to old landfills sited in low permeability areas in the Marche region, Italy. In: *Proceedings of the Ninth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Chang, N.-B., Pires, A., Martinho, G. Empowering systems analysis for solid waste management: trends and perspectives. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, in press.

Chanchampee, P., Rotter, S., 2007. Material flow analysis as a decision support tool for waste management in growing economies. In: *Proceedings of the Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Chang, N.-B., Davila, E., 2007. Minimax regret optimization analysis for a regional solid waste management system. *Waste Management* 27 (8), 820-832.

Chang, N.-B., Schuler, R.E., 1991. Optimal pricing of the sanitary landfill use over time. *Journal of Resource Management and Technology* 19 (1), 14-24.

Chang, N.-B., Wang, S.-F., 1996. The development of an environmental decision support system for municipal solid waste management. *Computers, Environment and Urban Systems* 20 (3), 201-212.

Chang, N.-B., Wang, S.-F., 1997. A fuzzy goal programming approach for the optimal planning of metropolitan solid waste management systems. *European Journal of Operational Research* 99 (2), 303-321.

Chang, N.-B., Pan, Y., Huang, S., 1993. Time series forecasting of solid waste generation. *Journal of Resource Management and Technology* 21 (1), 1e10.

Chang, N.-B., Yang, Y., Wang, S.-F., 1996. Solid-waste management system analysis with noise control and traffic congestion limitations. *Journal of Environmental Engineering* 122 (2), 122-131.

Chang, N.-B., Chen, Y., Wang, S., 1997. A fuzzy interval multiobjective mixed integer programming approach for the optimal planning of solid waste management systems. *Fuzzy Sets and Systems* 89 (1), 35-60.

Chang, N.-B., Davila, E., Dyson, B., Brown, R., 2005. Optimal design for sustainable development of a material recovery facility in a fast-growing urban setting. *Waste Management* 25 (8), 833-846.

Chang, N.-B., Parvathinathan, G., Breeden, J., 2008. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of Environmental Management* 87 (1), 139-153.

Chang, N.-B., Chang, Y.-H., Chen, H.-W., 2009. Fair fund distribution for a municipal incinerator using GIS-based fuzzy analytic hierarchy process. *Journal of Environmental Management* 90 (1), 441-454.

Chapman, R., Yakowitz, H., 1984. Evaluating the risks of solid waste management programs: a suggested approach. *Resources and Conservation* 11 (2), 189-199.

Cherubini, F., Bargigli, S., Ulgiati, S., 2008. Life cycle assessment of urban waste management: energy performances and environmental impacts. The case of Rome, Italy. *Waste Management* 28 (12), 2552-2564.

Cheshire County Council, 2007. Strategic Environmental Assessment. Environmental report. <http://www.cheshire.gov.uk/NR/rdonlvres/3D7C04D3-A017-4F21-B507-7A67790686D7/0/FinalReportPDF.pdf>.

Christensen, T.H., Bhandar, G., Lindvall, H., Larsen, A.W., Fruergaard, T., Damgaard, A., Manfredi, S., Boldrin, A., Riber, C., Hauschild, M., 2007. Experience with the use of LCA-modelling (EASEWASTE) in waste management. *Waste Management and Research* 25 (3), 257-262.

Clayton, K., 1976. A planning model for regional solid waste management systems. Unpublished Ph.D. Dissertation, Purdue University.

Cosmi, C., Cuomo, V., Macchiato, M., Masi, S., Salvia, M., 1998. An innovative application of Markal model to the analysis of the waste management system on a regional case. In: *Proceedings from Systems Engineering Models for Waste Management - International Workshop*. Waste Research Council (AFN), Göteborg, Sweden.

Cossu, R., Pivato, A., Raga, R., 2003. Preliminary risk assessment of old landfills in Italy. In: *Proceedings of the Ninth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*. Costi, P., Minciardi, R., Robba, M., Rovatti, M., Sacile, R., 2004. An environmentally sustainable decision model for urban solid waste management. *Waste Management* 24 (3), 277-295.

Coutinho, M., Conceição, M., Borrego, C., Nunes, M., 1998. Atmospheric impact assessment and monitoring of dioxin emissions of municipal solid waste incinerators in Portugal. *Chemosphere* 37 (9e12), 2119-2126.

Dahlbo, H., Assmuth, T., 21e23 January 1997. Analysis of lead fluxes in municipal solid waste systems for identification of waste prevention and recycling potential. Part II-C. In: *Proceedings of the Conference from Paradigm to Practice of Sustainability*. ConAccount, Leiden, Netherlands.

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 and Research* 23 (4), 291-303.

Dahlbo, H., Ollikainen, M., Peltola, S., Myllymaa, T., Melanen, M., 2007. Combining ecological and economic assessment of options for newspaper waste management. *Resources, Conservation and Recycling* 51 (1), 42-63.

Dalager, S., Drabaek, I., Ottosen, L.M., Busch, N.J., 1995. Miljøøkonomi for papir- og papkredsløb. Sammenfatning. (Environmental Economics of Paper and Cardboard Circulation. Part 1: Method Description, Material Flow, and References). no. 28-31. Miljøstyrelsen (Danish EPA). <http://www2.mst.dk/udgiv/Publikationer/1995/87-7810-353-3/pdf/87-7810-353-3.PDF>.

Dalemo, M., Sonesson, U., Björklund, A., Mingarini, K., Frostell, B., Nybrant, T., Jonsson, H., Sundqvist, J.-O., Thyselius, L., 1997. ORWARE - a simulation model for organic waste handling systems. Part 1: model description. *Resources, Conservation and Recycling* 21 (1), 17-37.

Dall, O., Lassen, C., Hansen, E., 2003. Waste Indicators. Environmental Project no. 809. Danish EPA. Danish EPA (Danish Environmental Protection Agency), 1999. Waste in Denmark. Danish Environmental Protection Agency. <http://www.mem.dk/ukindex.htm>.

