ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ

Θέμα:

«Εφαρμογή Συστημάτων Υποστήριξης Λήψης Αποφάσεων στη Διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων»

Τριμελής επιτροπή

Επιβλέπουσα: Επίκ. Καθηγήτρια Α. Λαζαρίδη
Αναπληρωτής Καθηγητής Γ. Χονδρογιάννης
Λέκτορας, Κ. Αμπελιώτης

Φοιτήτρια:
Καραΐσκου Κωνσταντίνα
ΑΜ 23210

ΑΘΗΝΑ, 2006

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλους, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα της διπλωματικής μου εργασίας, Επίκουρη Καθηγήτρια του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου κα. Αικατερίνη Λαζαρίδη για την πρότασή της να ασχοληθώ με αυτό το επίκαιρο ενδιαφέρον θέμα. Η καθοδήγησή της και ο σεβασμός στην προσπάθεια μου, υποστήριξαν σε σημαντικό βαθμό την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας. Ιδιαίτερα, να ευχαριστήσω θερμά την Δρ. Οικονομολόγο Περιβάλλοντος Αλεξάνδρα Τόγια για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε επιτρέποντάς μου να έχω πρόσβαση στο Διδακτορικό της, για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε στις συναντήσεις μας, καθώς επίσης και την προσφορά πολύτιμων στοιχείων για την εκπόνηση της εργασίας μου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Βασίλη Δαλάκα, για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές του όσον αφορά στην γλώσσα προγραμματισμού Matlab, καθώς επίσης και την Φιλόλογο Αγγλικής Γλώσσας Νατάσα Τσιανάκα για την βοήθειά της.

Να ευχαριστήσω τέλος όλους του καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος που με ζήλο και μεταδοτικότητα πέτυχαν το στόχο να περάσουν σε όλους εμάς τους φοιτητές τις γνώσεις και τα εφόδια, απαραίτητα για την επαγγελματική και προσωπική μας καταξίωση.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία συντάχθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Βιώσιμη Ανάπτυξη: Διαχείριση Περιβάλλοντος» που λειτουργεί στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο στο Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας. Η εργασία αφορά την ολοκληρωμένη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων, και ιδιαίτερα την αξιολόγηση του συστήματος διαλογής στην πηγή και ανακύκλωσης με χρήση μοντέλου προσομοίωσης των φυσικών και οικονομικών ροών του.

Ο συνεχώς αυξανόμενος ρυθμός παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων και ιδιαίτερα των υλικών συσκευασίας σε συνδυασμό με την εφαρμογή του Νόμου 2939 περί 'Εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών και άλλων προϊόντων' καθιστούν αναγκαία την εξεύρεση εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης των υλικών (ανακύκλωση). Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να συγκρίνει τις αποδόσεις του υπάρχοντος συστήματος διαχείρισης ανακυκλώσιμων υλικών συσκευασίας, καθώς και μια σειρά άλλων σεναρίων με τους ποσοτικούς στόχους που καθορίζονται από το Νόμο 2939/2001 (ποσοστά αξιοποίησης) για το έτος 2005 (ενσωμάτωση της οδηγίας 94/62/ΕΚ). Δηλαδή:

Deleted: με

Deleted: ισχύς

Deleted: της

- ✓ Ανακύκλωση τουλάχιστον το 25% κ.β. με ανώτατο όριο το 45% κ.β. των απορριμμάτων συσκευασίας (χαρτί-χαρτόνι, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά)
- ✓ Ανακύκλωση κατά 15% κ.β. τουλάχιστον ανά υλικό συσκευασίας
- ✓ Επίσης καθώς σύντομα αναμένεται προεδρικό διάταγμα για την ανακύκλωση του έντυπου χαρτιού, στο πλαίσιο της εργασίας θεωρείται ως στόχος η ανακύκλωση κατά 30% κ.β. τουλάχιστον του έντυπο χαρτιού.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι στόχοι αυτοί θα έπρεπε να έχουν επιτευχθεί έως το τέλος του 2005 το αργότερο, ενώ τα συστήματα ανακύκλωσης θα πρέπει να είναι σε θέση να επιτύχουν σύντομα (έως το 2011) πιο απαιτητικούς στόχους σύμφωνα με την Οδηγία 12/2004/ΕΚ. Δηλαδή:

- ✓ Ανακύκλωση τουλάχιστον το 55% με ανώτατο όριο το 80 % κ.β. των απορριμμάτων συσκευασίας
    - ➢ Ανακύκλωση 60%, κ.β., για το γυαλί,
    - ➢ Ανακύκλωση 60%, κ.β., για το χαρτί και χαρτόνι,
    - ➢ Ανακύκλωση 50%, κ.β., για τα μέταλλα,

- ανακύκλωση 22,5%, κ.β., για τα πλαστικά, λαμβάνοντας αποκλειστικά υπόψη υλικά που ανακυκλώνονται εκ νέου σε πλαστικά.