- Danish EPA (Danish Environmental Protection Agency), 2001. The Danish Model for Sustainable Waste Solutions. Danish Environmental Protection Agency. <http://www2.mst.dk/common/Udgivranme/Frame.asp%3F>. http://www2.mst.dk/udgiv/Publications/2001/87-7944-863-1/html/default_eng.htm.
- Danish EPA (Danish Environmental Protection Agency), 2003. Systems Analysis of Organic Waste Management in Denmark. Environmental Project No. 822. Danish EPA.
- Daskalopoulos, E., Badr, O., Probert, S., 1998. Municipal solid waste: a prediction methodology for the generation rate and composition in the European Union countries and the United States of America. *Resources, Conservation and Recycling* 24 (2), 155- 166.
- Davila, E., Chang, N.-B., Diwakaluni, S., 2005. Dynamic landfill space consumption assessment in the Lower Rio Grande Valley, South Texas by GIP-based game theory. *Journal of Environmental Management* 75 (4), 353-366.
- de Feo, G., Malvano, C., 2009. The use of LCA in selecting the best MSW management system. *Waste Management* 29 (6), 1901e1915.
- 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 (8), 1032-1045.
- Denmark Waste Exchange, 2008. Denmark Waste Exchange. Denmark Waste Exchange. <http://www.auctionwaste.net/>.
- Dennison, G.J., Dodd, V.A., Whelan, B., 1996a. A socio-economic based survey of household waste characteristics in the city of Dublin, Ireland, I. Waste composition. *Resources, Conservation and Recycling* 3 (17), 227-244.
- Dennison, G.J., Dodd, V.A., Whelan, B., 1996b. A socio-economic based survey of household waste characteristics in the city of Dublin, Ireland, II. Waste quantities. *Resources, Conservation and Recycling* 3 (17), 245-257.
- Desmond, M., 2009. Identification and development of waste management alternatives for Strategic Environmental Assessment (SEA). *Environmental Impact Assessment Review* 29 (1), 51-59.
- Detzel, A., Giegrich, J., Weber, H., Christiani, J., 2003. Eco-efficiency in integrated waste management systems environmental and economical assessment of packaging recycling. In: *Proceedings of the Ninth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.
- Diaz, R., Warith, M., 2006. Life-cycle assessment of municipal solid wastes: development of the WASTED model. *Waste Management* 26 (8), 886-901.
- Döberl, G., Huber, R., Brunner, P.H., Eder, M., Pierrard, R., Schönback, W., Frühwirth, W., Hutterer, H., 2002. Long-term assessment of waste management options e a new, integrated and goal-oriented approach. *Waste Management and Research* 20 (4), 311-327.
- Dornburg, V., Faaij, A.P.C., 2006. Optimizing waste treatment systems. Part B: analyses and scenarios for The Netherlands. *Resources, Conservation and Recycling* 48 (3), 227-248.

Βιβλιογραφία

Dubois, R., 1997. Statistical databases: the reference environment and three layers proposed by Eurostat. *Questiio* 21 (1), 233-240.

Dyson, B., Chang, N.-B., 2005. Forecasting municipal solid waste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling. *Waste Management* 25 (7), 669-679.

EEA (European Environment Agency), 1999. *Baseline Projections of Selected Waste Streams*. European Environment Agency, Copenhagen.

EEA (European Environment Agency), 2002. *Reportnet: Development of Common Tools and a Shared Information Infrastructure for the European Environmental Information System*. European Environment Agency, Copenhagen.

EEA (European Environment Agency), 2003. *Assessment of Information Related to Waste and Material Flows: a Catalogue of Methods and Tools*. European Environment Agency, Copenhagen.

EEA (European Environment Agency), 2005. *Effectiveness of Packaging Waste Management Systems in Selected Countries: An EEA Pilot Study*. European Environmental Agency, Luxembourg.

EEA (European Environmental Agency), 2007. *Recent trends in municipal waste incineration with energy recovery, 2000-2005*. EEA. <http://dataservice.eea.europa.eu/atlas/viewdata/viewpub.asp?id=2871>.

EIONET (European Environment Information and Observation Network), 2007a. *United Kingdom*. http://waste.eionet.europa.eu/facts/factsheets_waste/United%20Kingdom.

EIONET (European Environment Information and Observation Network), 2007b. *Denmark*. http://waste.eionet.europa.eu/facts/factsheets_waste/Denmark.

EIONET (European Environment Information and Observation Network), 2009. *European Environment Information and Observation Network*. <http://www.eionet.europa.eu/>.

EU (European Union), 1985. Council Directive 85/337/EEC of 27 June 1985 on the Assessment of the Effects of Certain Public and Private Projects on the Environment. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OCELEX:31985L0337:EN:HTML>.

EU (European Union), 1991. Council Directive 91/692/EEC of 23 December 1991 Standardizing and Rationalizing Reports on the Implementation of Certain Directives Relating to the Environment. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OCELEX:31991L0692:EN:HTML>.

EU (European Union), 1997. *Environmental Assessment e Case Studies on SEA*. <http://ec.europa.eu/environment/eia/sea-studies-and-reports/sea-case-studies.htm>.

EU (European Union), 2001. Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 on the Assessment of the Effects of Certain Plans and Programmes on the Environment. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:197:0030:0037:EN:PDF>.

EU (European Union), 2002. Regulation (EC) no 2150/2002 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2002 on Waste Statistics. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do%3Furi=OJ:L:2002:332:0001:0036:EN:PDF>.

EU (European Union), 2003. Directive 2003/35/EC of the European Parliament and of the Council of 26 May 2003 Providing for Public Participation in Respect of the Drawing Up of Certain Plans and Programmes Relating to the Environment and Amending with Regard to Public Participation. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do%3Furi=OJ:L:2003:156:0017:0024:EN:PDF>.

EU (European Union), 2005. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the

Committee of the Regions: Taking Sustainable Use of Resources Forward: A Thematic Strategy on the Prevention and Recycling of Waste. COM (2005) 666. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2005/com2005_0666en01.pdf.

EU (European Union), 2008. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on Waste and Repealing Certain Directives. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do%3Furi=OJ:L:2008:312:0003:0030:EN:PDF>>.

EUDIN (European Data Interchange for Waste Notification Systems), 2002. EUDIN - The Project EUDIN. <http://www.eudin.org/index.html>.

EUNOMIA, 2007. Managing Biowastes from Households in the UK: Applying Lifecycle Thinking in the Framework of Cost-benefit Analysis. WRAP. http://www.wrap.org.uk/downloads/Biowaste_CBA_Report_Appendices_May_2007_cab1d970.3823.pdf.

Ecobilan, 2004. WISARD - Waste Integrated System for Analysis of Recovery and Disposal. <http://www.ecobilan.com/wisard/index.php>.

Economie, 2008. Belgian Waste Exchange. FPS Economy, SMEs, Self-Employed and Energy. http://economie.fgov.be/enterprises/waste/home_fr.htm.

Edelmann, W., Schleiss, K., 1999. Ökologischer, energetischer und ökonomischer Vergleich von Vergärung, Kompostierung und Verbrennung fester biogener Abfallstoffe. (Ecological, Energetic and Economic Comparison of Fermentation, Composting and Incineration of Biowaste). BFE/BUWAL, Geneva.

Ekvall, T., Bäckman, P., 2001. Översiktlig samhällsekonomisk utvärdering av att använda pappersförpackningar. (Outline of Socioeconomic Evaluation of Using Paper Packaging). C iT Ekologik AB.

Ekvall, T., Bäckman, P., 2002. Assessing external and indirect costs and benefits of recycling. In: Proceedings from Workshop on System Studies of Integrated Solid Waste Management. IVL Swedish Environmental Institute, Stockholm, Sweden.

Ekvall, T., Person, L., Ryberg, A., Widheden, J., Frees, N., Nielsen, P.H., Weidema, B.P., Wesnæs, M., 1998. Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks e Main Report. Miljøprojekt no. 399. Danish EPA. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/1998/87-7909-014-1/pdf/87-7909-014-1.pdf>.

Ekvall, T., Björklund, A., Eriksson, O., Söderman, M.L., Ostblom, G., Sjöström, M., Stenmarck, Å., Sundqvist, J.O., 2009. Modelling to assess policy instruments. In: Proceedings

of the Twelfth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom).

Elshkaki, A., 2000. Modelling substance flow analysis in Simulink. Assistance to use Dynflow. MSc Thesis, CML, Leiden University.

Emery, A., Davies, A., Griffiths, A., Williams, K., 2007. Environmental and economic modelling: a case study of municipal solid waste management scenarios in Wales. *Resources, Conservation and Recycling* 49 (3), 244-263.

Eriksson, O., Frostell, B., Björklund, A., Assefa, G., Sundqvist, J.-O., Granath, J., Carlsoon, M., Baky, A., Thyselius, L., 2002. Energy recovery and material and nutrient recycling from a systems perspective. In: *Proceedings from Workshop on System Studies of Integrated Solid Waste Management*. IVL – Swedish Environmental Research Institute, Stockholm, Sweden

Eriksson, O., Reich, M., Frostell, B., Björklund, A., Assefa, G., Sundqvist, J.-O., Granath, J., Baky, A., Thyselius, L., 2005. Municipal solid waste management from a systems perspective. *Journal of Cleaner Production* 13 (3), 241-252.

Escalante, N., Kranert, M., Hafner, G., 2007. Environmental evaluation of household waste management system in southern Germany. In: *Proceedings of the Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Eurostat, 2009. Environmental Data Centres. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/about_eurostat/activities/environmental_data_centres.

Fahy, C., 2007. Improving access to information on the environment. In: *Proceedings of the Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Federico, G., Rizzo, G., Traverso, M., 2009. In itinere strategic environmental assessment of an integrated provincial waste system. *Waste Management and Research* 27 (4), 390-398.

Fehringer, R., Brunner, P., 1997. Flows of plastics and their possible reuse in Austria. In: *Proceedings of from Paradigm to Practice of Sustainability, Part II C. Con- Account*, Leiden, Netherlands.

Fell, D., Fletcher, J., 2007. Household waste and waste composition: the possible impact of future lifestyles. *Communications in Waste and Resource Management (CWRM)* 8 (2), 52-57.

Finnveden, G., Ekvall, T., 1998. Energi-eller materialåtervinning av pappersförpackningar. *Energy Recovery or Material Recycling of Paper Packaging*) Svensk Kartongåtervinning AB, Stockholm.

Finnveden, G., Person, L., Steen, B., 1994. Förpackningar i kretsloppet: Återvinning av mjölkkartong d En LCA-studie av skillnader i miljöbelastning. (Packaging in Circulation: Recycling of Cardboard for Milk d An LCA Study of the Differences in Environmental Load) Report 4301, Stockholm.

Finnveden, G., Johansson, J., Lind, P., Moberg, A., 2002. Life cycle assessment of energy from solid waste - total energy use and emissions of greenhouse gases. In: *Proceedings from Workshop on System Studies of Integrated Solid Waste Management*. IVL Swedish Environmental Research Institute, Stockholm, Sweden.

Fiorucci, P., Minciardi, R., Robba, M., Sacile, R., 2003. Solid waste management in urban areas. Development and application of a decision support system. *Resources, Conservation and Recycling* 37 (4), 301-328.

Frakgou, M.C., Vicent, T., Gabarrell, X., 2009. A general methodology for calculating the MSW management self-sufficiency indicator: application to the wider Barcelona area. *Resources, Conservation and Recycling* 54 (6), 390-399.

Franklin Associates, 1999. Characterization of Municipal Waste in the United States: 1998 Update. EPA530-R-99-021. US Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA. <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/pubs/98charac.pdf>.

Frees, N., Weidema, B.P., 1998. Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks. Miljøproject no 406. Danish EPA. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/1998/87-7909-027-3/pdf/87-7909-027-3.pdf>.

Frees, N., Ryberg, A., Ekvall, T., 1998. Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks e Steel Cans. Miljøproject no 403. Danish EPA. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/1998/87-7909-024-9/pdf/87-7909-024-9.pdf>.

Frees, N., Hansen, M.S., Ottosen, L.M., Tønning, K., Wenzel, H., 2004. Opdatering af vidensgrundlaget for de miljømæssige forhold ved genanvendelse af papir og pap. (Update of the Knowledge Basis on the Environmental Impact of Paper and Cardboard Recycling). Danish Environmental Protection Agency.

Fuertes, L., Hudson, J., Mark, D., 1974. Solid waste management: equity trade-off models. *Journal of Urban Planning and Development* 100 (2), 155-171.

GS1, 2008. Efficient Processes in Waste Management e Preparing Europe for Global Markets. http://ec.europa.eu/environment/seis/pdf/3b-GS1-Piller-SEIS_TF-Prague.pdf.

Gallo, M., Cattaneo, del Borghi, A., 2009. Life cycle assessment (LCA) as decision supporting tool for waste management: analysis of Italian case studies. In: *Proceedings of the Twelfth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Gay, A.E., Beam, T.G., Mar, B.W., 1993. Cost-effective solid-waste characterization methodology. *Journal of Environmental Engineering* 119 (4), 631-644.

Gentil, E., Hall, D., Thomas, B., Shiels, S., Collins, M., 2005. LCA tool in waste management: new features and functionalities. In: *Proceedings of the Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Gottinger, H., 1988. A computational model for solid waste management with application. *European Journal of Operational Research* 35 (3), 350-364.

Grossman, D., Hudson, J., Marks, D., 1974. Waste generation methods for solid waste collection. *Journal of Environmental Engineering* 100 (6), 1219-1230.

Grosso, M., Rigamonti, L., Sunseri, M.C., Dainese, C., Figundio, F., Viganò, F., Bianchini, A., Pellegrini, M., 2008. Optimal strategies for the recovery of material and energy from MSW. In: *Proceedings of the Second International Symposium on Energy from Biomass and Waste Venice (on CD Rom)*.