Κατά την εκπόνηση της εργασίας αναπτύχθηκαν τρία σενάρια που βασίζονται στην επέκταση της υφιστάμενης κατάστασης διαλογής στην πηγή και ανακύκλωση. Στο πρώτο σενάριο αναπτύσσεται μόνο το ένα από τα τρία υπάρχοντα προγράμματα (σύστημα-τύπος) το οποίο βασίζεται σε ένα ρεύμα ανακυκλώσιμων υλικών (χαρτί, γυαλί, πλαστικό, μέταλλα, και έντυπο χαρτί). Στο δεύτερο σενάριο αναπτύσσεται το πιλοτικό πρόγραμμα όπου η διαλογή και συλλογή των ανακυκλώσιμων γίνεται σε τρία ρεύματα. Το ένα ρεύμα περιλαμβάνει το έντυπο υλικό, το δεύτερο ρεύμα το γυαλί και το τρίτο ρεύμα όλα τα υπόλοιπα υλικά συσκευασίας δηλαδή το χαρτί, το πλαστικό, και τα μέταλλα. Στο τρίτο σενάριο αναπτύσσεται το πιλοτικό πρόγραμμα όπου η διαλογή και συλλογή των ανακυκλώσιμων γίνεται σε πέντε ρεύματα δηλαδή, ένα ρεύμα ανά υλικό συσκευασίας (χαρτί, μέταλλα, γυαλί, πλαστικό) και ένα για το έντυπο χαρτί (εφημερίδες, περιοδικά). Τα σενάρια πραγματοποιούνται για το έτος 2011.

Για την επίτευξη του στόχου της εργασίας βασιζόμαστε στην εφαρμογή ενός μοντέλου ολοκληρωμένης διαχείρισης ΑΣΑ και ανακύκλωσης **ReFlows** (Recovery Flows – Ανάκτηση Ρευμάτων), που έχει αναπτυχθεί από την Togia (2003) και το οποίο μεταγράφηκε στο πρόγραμμα MATLAB στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Είναι το μεθοδολογικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης όσο και για το κάθε σενάριο ώστε να συγκριθούν οι τιμές εκείνες που παράγει με τους προκαθορισμένους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων.

Deleted: β

Formatted: Bullets and Numbering

Deleted: στο σχεδιασμό και

Deleted: ολοκληρωμένου συστήματος

Deleted: α

Formatted: Greek

Λέξεις – Κλειδιά:

Συστήματα υποστήριξης λήψης απόφασης (ΣΥΣ), Συστήματα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων, Ανακύκλωση, Νόμος 2939/2001, Matlab

SUMMARY

The present dissertation was composed in the frames of Postgraduate Program "Sustainable Development: Environmental Management" of Harokopio University, in the Department of Home Economics and Ecology. This study talks about the integrated solid waste management, and particularly the evaluation of a selection system at the source and recycling with the use of a simulation model of its physical and economic flows.

The ongoing rate of production of urban solid waste and particularly of the materials of packaging in combination with the application of Law 2939 about "Alternative management of packaging and other products" necessitate the discovery of alternative methods of management of materials (recycling). This study intends to_compare the output of the existing system of management of recycled packaging materials, as well as various other scenarios with the quantitative targets that are determined by the Law 2939/2001 (rates of exploitation) on year 2005 (incorporation of directive 94/62/EK). That is:

Deleted: ìå

Deleted: éó÷ýò

Deleted: ôçò

- ✓ Recycling at least 25% per weight to 45% maximum of the totality of packaging materials waste (paper-cardboard, glass, metals, plastic)
- ✓ Recycling at least a 15% per weight for each packaging material.
- ✓ Also as a presidential decree on the recycling of printed paper, is shortly expected the recycling of at least 30% per weight of printed paper is considered to be the objective of this paper.

It must be remarked that these objectives targets should have been achieved until the end of 2005, while the recycling systems should be in place to succeed (until 2011) more demanding objectives according to Directive 12/2004/EK. That is:

- ✓ Recycling a 55% minimum to 80% per weight maximum of packaging waste
  - ➢ Recycling 60%, per weight, for the glass,
  - ➢ Recycling 60%, per weight, for paper and cardboard,
  - ➢ Recycling 50%, per weight, for metals,
  - ➢ Recycling 22,5%, per weight, for plastic, taking exclusively into consideration materials that can be recycled into plastic again.

At the designing of this study three scenarios were developed that are based on the extension of the existing situation of source separation and recycling. In the first scenario only one of the

three separation programs (system-type) is developed, which is based on a current of recycling materials (paper-cardboard, glass, plastic, metals, and printed paper). In the second scenario there is the pilot program where the source separation and collection of recycled items occurs in three currents, one current contains printed paper, the second glass and the third one all the other packaging materials like paper, plastic and metals. In the third scenario is developed the pilot program where the source separation and collection of recycled items occurs in five currents, that means one current per packaging material (paper, metals, glass, plastic) and for printed paper (newspapers, magazines). The scenarios are realised for the year 2011.

For the achievement of this study's objective we are based on the application of a model of completed solid waste management of recycling **ReFlows** (Recovery Flows), that has been developed by Toja (2003) and which was transported to the MATLAB program in the frame of the present project. It is the methodological tool that is used for the evaluation of so the existing situation as for each scenario in order to compare the numbers it produces with the predetermined objectives of European Union for the planning of management of urban solid waste.