- 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 (1), 32-48.
- Haastруп, P., Maniezzo, V., Mattarelli, M., Rinaldi, F., Mendes, I., Paruccini, M., 1998. A decision support system for urban waste management. *European Journal of Operational Research* 109 (2), 330-341.
- Hanley, N., Slark, R., 1994. Costebenefit analysis of paper recycling: a case study and some general principles. *Journal of Environmental Planning and Management* 37 (2), 189-197.
- Harrop, D., Pollard, S., 1998. Quantitative risk assessment for incineration: is it appropriate for the UK? *Water and Environmental Management* 12 (1), 48-53.
- Heilmann, A., Winkler, J., 2005. Influence of the source separation efficiency of recyclable materials on the environmental performance of municipal waste management systems. In: *Proceedings of the Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia* (on CD Rom).
- Hekkert, M.P., Joosten, L.A.J., Worrell, E., 2000. Analysis of the paper and wood flow in the Netherlands. *Resources, Conservation and Recycling* 30 (1), 29-48.
- Helms, B., Clark, R., 1974. Locational models for solid waste management. *Journal of Urban Planning and Development* 97 (1), 1-13.
- Hischier, R., Wager, P., Gaughhofer, J., 2005. Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective? The environmental impacts of the Swiss takeback and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE). *Environmental Impact Assessment Review* 25 (5), 525-539.
- Hockett, D., Lober, D., Pilgrim, K., 1995. Determinants of per capita municipal solid waste generation in the Southeastern United States. *Journal of Environmental Management* 45 (3), 205-217.
- Hokkanen, J., Salminen, P., 1997. Choosing a solid waste management system using multicriteria decision analysis. *European Journal of Operational Research* 98 (1), 19-36.
- Holmquist, J., 1999. Materialåtervinning eller energiutvinning av returkartong? D Fallstudie för Gothenburg. (Material Recycling or Energy Gothenburg). Dept. Environmental Sciences, Goteborg.
- Huang, G., Sae-Lim, N., Liu, L., Chen, Z., 2001. An interval-parameter fuzzy-stochastic programming approach for municipal solid waste management and planning. *Environmental Modeling and Assessment* 6 (4), 271-283.
- Huang, Y., Baetz, B., Huang, G., Liu, L., 2002. Violation analysis for solid waste management systems: an interval fuzzy programming approach. *Journal of Environmental Management* 65 (4), 431-446.
- Huhtala, A., 1997. A post-consumer waste management model for determining optimal levels of recycling and landfilling. *Environmental and Resource Economics* 10 (3), 301-314.
- Huijbregts, M.A.J., 2000. Priority Assessment of Toxic Substances in the Frame of LCA. Institute of Biodiversity Dynamics, University of Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands.

Huppes, G., de Koning, A., Suh, S., Heijungs, R., van Oers, L., Nielsen, P., Guinee, J.B., 2006. Environmental impacts of consumption in the European Union: highresolution inpu te output tables with detailed environmental extensions. *Journal of Industrial Ecology* 10 (3), 129-146.

IFU (Institute for Environmental Informatics Hamburg), 2006. Umberto e Know the Flow. <http://www.umberto.de/en/>. IHK Recyclingborse, 2008. IHK Recyclingborse. <http://www.ihk-recyclingboerse.de/>. ISO 14025, 2006. Environmental Labels and Declarations. Type III Environmental Declarations e Principles and Procedures. International Organisation for Standardisation. ISO 14040, 2006. Environmental Management: Life Cycle Assessment. Principles and Framework. International Organisation for Standardisation.

IWEN, 2008. Italian Recycle Exchange Network. <http://www.riciciloscambio.net/>. Ibenholt, K., Lindhjem, H., 2003. Costs and benefits of recycling liquid board containers. *Journal of Consumer Policy* 26 (3), 301-325.

International Synergies Limited, 2007. NISP - National Industrial Symbiosis Programme. <http://www.nisp.org.uk/>. Jahre, M., 1998. The logistics costs of collecting recyclable household waste - modelling systems for cost consequence analysis. In: *Proceedings from the Systems Engineering Models for Waste Management - International Workshop*. Waste Research Council (AFN), Goteborg, Sweden.

Jansen, B., Gerlo, J., 2006. Worldwide Environmental Impacts of Consumption and Production in Flanders: Feasibility of an Environmental Inpu teoutput Model for Flanders. MIRA/2006/11. Flemish Institute for Technological Research and Centre for Sustainable Development e Ghent University, Ghent, Belgium.

Jean-Gerard, W., 2008. Bourse-des-dechets. <http://www.bourse-des-dechets.fr/>.

Jenkins, A., 1979. Optimal location of facilities for recycling municipal solid waste in Southern Ontario. Unpublished Ph.D. Dissertation, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.

Joosten, L.A.J., Hekkert, M.P., Worrell, E., 2000. Assessment of the plastic flows in the Netherlands using STREAMS. *Resources, Conservation and Recycling* 30(2), 135-161.

Kahn, H., Wiener, A., 1967. *The Year 2000*. MacMillan, New York.

Kaila, J., 1987. *Mathematical Model for Strategic Evaluation of Municipal Solid Waste Management Systems*, vol. 40. Technical Research Centre of Finland, Espoo, Finland.

Kaila, J., 1998. Modelling sustainable recycling - a case study on glass recycling. In: *Proceedings from Systems Engineering Models for Waste Management - International Workshop*. Waste Research Council (AFN), Goteborg, Sweden.

Karadimas, N., Loumos, V., 2008. GIS-based modelling for the estimation of municipal solid waste generation and collection. *Waste Management and Research* 26 (4), 337-346.

Karagiannidis, A., Moussiopoulos, N., 1997. Application of ELECTRE III for the integrated management of municipal solid wastes in the Greater Athens Area. *European Journal of Operational Research* 97 (3), 439-449.

Karagiannidis, A.M., Diamandopoulos, G., Kaggelides, K., Perkoulidis, G., 2003. Simulation modelling software for integrated solid waste management at regional level. In: *Proceedings*

of the 8th International Conference in Environmental Science and Technology. Global Network for Environmental Science and Technology, Lemnos Island, Greece.

Katsamaki, A., Willems, S., Diamadopoulos, E., 1998. Time series analysis of municipal solid waste generation rates. *Journal of Environmental Engineering* 142 (2), 178-183.

Kirkeby, J., Christensen, T., Bhandar, G., Hansen, T., Birgisdottir, H., 2005. LCA modelling of MSW management system: approach and case study. In: *Proceedings of the Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Klepper, G., Michaelis, P., 1994. Economic incentives for packaging waste management: the Dual System in Germany. In: Curzio, A.Q., Prosperetti, L., Zoboli, R. (Eds.), *The Management of Municipal Solid Waste in Europe e-Economic, Technological and Environmental Perspectives*, vol. 5. Elsevier, Amsterdam, pp. 170-190.

Komilis, D., 2007. Conceptual models to optimize the haul, transfer and disposal of municipal solid waste. In: *Proceedings of the Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Krivtsov, V., Wäger, P.A., Dacombe, P., Gilgen, P.W., Heaven, S., Hilty, L.M., Banks, C.J., 2004. Analysis of energy footprints associated with recycling of glass and plastic case studies for industrial ecology. *Ecological Modelling* 174 (1-2), 175-189.

Kuhner, J., Harrington, J.J., 1975. Mathematical models for developing regional solid waste management policies. *Engineering Optimization* 1 (4), 237-256.

Lahdelma, R., Salminen, P., Hokkanen, J., 2002. Locating a waste treatment facility by using stochastic multicriteria acceptability analysis with ordinal criteria. *European Journal of Operational Research* 142 (2), 345e-356.

Lang, D., Binder, C., Stauffacher, M., Ziegler, C., Schleiss, K., Scholz, R., 2006a. Material and money flows as a means for industry analysis of recycling schemes: a case study of regional bio-waste management. *Resources, Conservation and Recycling* 49 (2), 159-190.

Lang, D.J., Binder, C.R., Scholz, R.W., Schleiss, K., Stäubli, B., 2006b. Impact factors and regulatory mechanisms for material flow management: integrating stakeholder and scientific perspectives. The case of bio-waste delivery. *Resources, Conservation and Recycling* 47 (2), 101-132.

Lawver, R., Lund, J., Tchobanoglous, G., 1990. GIGO - A solid waste management model for municipalities. In: *Proceedings of the Sixth International Conference on Solid Waste Management and Technology*, p. 8. Philadelphia, Pennsylvania, USA, Paper no. 15.

Le Bozec, A., Robin, D., Mollaret, M.-E., 2009. Biodegradable waste: economic assessment of collection-biological treatment options. In: *Proceedings of the Twelfth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Lebersorger, S., Schneider, F., Hauer, W., 2003. Waste generation in households - models in theory and practical experience from a case study of multifamily dwellings in Vienna. In: *Proceedings of the Ninth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Li, Y.P., Huang, G.H., 2006a. An inexact two-stage mixed integer linear programming method for solid waste management in the City of Regina. *Journal of Environmental Management* 81 (3), 188-209.

Li, Y.P., Huang, G.H., 2006b. Minimax regret analysis for municipal solid waste management: an interval-stochastic programming approach. *Journal of the Air & Waste Management Association* 56 (7), 931-944.

Li, Y.P., Huang, G.H., 2009a. Dynamic analysis for solid waste management systems: an inexact multistage integer programming approach. *Journal of the Air & Waste Management Association* 59 (3), 279-292.

Li, Y.P., Huang, G.H., 2009b. Interval-parameter robust optimization for environmental management under uncertainty. *Canadian Journal of Civil Engineering* 36 (4), 592-606.

Li, Y.P., Huang, G.H., Nie, S.L., Huang, Y., 2006. IFTSIP: interval fuzzy two-stage stochastic mixed-integer linear programming: a case study for environmental management and planning. *Civil Engineering and Environmental Systems* 23 (2), 73-99.

Li, Y.P., Huang, G.H., Nie, S.L., Qin, X.S., 2007. ITCLP: an inexact two-stage chance constrained program for planning waste management systems. *Resources, Conservation and Recycling* 49 (3), 284-307.

Li, Y.P., Huang, G.H., Nie, X.H., Nie, S.L., 2008a. A two-stage fuzzy robust integer programming approach for capacity planning of environmental management systems. *European Journal of Operational Research* 189 (2), 399-420.

Li, Y.P., Huang, G.H., Yang, Z., Nie, S.L., 2008b. An integrated two-stage optimization model for the development of long-term waste-management strategies. *Science of the Total Environment* 392 (2e3), 175-186.

Li, Y.P., Huang, G.H., Yang, Z.F., Chen, X., 2009. Inexact fuzzy-stochastic constraint softened programming: a case study for waste management. *Waste Management* 29 (7), 2165-2177.

Ljunggren, M., 1998. The MWS model - a systems engineering approach to national solid waste management. In: *Proceedings of the Systems Engineering Models for Waste Management - International Workshop*. Waste Research Council (AFN), Goteborg, Sweden.

Ljunggren, M., 2000. Modelling national solid waste management. *Waste Management and Research* 18 (6), 525-537.

Loeschau, M., Rotter, S., 2005. Input-output analysis for modelling of complex networks of waste treatment processes. In: *Proceedings of the Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen), 2006. Waste Information Systems and Waste Management Web Application. <http://www.lanuv.nrw.de/englisch/abfall/bewertung/abandaenglisch.htm>.

MCCK and Consultancy, 1998. *Waste Management, a Strategy for Dublin*. Local Authorities, Dublin.

MacDonald, M., 1996. A multi-attribute spatial decision support system for solid waste planning. *Computers, Environment and Urban Systems* 20 (1), 1-17.

Marks, D., Liebman, J., 1971. Location models: solidwaste collection example. *Journal of the Urban Planning and Development Division* 97 (1), 15-30.

Marks, D.H., ReVelle, C.S., Liebman, J.C., 1970. Mathematical models of location: a review. *Journal of the Urban Planning and Development Division* 96 (1), 81-93.

Marques, M., Hogland, W., 2003. Groundwater risk assessment for different waste streams disposal: Spillepeng landfill, Sweden. In: *Proceedings of the Ninth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Masi, S., Caniani, D., Trulli, E., Perilli, G., Sdao, F., Zirpoli, P., 2007. Environmental risk assessment and prioritization of uncontrolled landfills by using GIS technology. In: *Proceedings of the Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Mastellone, M.L., Brunner, P.H., Arena, U., 2009. Scenarios of waste management for a waste emergency area e a substance flow analysis. *Journal of Industrial Ecology* 13 (5), 735-757.

Maunder, A., Howard, M., Farmelo, C., Yates, T., 2006. Modelling the impact of lifestyle changes in household waste arisings. In: *Proceedings of Waste*, pp. 295-305.

McDougall, F., White, P., Franke, M., Hindle, P., 2001. *Integrated Solid Waste Management: a Life Cycle Inventory*. Blackwell Science Ltd., Oxford.

McHenry, P., Longhurst, P., Lowe, M., Macintosh, B., Seaton, R., 2003. The development of a decision support tool for innovative waste strategy planning. In: *Proceedings of the Ninth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Melloni, R., Carlini, N., Neri, P., Pozzi, V., Bergonzoni, M., 2003. Environmental and economic analysis of mechanical biological pre-treatment of MSW: an LCA approach. In: *Proceedings of the Ninth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Minciardi, R., Paolucci, M., Robba, M., Sacile, R., 2007. Multi-objective optimization of solid waste flows: environmentally sustainable strategies for municipalities. *Waste Management* 28 (11), 2202-2212.