Deleted: â

Deleted: óôï ó÷åäéáóiü êáé

Deleted: ïëïêëçñùìÝíïõ óõóóÞiáôiò

Deleted: á

Words – Keys:

Decision support system (DSS), Systems of solid waste management, Recycling, Law 2939/2001, Matlab

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Ενδεικτικό κόστος συλλογής 35
Πίνακας 2: Σύγκριση των στοιχείων του 2002 με τους στόχους των αποβλήτων συσκευασιών στην Ελλάδα. 51
Πίνακας 3: Τομείς δραστηριότητας των οργανωτικών σχημάτων στην Ευρώπη 54
Πίνακας 4: Ποσότητα, σε τόνους, συσκευασιών ανά κατηγορία υλικού που διακινούν οι εταιρείες-μέλη του ΣΣΕΔ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ 58
Πίνακας 5: Στόχοι ανακύκλωσης αποβλήτων συσκευασιών στην Ελλάδα..... 121
Πίνακας 6: Υλικά-στόχοι των συστημάτων..... 126
Πίνακας 7: Εύρεση ποσοστού παραγωγής των υλικών στην Πάτρα το μήνα Δεκέμβριο του 2005. 127
Πίνακας 8: Εύρεση ποσοστού παραγωγής των υλικών στην Αττική το μήνα Δεκέμβριο του 2005. 128
Πίνακας 9: Εύρεση της μέσης τιμής ποσοστού παραγωγής των υλικών..... 128
Πίνακας 10: Υπολογισμός του ποσοστού παραγωγής των υποκλασμάτων του πλαστικού σε αναλογία με τη συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων..... 129
Πίνακας 11: Υπολογισμός του ποσοστού παραγωγής των κλασμάτων του μετάλλου σε αναλογία με τη συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων..... 129
Πίνακας 12: Υπολογισμός ανάκτησης kg ανά κάτοικο το χρόνο..... 134
Πίνακας 13: Υπολογισμός ανάκτησης υλικών για το 2005 (εκτιμήσεις)..... 136
Πίνακας 14: Υπολογισμός ανάκτησης υλικών για το 2005 (εκτιμήσεις)..... 137
Πίνακας 15: Υπολογισμός ανάκτησης του πλαστικού για το 2005 (εκτιμήσεις). 138
Πίνακας 16: Αποτελέσματα του συστήματος της υφιστάμενης κατάστασης..... 171
Πίνακας 17: Αποτελέσματα του συστήματος του 1^{ου} σεναρίου..... 172
Πίνακας 18: Αποτελέσματα του συστήματος του 2^{ου} σεναρίου..... 172
Πίνακας 19: Αποτελέσματα του συστήματος του 3^{ου} σεναρίου..... 173

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Βασικοί στόχοι στο πλαίσιο της Κοινοτικής πολιτικής αναφορικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων 10
Σχήμα 2: Σχηματική παρουσίαση του ΕΟΕΔΣΑΠ (Αρφανάκου, 2004) 22
Σχήμα 4: Μορφή του ReFlows μοντέλου σε επίπεδο χώρας 88
Σχήμα 5: Σχηματική παρουσίαση των διαφόρων ρουτινών που αναπτύσσονται στο πλαίσιο του ReFlows μοντέλου (Τόγια, 2003) 89
Σχήμα 6: Παρουσίαση του συστήματος συλλογής (Τόγια, 2003) 91
Σχήμα 7: Αρχική οθόνη του προγράμματος Matlab. 166
Σχήμα 8: Οθόνη του προγράμματος Matlab 167
Σχήμα 9: Μήνυμα λάθους 169
Σχήμα 10: Η ολοκλήρωση των υπολογισμών 169
Σχήμα 11: Αποτελέσματα του αρχείου “wcs” (αποτελέσματα εκτέλεσης του 1ου σεναρίου) 170
Σχήμα 12: Αποτελέσματα του αρχείου “wsans_cs” (αποτελέσματα εκτέλεσης του 1ου σεναρίου) 171

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Χρήση μπλε κάδων 133
Εικόνα 2: Κάδος πιλοτικού προγράμματος 136

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 1. Οι περιοχές στις οποίες πραγματοποιείται και αναμένεται στο κοντινό μέλλον να επεκταθεί το 1ο σύστημα-τύπο δηλώνονται με την πορτοκαλί ένδειξη. 134

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Παραγωγή στερεών αποβλήτων (kg/κάτοικο/έτος) κατά τα έτη 1995-2003 39
Διάγραμμα 2: Παραγωγή στερεών αποβλήτων από τις Ευρωπαϊκές χώρες για τα έτη 1995 και 2003 (kg/κάτοικο/έτος) 40
Διάγραμμα 3: Διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων των ΕΕ-25 κατά τα έτη 1995-2003 (εκατομμύρια τόνους) 41
Διάγραμμα 4: Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων σε επιλεγμένες χώρες της ΕΕ το έτος 2002. 42
Διάγραμμα 5: Ποσοστιαία σύνθεση στερεών αποβλήτων που παράγονται σε επιλεγμένες χώρες της ΕΕ το έτος 2002 43
Διάγραμμα 6: Παραγωγή απορριμμάτων συσκευασίας σε kg ανά κάτοικο 44
Διάγραμμα 7: Επεξεργασία απορριμμάτων συσκευασίας 45
Διάγραμμα 8: Ποσοστό ανάκτησης των υλικών συσκευασίας κατά τα έτη 1997-1999-2002 46
Διάγραμμα 9: Ποσοστό ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας για τα έτη 1997-1999-2001 47
Διάγραμμα 10: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα κατά τα έτη 1990-2003 48
Διάγραμμα 11: Σύνθεση αστικών στερεών αποβλήτων (τόνοι) για την περίοδο 1990 - 2000 49
Διάγραμμα 12: Μέση ποιοτική σύσταση αστικών στερεών αποβλήτων για το έτος 2001 50
Διάγραμμα 13: Προβολή του πληθυσμού της Ελλάδας για το 2003 έως το 2011 .. 123
Διάγραμμα 14: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα και μελλοντικές παραγόμενες ποσότητες σε τόνους ανά έτος 124
Διάγραμμα 15: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα και μελλοντικές παραγόμενες ποσότητες σε kg ανά κάτοικο ανά έτος. 125
Διάγραμμα 16: Ποσοστιαία σύνθεση παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα (εκτιμήσεις) 126
Διάγραμμα 17: Ποσοστιαία σύνθεση παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων (εκτιμήσεις) 130