Ministry of the Environment Government of Japan, 2003. *Effective SEA System and Case Studies*. Ministry of the Environment Government of Japan, Tokyo.

Mitropoulos, P., Giannikos, I., Mitropoulos, I., 2009. Exact and heuristic approaches for the locational planning of an integrated solid waste management system. *Operational Research* 9 (3), 329-347.

Moberg, A., Finnveden, G., Johansson, J., Lind, P., 2002. Life cycle assessment of energy from solid waste - landfilling as a treatment method. In: *Proceedings from Workshop on System Studies of Integrated Solid Waste Management*. IVL Swedish Environmental Research Institute, Stockholm, Sweden.

Mochty, F., 2009. *Electronic Data Management e An Integrated EGovernment e Application in the Environmental Field in Austria*. <http://www.envi2009.org/presentations/S2/Mochty.pdf>.

Morra, P., Spadoni, G., Lisi, R., Maschio, G., 2005. Assessment of the human health risk using a GIS approach: the case of the Pace Valley. In: Proceedings of the Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom).

Morra, P., Lisi, R., Spadoni, G., Maschio, G., 2006. An integrated quantitative approach for the assessment of human health risk in the Pace Valley of Messina with EHHRA-GIS tool. In: Proceedings of the Biomass and Waste to Energy Symposium Venice (on CD Rom).

Morrissey, A., Browne, J., 2004. Waste management models and their application to sustainable waste management. *Waste Management* 24 (3), 297-308.

Moutavtchi, V., Stenis, J., Hogland, W., Shepeleva, A., Andersson, H., 2008. Application of the WAMED model to landfilling. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 10 (1), 62-70.

Muñoz, I., Rieradevall, J., Domènech, X., Milà, L., 2004. LCA application to integrated waste management planning in Gipuzkoa. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 9 (4), 272-280.

NLWA (North London Waste Authority), 2009. North London Joint Waste Strategy. http://www.nlwa.gov.uk/cms_images/documents/FinalStrategy.pdf.

Najm, M., El.Fadel, M., Ayoub, G., El-Taha, M., Al-Awar, F., 2002. An optimization model for regional integrated solid waste management I. Model formulation. *Waste Management and Research* 20 (1), 37-45.

Nakamura, S., 1999. An interindustry approach to analyzing economic and environmental effects of the recycling of waste. *Ecological Economics* 28 (1), 133-145.

Nakamura, S., Kondo, Y., 2002. Input-output analysis of waste management. *Journal of Industrial Ecology* 6 (1), 39-63.

Nationale Reststoffenbeurs, 1986. Nationale Reststoffenbeurs. <http://www.reststoffenbeurs.nl/>.

Navarro-Esbri, J., Diamadopoulos, E., Ginestar, D., 2002. Time series analysis and forecasting techniques for municipal solid waste management. *Resources, Conservation and Recycling* 35 (3), 201-214.

Nie, X., Huang, G., Li, Y., Liu, L., 2007. IFRP: a hybrid interval-parameter fuzzy robust programming approach for waste management planning under uncertainty. *Journal of Environmental Management* 84 (1), 1-11.

Nilsson, M., Björklund, A., Finnveden, G., Johansson, J., 2005. Testing a SEA methodology for the energy sector: a waste incineration tax proposal. *Environmental Impact Assessment Review* 25 (1), 1-32.

Obernosterer, R., Brunner, P., 1997. Construction wastes as the main source of CFC emissions.

In: Proceedings of from Paradigm to Practice of Sustainability, Part II
C. ConAccount, Leiden, Netherlands

PE International GmbH, 2006. GaBi Software Family. <http://www.gabi-software.com/>.

Pancaldi, E., Ferrari, L., Melloni, R., Neri, P., 2005. LCA analysis of possible scenarios of plastics disposal. In: Proceedings Sardinia 2005, Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom).

Patel, M., Jochem, E., Radgen, P., Worrell, E., 1998. Plastics streams in Germany – an analysis of production, consumption and waste generation. *Resources, Conservation and Recycling* 24 (3-4), 191-215.

Perkoulidis, G., Papageorgiou, A., Karagiannidis, A., Kalogirou, S., 2010. Integrated assessment of a new waste-to-energy facility in central Greece in the context of regional perspectives. *Waste Management*. doi:10.1016/j.wasman.2009.11.021.

Person, L., Ekvall, T., Weidema, B.P., 1998a. Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks e Disposal PET Bottles. Miljøprojekt no. 405. Danish EPA. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/1998/87-7909-026-5/pdf/87-7909-026-5.pdf>.

Person, L., Ekvall, T., Weidema, B.P., 1998b. Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks e Refillable PET Bottles. Miljøprojekt no. 404. Danish EPA. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/1998/87-7909-025-7/pdf/87-7909-025-7.pdf>.

Petersen, M.L., Andersen, H.T., 2002. Nyttiggørelse af returpapir d en samfundsøkonomisk analyse. (Utilisation of Recycled PaperdA Socioeconomic Analysis). Institut for Miljøvurdering (Environmental Assessment Institute), Copenhagen.

Pimenteira, C.A.P., Carpio, L.G.T., Rosa, L.P., Tolmansquim, M.T., 2005. Solid wastes integrated management in Rio de Janeiro: inpuoutput analysis. *Waste Management* 25 (5), 539-553.

Pisoni, E.B., Raccaelli, R., Dotelli, G., Botta, D., Melià, P., 2009. Accounting for transportation impacts in the environmental assessment of waste management plans. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 14 (3), 248-259.

Pladerer, C., Meissner, M., Koblmuller, M., Tappeiner, G., 2007. Strategic environmental assessment (SEA) for waste management plans - case studies in Austria. In: Proceedings Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom).

Powell, J., Craighill, A., Partfitt, J., Turner, R., 1995. The costs and benefits of recycling. In: Proceedings of the R'95 International Congress Geneva, Switzerland.

Powell, J., Craighill, A., Parfitt, J., Turner, R., 1996. A lifecycle assessment and economic valuation of recycling. *Journal of Environmental Planning and Management* 39 (1), 97-112.

Powell, J., Sherwood, N., Dempsey, M., Steele, A., 1999. Life Cycle Inventory Analysis of Alternative Waste Management Options for Bristol City Council. Summary Report. Environmental Management Research Group, University of Gloucestershire, UK. Pro-Europe, 2009. Packaging Waste Legislation in Denmark. <http://www.pro-e.org/Denmark>.

Purcell, M., Magette, W.L., 2007. Prediction of residential BMW generation according to socio-economic and household characteristics for the Dublin region. In: Proceedings Sardinia of the Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom).

Purcell, M., Magette, W.L., 2009. Prediction of household and commercial BMW generation according to socio-economic and other factors for the Dublin region. *Waste Management* 29 (4), 1237-1250.