Διάγραμμα 18: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων και των υλικών στόχων για το 2005 131

Διάγραμμα 19: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων και τα υλικά στόχοι για το 2011 132

Διάγραμμα 20: Ποσότητες που πρέπει να ανακτηθούν οι στόχοι για το έτος 2005 και 2011 αντίστοιχα 132

Διάγραμμα 21: Θεωρητικές ανακτώμενες ποσότητες (kg/κάτοικο/έτος) στο πλαίσιο των 3 σεναρίων-τύπων που εξετάζονται στην Ελλάδα 138

Διάγραμμα 22: Θεωρητικές ανακτώμενες ποσότητες (kg/κάτοικο/έτος) αυξανόμενες κατά 20% στο πλαίσιο των 3 σεναρίων-τύπων που εξετάζονται στην Ελλάδα 141

Διάγραμμα 23: Ανάκτηση υλικών συσκευασίας και έντυπου υλικού σε τόνους ανά έτος στην Ελλάδα σήμερα συγκριτικά με το στόχο..... 142

Διάγραμμα 24: Ποσοστά ανάκτησης συσκευασιών και έντυπου χαρτιού στην Ελλάδα σήμερα συγκριτικά με τους στόχους..... 143

Διάγραμμα 25: Ανάκτηση υλικών συσκευασίας και έντυπου υλικού σε τόνους ανά έτος στην Ελλάδα συγκριτικά για τα τρία σενάρια το έτος 2011 144

Διάγραμμα 26: Ποσοστά ανάκτησης συσκευασιών και έντυπου χαρτιού στην Ελλάδα συγκριτικά για τα σενάρια που εξετάζονται συγκριτικά με τους στόχους..... 145

Διάγραμμα 27: Ποσοστά Ανάκτησης συσκευασιών στην Ελλάδα για τα τρία σενάρια που εξετάζονται συγκριτικά με και χωρίς μεταβλητή απόδοση με τους στόχους 146

Διάγραμμα 28: Ποσοστά Ανάκτησης έντυπου χαρτιού στην Ελλάδα για τα σενάρια που εξετάζονται συγκριτικά με τους στόχους..... 146

Συντομογραφίες

ΑΕΔΑ	**Αναπτυξιακή Εταιρεία Δήμου Αθηναίων**
ΑΕΠ	**Ακαθάριστο εγχώριο Προϊόν**
ΑΗΗΕ	**Απόβλητα Ηλεκτρικού & Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού**
ΑΚΖ	**Ανάλυση Κύκλου Ζωής**
ΑΣΑ	**Αστικά Στερεά Απόβλητα**
ΓΣΠ	**Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών**
ΔσΠ	**Διαλογή στην Πηγή**
ΕΔΟΕ	**Εναλλακτική Διαχείρισης Οχημάτων Ελλάδος**
ΕΕ	**Ευρωπαϊκή Ένωση**
ΕΕΑΑ	**Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης & Ανακύκλωσης**
ΕΚΑ	**Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων**
ΕΚΠΑΑ	**Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης**
ΕΛΤΕΠΕ	**Ελληνική Τεχνολογία Περιβάλλοντος**
ΚΔΑΥ	**Κέντρο Διαλογής & Ανάκτησης Υλικών**
ΚΕΔΚΕ	**Κεντρική Ένωση Δήμων & Κοινοτήτων Ελλάδος**
ΚΕΠΕΔ ΑΕ	**Κέντρο Εναλλακτικής Περιβαλλοντικής Διαχείρισης**
ΚΥΑ	**Κοινή Υπουργική Απόφαση**
ΟΟΣΑ	**Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας & Ανάπτυξης**
ΕΟΠ	**Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος**
ΣΣΕΔ	**Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης**
ΧΥΤΑ	**Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων**
DSD	**Duales System Deutschland**
EC	**European Commission**
EDSS	**Environmentally Decision Support System**
EEA	**European Environmental Agency**
ERRA	**European Recovery and Recycling Association**
GIS	**Geographic Information System**
ISWM	**Integrated Solid Waste Management**
IWM	**Integrated Waste Management**
LCA	**Life Cycle Analysis**
LCI	**Life Cycle Inventory**
LCIA	**Life Cycle Impact Assessment**

LCIAn	**Life Cycle Interpretation**
LP	**Linear Programming**
LULU	**Locally Unwanted Land Use**
Matlab	**Matrix Laboratory**
MFA	**Material Flow Accounting**
NIMBY	**Not In My Back Yard**
NOTE	**Not On Planet Earth**
PCI	**Pouvoir Calorifique Inférieur**
PRNs	**Packaging Waste Recovery Notes**
RDF	**Refused Derived Fuel**
REFLOWS	**Recovery Flows**
SFA	**Substance Flows Analysis**
VBA	**Visual Basic Applications**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες i

Περίληψη ii

Summary iv

Κατάλογος Πινάκων vi

Κατάλογος Σχημάτων vii

Κατάλογος Εικόνων vii

Κατάλογος Χαρτών vii

Κατάλογος Διαγραμμάτων viii

Συντομογραφίες x

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 1

ΜΕΡΟΣ 1ο: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ 3

1. Εισαγωγή 4

2. Πολιτικές και θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης αποβλήτων 7

2.1. Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης . 7
2.2. Πολιτικές της ΕΕ για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων 9
2.3. Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο 13
2.4. Εθνικό θεσμικό πλαίσιο 17
2.5. Νόμος 2939/2001 (ΦΕΚ 179/Α΄/6.8.2001) 20

3. Εισαγωγή στη διαχείριση στερεών αποβλήτων 24

3.1. Τι είναι τα στερεά απόβλητα 24
3.2. Συστήματα διαχείρισης ΑΣΑ – Περιγραφή ενός ολοκληρωμένου Συστήματος ΑΣΑ 26
3.2.1. Προσωρινή αποθήκευση 26
3.2.2. Συλλογή – μεταφορά 28
3.2.3. Επεξεργασία 28
3.2.4. Τελική διάθεση 31
3.3. Οικονομικά στοιχεία διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων 32

4. Η κατάσταση της διαχείρισης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων σε Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα 38

4.1. Η κατάσταση στην Ευρωπαϊκή Ένωση 38
4.2. Η κατάσταση στην Ελλάδα 48
4.3. Συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης υλικών συσκευασίας 53

5. Εφαρμογή συστημάτων υποστήριξης λήψης αποφάσεων στη διαχείριση των στερεών αποβλήτων 60

5.1. Ανάπτυξη εργαλείων υποστήριξης λήψης αποφάσεων στη διαχείριση των στερεών αποβλήτων 60
5.1.1. Βελτιστοποίηση 66
5.1.2. Πολυκριτηριακή ανάλυση 72
5.1.3. Ανάλυση Κύκλου Ζωής - LCA 74
5.1.4. Προβλέψεις & άλλα Μοντέλα 80

Μέρος 2ο: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ 82

6. Μεθοδολογική Προσέγγιση ... 83
6.1. Περιγραφή και ανάπτυξη του ReFlows Μοντέλου σε MATLAB ... 83
6.2. Τεχνική Περιγραφή - Δομή του ReFlows μοντέλου ... 86
6.2.1. Περιγραφή της φυσικής ροής ... 89
6.2.1.1. Η ρουτίνα «παραγωγής» αστικών στερεών αποβλήτων ... 90
6.2.1.2. Η ρουτίνα «συλλογή απορριμμάτων» ... 91
6.2.1.3. Οι ρουτίνες επεξεργασίας ... 93
6.2.1.3.1. Η ρουτίνα «Διαχωρισμός Ανακυκλώσιμων Ρευμάτων» ... 94
6.2.1.3.2. Η ρουτίνα ειδικής επεξεργασίας ... 97
6.2.1.3.3. Η ρουτίνα της «αποτέφρωσης με ανάκτηση ενέργειας» ... 97
6.2.1.3.4. Η ρουτίνα «μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης» ... 100
6.2.1.4. Η ρουτίνα «τελικής διάθεσης» ... 101
6.2.2. Αποδόσεις Ανάκτησης - Αξιοποίησης ... 102
6.2.3. Περιγραφή της οικονομικής ροής του συστήματος ... 104
6.2.3.1. Το συνολικό ακαθάριστο κόστος ... 104
6.2.3.1.1. Το κόστος Συλλογής ... 105
6.2.3.1.2. Το κόστος Διαλογής ... 106
6.2.3.1.3. Το κόστος ειδικής επεξεργασίας ... 106
6.2.3.1.4. Το κόστος καύσης με ανάκτηση ενέργειας ... 106
6.2.3.1.5. Το κόστος μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης ... 108
6.2.3.1.6. Το κόστος τελικής διάθεσης ... 108
6.2.3.2. Το συνολικό καθαρό κόστος ... 109
6.2.3.3. Η χρηματο-οικονομική υποστήριξη που καταβάλλεται στους ΟΤΑ . 110
6.2.3.3.1. Η επιδότηση των ανακτώμενων προς ανακύκλωση απορριμμάτων111
6.2.3.3.2. Η επιδότηση στην ενεργειακή αξιοποίηση ... 112
6.2.3.3.3. Η οικονομική υποστήριξη στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των κατοίκων 116
6.2.3.4. Τα έσοδα από την πώληση των ανακτώμενων υλικών και της ενέργειας117
6.3. Το μοντέλο ReFlows στη γλωσσα προγραμματισμού MATLAB ... 119
7. Στοιχεία εισαγωγής για την Ελλάδα ... 120
7.1. Υφιστάμενη κατάσταση - Προβλέψεις ... 123
7.1.1. Δημογραφικά στοιχεία ... 123
7.1.2. Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα ... 124
7.2. Αξιολόγηση της Επίτευξης των στόχων ... 131
8. Εφαρμογή του μοντέλου στην Ελλάδα ... 133
8.1. Υφιστάμενη κατάσταση ... 133
8.2. Σενάρια διαλογής στην πηγή-ανακύκλωση ... 139
8.3. Αποτελέσματα και Σχολιασμός ... 142
9. Συμπεράσματα - Προτάσεις ... 147
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ... 150
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ... 164
Οδηγίες Χρήσης του μοντέλου ReFlows ... 165
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ ... 174

ΜΕΡΟΣ 1^{ο}: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

"Αλλά αν τα βόδια και τα άλογα ή τα λιοντάρια είχαν χέρια ή μπορούσαν να σχεδιάσουν με τα χέρια τους και να κάνουν τα έργα που κάνουν οι άνθρωποι, τα άλογα θα απεικόνιζαν τους θεούς σαν άλογα, τα βόδια σαν βόδια και θα έκαναν το σώμα τους σαν το δικό τους" (Κλήμης, Στρωματείς V, 109,3).