Radetzki, M., 1999. Etervinning utan vinning. (Recycling without Gaining). ESOReport Ds 1999:66. Regeringskansliet (Government Offices of Sweden), Stockholm, Sweden.

Rao, D., 1975. A dynamic model for optimal planning of regional solid waste management. PhD Thesis, Clarkson College of Technology, Potsdam, NY.

Reich, M., 2002. Economic assessment of waste management systems - case studies using the ORWARE model. In: *Proceedings from Workshop on System Studies of Integrated Solid Waste Management*. IVL Swedish Environmental Research Institute, Stockholm, Sweden.

Reich, M., 2005. Economic assessment of municipal waste management systems e case studies using a combination of life cycle assessment (LCA) and life cycle costing (LCC). *Journal of Cleaner Production* 13 (3), 253-263.

Rigamonti, L., Grosso, M., Giugliano, M., 2009a. Life cycle assessment for optimising the level of separated collection in integrated MSW management systems. *Waste Management* 29 (2), 934-944.

Rigamonti, L., Grosso, M., Sunseri, M.C., 2009b. Influence of assumptions about selection and recycling efficiencies on the LCA of integrated waste management systems. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 14 (5), 411-419.

Rodríguez-Iglesias, J., Castrillón, L., Marañón, E., Fernández, Y., Vazquez, I., 2007. Life cycle assessment of municipal solid waste management possibilities in Asturias (Spain). In: *Proceedings of the Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on the CD Rom)*.

Rousis, K., Moustakas, K., Malamis, S., Papadopoulos, A., Loizidou, M., 2008. Multicriteria analysis for the determination of the best WEEE management scenario in Cyprus. *Waste Management* 28 (10), 1941-1954.

Rutegård, G., 1999. Konsekvensanalys i livscykelperspektiv av att använda insamlade tidningar och tidskrifter till materialåtervinning alternativt energiutvinning. (Consequential Analysis of Using Collected Newspaper and Journals for Material Recycling or Energy Recovery in a Life Cycle Perspective). Pressretur AB, Sweden.

Ryberg, A., Ekvall, T., Person, L., 1998. Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks e Aluminium Cans. Miljøproject no. 402. Danish EPA. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/1998/87-7909-023-0/pdf/87-7909-023-0.pdf>. SEA Wiki (Strategic Environmental Assessment Wiki), 2007. Waste Management Plan for Pikanmaa. [http://sea.unu.edu/wiki/index.php/Waste_management_plan_for_Pirkanmaa_\(in_German\)](http://sea.unu.edu/wiki/index.php/Waste_management_plan_for_Pirkanmaa_(in_German)).

SEPA (Scottish Environment Protection Agency), 2007b. Waste Management Options for North and South Lanarkshire Councils. http://www.sepa.org.uk/waste/waste_publications/research_and_development.aspx.

SEPA (Scottish Environment Protection Agency), 2007a. Life Cycle Assessment of Municipal Waste Management Options in Scotland Waste Summit October 2007. http://www.sepa.org.uk/waste/waste_publications/research_and_development.aspx.

Saarikoski, H., 2000. Environmental impact assessment (EIA) as collaborative learning process. *Environmental Impact Assessment Review* 20 (6), 681-700.

Salhofer, S., Binner, E., Wassermann, G., 2005. Strategic environmental assessment in waste management planning, an Austrian case study. In: *Proceedings of Sardinia 2005, Tenth International Waste Management and Landfill Symposium, CISA, Cagliari, Sardinia, Italy.*

Salhofer, S., Wassermann, G., Binner, E., 2007. Strategic environmental assessment as an approach to assess waste management systems. Experiences from an Austrian case study. *Environmental Modelling & Software* 22 (5), 610-618.

Schmidt, S., Pahl-Wolst, C., 2007. Modeling biowaste flows for life-cycle assessment calculation of the potential and collected weight of kitchen and garden waste. *Journal of Industrial Ecology* 11 (1), 181-199.

Schmidt, J., Holm, P., Merrild, A., Christensen, P., 2007. Life cycle assessment of the waste hierarchy e a Danish case study on waste paper. *Waste Management* 27 (11), 1519-1530.

Shmelev, S., Powell, J., 2006. Ecological-economic modelling for strategic regional waste. *Ecological Economics* 59 (1), 115-130.

Sivertun, A., Le Duc, M., 1998. A systems analysis of pollutants flow in an area and their environmental impact modelled by a Geographic Information System (GIS). In: *Proceedings of the Systems Engineering Models for Waste Management - International Workshop. Waste Research Council (AFN), Goteborg, Sweden.*

Skordilis, A., 2004. Modelling of integrated solid waste management systems in an island. *Resources, Conservation and Recycling* 41 (3), 243-254.

Snary, C., 2002. Health risk assessment for planned waste incinerators: getting the right science and the science right. *Risk Analysis* 22 (6), 1095-1105.

Sokka, L., Antikainen, R., Kauppi, P., 2004. Flows of nitrogen and phosphorus in municipal waste: a substance flow analysis in Finland. *Progress in Industrial Ecology* 1 (1/2/3), 165-186.

Sundberg, J., 1993. A system approach to municipal solid waste management: results from a case study of Goteborg - Part 1. In: *Proceedings of Int. Conf. on Integrated Energy and Environmental Management. Air & Waste Management Association, New Orleans, USA.*

TU Vienna (Vienna University of Technology), 2009. STAN e Software for Substance Flow Analysis. <http://www.iwa.tuwien.ac.at/iwa226/stan.html>.

Tanskanen, J.-H., Melanen, M., 1999. Modelling separation strategies of municipal solid waste in Finland. *Waste Management and Research* 17 (2), 80-92.

Therivel, R., Partidário, M., 1999. *The Practice of Strategic Environmental Assessment.* Earthscan Publication Ltd., London.

Thorneloe, S., Weitz, K., Jambeck, J., 2007. Application of the US decision support tool for materials and waste management. *Waste Management* 27 (8), 1006-1020.

Tucker, P., Murney, G., Lamont, J., 1998. Predicting recycling scheme performance: a process simulation approach. *Journal of Environmental Management* 53 (1), 31-48.

Tukker, A., 2000. Life cycle assessment as a tool in environmental impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 20 (4), 435-456.

Tukker, A., Poliakov, E., Heijungs, R., Hawkins, T., Neuwahl, F., Rueda-Cantuche, J.M., Giljum, S., Moll, S., Oosterhaven, J., Bouwmeester, M., 2009. Towards a global multi-regional environmentally extended input-output database. *Ecological Economics* 68 (7), 1928-1937.

Tunesi, S., Rydin, Y., Oct 5e9, 2009. Comprehensive assessment of WM strategies in England: the North London waste authority case. In: *Proceedings of the Twelfth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia, Italy (on CD Rom)*.