Ο Ξενοφάνης τολμάει να ταρακουνήσει με σαρκασμό και ειρωνεία, την τάση των ανθρώπων να κρίνουν τα πάντα μόνο με βάση την δική τους αντίληψη και να αδυνατούν να κατανοήσουν το "Όλο" ή, τουλάχιστον, να σεβαστούν την φυσιολογική διαφορετικότητα. Αυτός ο ανθρωποκεντρισμός είναι, ίσως, η πιο ισχυρή αιτία που οδήγησε σε αντιπαλότητα όχι μόνο τους διάφορους πολιτισμούς, τις φυλές και τις θρησκείες μεταξύ τους αλλά που οδήγησε και σε ρήξη τις σχέσεις του ανθρώπου με το φυσικό του περιβάλλον (Kirk, 1988).

Αυτή η ρήξη άρχισε να γίνεται εμφανής από τις αρχές του εικοστού αιώνα, όταν η οικονομική ανάπτυξη με τη χρήση των μέσων της τεχνολογικής εξέλιξης οδήγησε σε μια σειρά περιβαλλοντικών προβλημάτων (Tietenberg, 2002). Η αλλαγή του κλίματος, η μείωση της βιοποικιλότητας, η αποδάσωση, η ενεργειακή κρίση, η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, η μείωση των φυσικών πόρων και η αύξηση των αποβλήτων απειλούν πλέον την οικολογική ισορροπία ολόκληρου του πλανήτη (Miller, 1999).

Τα απόβλητα και συγκεκριμένα, η αύξηση των παραγόμενων απορριμμάτων (ή στερεών αποβλήτων) αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά ζητήματα. Αν θέλουμε να ανακαλύψουμε τις ρίζες των απορριμμάτων στο χρόνο, θα πρέπει να ανατρέξουμε στην περίοδο που ο άνθρωπος εμφανίστηκε στη γη, αφού πάντα υπήρχαν υλικά τα οποία θεωρούσε άχρηστα και τα πετούσε. Το φαινόμενο της απόρριψης υλικών άρχισε να διευρύνεται όταν ο άνθρωπος μπόρεσε να δημιουργήσει υλικά που δεν ήταν άμεσα προϊόντα της φύσης αλλά παράγωγα χημικών διεργασιών (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Από την άλλη το γεγονός ότι το ζήτημα των απορριμμάτων δεν απασχολούσε εξίσου έντονα τους προγόνους μας, στηρίζεται στο ότι ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξήθηκε αλματωδώς τους τελευταίους δύο αιώνες (1 δις. στις αρχές του 19ου αιώνα, στα 6 δις σήμερα) (Γαβριλάκης, 2000).

Μεγάλες ποσότητες φυσικών πόρων, λοιπόν, κατευθύνονται στην παραγωγή προϊόντων και από εκεί στην κατανάλωση για να απορριφθούν στη συνέχεια με τρόπο που δεν επιτρέπει την επιστροφή τους στο κύκλο παραγωγής επιβαρύνοντας πολλαπλά το φυσικό περιβάλλον. Έτσι, οι φυσικοί πόροι που το απόθεμα δεν είναι ανεξάντλητο αποστερούνται από τις επόμενες γενιές

ενώ ταυτόχρονα παραβιάζονται σοβαρά οι αντοχές των φυσικών αποδεκτών με οριστικές συνέπειες στη δημόσια υγεία και στην ισορροπία των οικοσυστημάτων.

Η βέλτιστη λύση στο μείζον αυτό πρόβλημα είναι η μείωση των στερεών αποβλήτων. Καθότι όμως δεν είναι εύκολα εφικτή η μείωση ή η εξάλειψη των πηγών των αποβλήτων που μπορεί να συνδέεται με μείωση της οικονομικής δραστηριότητας τότε στρεφόμαστε προς την ορθολογική επεξεργασία συστημάτων διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Όμως η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του προβλήματος των στερεών αποβλήτων προϋποθέτει τη διαχείριση όχι μόνο της ποσοτικής, αλλά και της ποιοτικής τους διάστασης. Η ποσοτική διάσταση αφορά στη μείωση των παραγόμενων απορριμμάτων και στη μεγιστοποίηση της ποσότητας που είναι δυνατό να αξιοποιηθεί εκ νέου στην παραγωγή και κατανάλωση. Η ποιοτική διάσταση συνδέεται με τη σύνθεση των απορριμμάτων ως προς τη μείωση της τοξικότητας, και την εφαρμογή των ασφαλέστερων και αποδοτικότερων μεθόδων διάθεσης (EC, 2005).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, ένα σύστημα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων προϋποθέτει τον κατάλληλο σχεδιασμό. Τα εργαλεία υποστήριξης λήψης αποφάσεων θεωρούνται τα κατάλληλα για την επίτευξη ενός σχεδιασμού διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Στόχος λοιπόν της εργασίας αυτής είναι η εφαρμογή ενός τέτοιου εργαλείου-μοντέλου προσομοίωσης [με το όνομα **ReFlows** (**Recovery Flows**)] ώστε να βοηθήσει στη λήψη αποφάσεων για την επιλογή του βέλτιστου συστήματος ή του βέλτιστου συνδυασμού συστημάτων. Το υπολογιστικό μοντέλο έχει εφαρμοστεί από την Τόγια (2003). Επιλέχθηκε το συγκεκριμένο μοντέλο προσομοίωσης γιατί αναπτύχθηκε με βάση τα στοιχεία του Eco-Emballages[1]. Η προσέγγιση αυτή θεωρείται δόκιμη και επαρκώς αξιόπιστη καθώς υπάρχουν αρκετές ομοιότητες της χώρας μας με τη Γαλλία στην οικιστική δομή και το Ελληνικό Σύστημα Εναλλακτικής διαχείρισης χρησιμοποίησε το Eco- Emballages ως βασικό του πρότυπο.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι αρχές της περιβαλλοντικής πολιτικής και το θεσμικό πλαίσιο (κοινοτικό και εθνικό) της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ελλάδας. Έμφαση δίνεται στα ΑΣΑ και ιδιαίτερα στα απόβλητα συσκευασίας. Αναλύονται οι Οδηγίες 94/62/ΕΕ και 2004/12/ΕΕ και ιδιαίτερα διεξοδικά ο Νόμος 2939/2001 για τις συσκευασίες και την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων (κεφάλαιο 2).

[1] Σύστημα διαχείρισης αστικών αποβλήτων στη Γαλλία

Στο επόμενο κεφάλαιο (κεφάλαιο 3) αναλύονται τα συστήματα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων δίνοντας μια συνοπτική περιγραφή των μεθόδων (ανακύκλωση, διαλογή στην πηγή, αποτέφρωση, κομποστοποίηση) παραθέτοντας τα οικονομικά τους στοιχεία.

Γίνεται συνοπτική αναφορά στα οργανωτικά σχήματα που έχουν αναπτυχθεί στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ-15) για την ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας και τις αρμοδιότητες τους, καθώς και τους ποσοτικούς στόχους για ανακύκλωση, ανάκτηση και ελαχιστοποίηση. Έμφαση δίνεται στα συγκρίσιμα σημεία ενός συστήματος διαχείρισης αποβλήτων συσκευασίας με τους στόχους της Κοινοτικής Οδηγίας 94/62/ΕΚ (Κεφάλαιο 4).

Στο επόμενο κεφάλαιο (κεφάλαιο 5) γίνεται λόγος για την αναγκαιότητα εφαρμογής των συστημάτων υποστήριξης λήψης αποφάσεων στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Γίνεται αναφορά ορισμένων μοντέλων μέσα από έρευνες και πειραματικές μελέτες που έχουν κατά καιρούς εκπονηθεί.

Στο έκτο κεφάλαιο αναλύεται η εφαρμογή του **ReFlows** μοντέλου που βασίζεται, για το σχεδιασμό του, στη γλώσσα προγραμματισμού Matlab.

Στο έβδομο κεφαλαίο, αναφέρονται να στοιχεία εισαγωγής και τα βήματα επεξεργασίας αυτών και στο όγδοο κεφάλαιο εφαρμόζεται το **ReFlows** στην Ελλάδα όπου εξετάζεται η δυνατότητα επίτευξης των ποσοτικών στόχων ανακύκλωσης που έχουν τεθεί από το θεσμικό πλαίσιο. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τριών σεναρίων και στο ένατο κεφάλαιο ακολουθούν τα συμπεράσματα και ο σχολιασμός.

Τέλος, στο Παράρτημα Ι δίνονται οδηγίες χρήσης του **ReFlows**. Επιπλέον, εκτός από μια σειρά πινάκων, στα οποία βασίζονται τα περισσότερα σχήματα, διατυπώνεται το μοντέλο με τις εξισώσεις στην γλώσσα προγραμματισμού Matlab 7.0.

2. ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

2.1. Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Η ανάγκη για διαχείριση των στερεών αποβλήτων ως ένα από τα θέματα προτεραιότητας για το περιβάλλον εμφανίστηκε μέσα από την πολιτική διάσταση που δόθηκε σ' αυτό στη δεκαετία του '60. Πιο συγκεκριμένα, το «Οικολογικό Κίνημα» ήταν η απαρχή μιας νέας πολιτικής της ανθρωπότητας, τόσο για τη διαχείριση των αρνητικών επιπτώσεων και την αντιρρυπαντική τεχνολογία, όσο και για τη διαχείριση των αποβλήτων (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Το 1972, στη Διάσκεψη του ΟΗΕ για το Ανθρώπινο Περιβάλλον (Στοκχόλμη), διαπιστώθηκε η σημασία και η ανάγκη της συσχέτισης της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης με την παράλληλη διασφάλιση ενός υγιούς περιβάλλοντος για τον άνθρωπο (Mumme, 2003). Αργότερα, το 1987, ο ΟΗΕ ίδρυσε την Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη.