UNEP (United Nations Environment Programme), 2005. *Solid Waste Management*, vol. 1. UNEP.

USEPA (United States Environmental Protection Agency), 1977. *WRAP: a Model for Solid Waste Management Planning User's Guide*. EPA/530/SW-574. U.S. Environmental Protection Agency, Ohio, USA.

Ulli-Ber, S., Andersen, D., Richardson, G., 2007. Financing a competitive recycling initiative in Switzerland. *Ecological Economics* 62 (3e4), 727-739.

Vaccari, M., Collivignarelli, C., Vercesi, P., 2005. Risk analysis as a decisional tool for the location of landfills. In: *Proceedings of the Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

van der Linden, A., Torfs, R., 2005. Evaluation of MSW treatment systems in Flanders to improve policy decisions. In: *Proceedings of BOKU Waste Conference*. Institute of Waste Management BOKU University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria.

van der Voet, E., Heijungs, R., Mulder, P., Huele, R., Mulder, P., 1995a. Substance flows through the economy and environment of a region e Part I: system definition. *Environmental Science and Pollution Research* 2 (2), 90-96.

van der Voet, E., Heijungs, R., Mulder, P., Huele, R., Mulder, P., 1995b. Substance flows through the economy and environment of a region e Part II: modeling. *Environmental Science and Pollution Research* 2 (3), 137-144

Vercalsteren, A., Spirinckx, C., Sarlée, W., 2007. 4 types of drinking cups used on events: life cycle assessment and eco-efficiency analysis. In: *Proceedings of LCM 2007 Conference*. Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Zurich, Switzerland.

Verheem, R., 1999. SEA of the Dutch Ten-Year Programme on Waste Management 1992 2002. In: Therivel, R., Partidario, M. (Eds.), *The Practice of Strategic Environmental Assessment*. Earthscan Publication Ltd., London, pp. 86-94.

Verro, R., Genah, D., Benfenati, E., 2003. Chemical analysis, distributed modeling and risk indices in a GIS based methodology for landfill risk assessment. In: *Proceedings of the Ninth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Vigsø, D., 2004. Deposits on single use containers e a social costebenefit analysis of the Danish deposit system for single use drink containers. *Waste Management and Research* 22 (6), 477-487.

Villeneuve, J., Michel, P., Fournet, D., Lafon, C., Ménard, Y., Wavrer, P., Guyonnet, D., 2009. Process-based analysis of waste management systems: a case study. *Waste Management* 29 (1), 2-11.

Villeneuve, J., Wavrer, P., Michel, P., Menard, Y., 2005. Comparative analysis of integrated waste management solutions: a case study. In: *Proceedings of the Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Viotti, P., Marella, G., Leccese, M., Verde, K., 2005. Analysis of the environmental performance of the integrated MSW management in district of Frosinone\ (Lazio) by means of an LCA-based software. In: *Proceedings of the Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

Wäger, P., Gilgen, P., Widmer, H., 1998. Effects of Thermal and Material Recycling of Plastics Waste on Swiss Waste Management System. In: *Proceedings of the Systems engineering models for waste management - International workshop*. Waste Research Council (AFN), Göteborg, Sweden.

Wäger, P., Gilgen, P., Widmer, H., 2001. A dynamic model for the assessment of plastics waste disposal options in Swiss waste management system. In: *Proceedings from Workshop on System Studies of Integrated Solid Waste Management*. IVL Swedish Environmental Research Institute, Stockholm, Sweden.

Wang, F., Richardson, A., Roddick, F., 1996. SWIM - a computer model for solid wasteintegrated management. *Computers, Environment and Urban Systems* 20 (4e5), 233-246.

Wassermann, G., Odic, M., Chedlberger, E., 2003. The applicability of geographic information systems as decision support tools in waste management. In: *Proceedings of the Ninth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*. Waste Exchange UK, 2000. Waste Exchange UK. <http://www.wasteexchangeuk.com>.

Weitz, K., Barlaz, M., Ranji, R., Brill, D., Thorneloe, S., Ham, R., 1999. Life cycle management of municipal solid waste. *International Journal of Life Cycle Assessment* 4 (4), 195-201.

White, P., Franke, M., Hindle, P., 1995. *Integrated Solid Waste Management: a Lifecycle Inventory*. Blackie Academic & Professional, Glasgow.

Widheden, J., Ekvall, T., Nielsen, P.H., 1998a. Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks e Disposal Glass Bottles. Miljøprojekt no. 401. Danish EPA. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/1998/87-7909-022-2/pdf/87-7909-022-2.pdf>.

Widheden, J., Ekvall, T., Nielsen, P.H., 1998b. Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks e Refillable Glass Bottles. Miljøprojekt no. 400. Danish EPA. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/1998/87-7909-021-4/pdf/87-7909-021-4.pdf>.

Wilson, E.J., 2002. Life cycle inventory for municipal solid waste management e Part 2: MSW management scenarios and modeling. *Waste Management and Research* 20 (1), 23-36.

Wittmaier, M., Langer, S., Sawilla, B., 2009. Possibilities and limitations of life cycle assessment (LCA) in the development of waste utilization systems e applied examples for a region in Northern Germany. *Waste Management* 29 (5), 1732-1738.

Xara, S., Almeida, M., Silva, M., Costa, C., 3e7 October 2005. Porto 1990/2000: evaluation of environmental burdens from MSW management using life cycle assessment. In: *Proceedings of the Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia, Italy (on CD Rom)*.

Xu, Y., Huang, G.H., Qin, X.S., Huang, Y., 2009. SRFILP: a stochastic robust fuzzy interval linear programming model for municipal solid waste management under uncertainty. *Journal of Environmental Informatics* 14 (2), 72-82.

Zorzi, M., Dagnino, A., Delucchi, F., Dondero, F., Borasi, M., Cossa, G., Ariati, L., Trivero, P., Viarengo, A., 2005. Monitoring and risk assessment activities of exhausted rubbish dump characterized by a release of leachate in the superficial groundwater aquifer. In: *Proceedings of the Tenth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia (on CD Rom)*.

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΟΥΛΟΣ, ΔΗΜΗ:

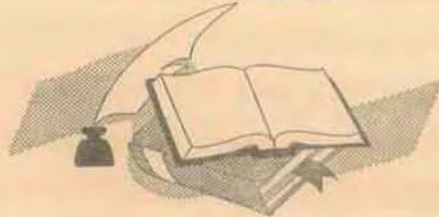
Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ
ΑΛΩΒΗΤΩΝ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ

ΛΗΞΗ ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΔΑΝΕΙΖΟΜΕΝΟΥ

19/12/11

92-2-13

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
Τηλ.: 24210 06300



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000 106292