Η Επιτροπή, με επικεφαλής την κα Harlem Brundtland, πρώην πρωθυπουργό της Νορβηγίας, κατέληξε στο ότι για να αντιμετωπιστούν οι ανάγκες του παρόντος χωρίς να υποθηκευτεί η δυνατότητα των επόμενων γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες, η προστασία του περιβάλλοντος και η οικονομική ανάπτυξη θα πρέπει να αντιμετωπιστούν σαν ένα ενιαίο ζήτημα (Σιδέρης & Τσάλτας, 2003). Αυτή η δήλωση, εισήγαγε τον ορισμό της Αειφόρου ή Βιώσιμης Ανάπτυξης. Στο σύνολο των εργασιών της Επιτροπής στην Έκθεση «Το κοινό μας Μέλλον» υποστηρίζεται ότι η επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης για τη διεθνή κοινότητα θα είναι εφικτή όταν θα ισορροπήσει η ανάγκη για συνεχή ανάπτυξη, κατά την παραγωγή προϊόντων ή υπηρεσιών, με τη διατήρηση των φυσικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος (McDougall et al., 2001).

Αποτέλεσμα της Έκθεσης Brundtland αποτέλεσε η σύγκληση από τη Γενική Συνέλευση του ΟΗΕ της Παγκόσμιας Διάσκεψης για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, που πραγματοποιήθηκε στο Ρίο το 1992 και οριοθέτησε ένα νέο επίπεδο προβληματισμού και δράσης για την παγκόσμια κοινότητα. Η διακήρυξη του Ρίο πέρα από τα άλλα περιβαλλοντικά θέματα που διαπραγματεύθηκε όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, σηματοδότησε τις ανησυχίες που προέκυπταν από τη μέχρι τότε διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Από τα σημαντικότερα επιτεύγματα της Διάσκεψης ήταν η υιοθέτηση της Agenda 21, που καθόρισε ένα σύνολο οικουμενικών αρχών, τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις όλων των χωρών, καθώς και τη δρομολόγηση μιας σειράς διεθνών συμφωνιών και δεσμευτικών συμβάσεων για την αντιστροφή

της πορείας υποβάθμισης του φυσικού περιβάλλοντος (Παναγιωτακόπουλος, 2002; Σιδέρης & Τσάλτας, 2003). Αναφορικά με το πρόβλημα των στερεών αποβλήτων έθεσε ένα πλαίσιο ολοκληρωμένης διαχείρισης των στερεών αποβλήτων που βασίζεται στη «Μείωση της παραγωγής αποβλήτων – Επαναχρησιμοποίηση – Ανακύκλωση – Αξιοποίηση με ανάκτηση ενέργειας με μέριμνα για την ασφαλή τελική διάθεση», το οποίο συχνά αποκαλείται και «ιεραρχία» της διαχείρισης των αποβλήτων (McDougall et al., 2001).

2.2. ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΕΕ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα στερεά απόβλητα απετέλεσαν το επίκεντρο της ανάπτυξης της περιβαλλοντικής πολιτικής και στην Ευρωπαϊκή Ένωση, αφού η οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα ήταν μια από τις πρώτες νομικές πράξεις που θεσπίστηκαν για την προστασία του περιβάλλοντος στο επίπεδο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Από το 1975 και μετά η νομοθεσία για τα απόβλητα αναπτύχθηκε σημαντικά. Η τότε Ευρωπαϊκή Κοινότητα μέσα από τις 200 νομοθετικές πράξεις που είχε θεσπίσει για τον περιορισμό της ρύπανσης των υδατικών πόρων, της ατμόσφαιρας και του εδάφους έκανε λόγο για διαχείριση αποβλήτων. Στην αρχή αντιμετώπισε ορισμένα ειδικά προβλήματα όπως για παράδειγμα τη διαχείριση χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων, τη διαχείριση του διοξειδίου του τιτανίου και άλλα. Στην πορεία η Ευρωπαϊκή Ένωση όρισε ανώτατα όρια εκπομπών από τους χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων και τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης. Στη συνέχεια, μέσα από κάποιες οδηγίες, ως προς το νομοθετικό πλαίσιο, συγκροτήθηκε η αναγκαία οργάνωση και χρηματοδότηση ώστε να διευκολυνθεί και να προωθηθεί η εναλλακτική διαχείριση π.χ. ανακύκλωση συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων (συσκευασίες, οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού) (Έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2005). Στο μεταξύ η Ευρωπαϊκή Ένωση, ήδη στο 5ο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον υιοθετεί τη φιλοσοφία της ολοκληρωμένης διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, ενώ στο 6ο Πρόγραμμα θέτει πλέον ποσοτικούς στόχους για τη μείωση της συνολικής ποσότητας των στερεών αποβλήτων προς διάθεση (20% μείωση μέχρι το 2010 και 50% μέχρι το 2050, σε σχέση με τα επίπεδα του 2000) (ΕΚΠΑΑ, 2003).

Βασικό λοιπόν μέλημα της ολοκληρωμένης διαχείρισης αποβλήτων είναι σε πρώτη φάση η μείωση της παραγωγής στερεών αποβλήτων και σε δεύτερη βάση η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση της ποσότητας των στερεών αποβλήτων που οδηγούνται σε τελική διάθεση στο έδαφος, αλλά παράλληλα και στη μείωση της περιεκτικότητας τους σε επικίνδυνες ουσίες (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002). Συγκεκριμένα στο πλαίσιο της κοινοτικής πολιτικής αναφορικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων έχουν καθοριστεί οι βασικοί στόχοι, οι οποίοι ακολουθούν την «ιεράρχηση» σύμφωνα με τις Αρχές της Βιώσιμης Ανάπτυξης και την Agenda 21 (Παναγιωτακόπουλος, 2002), και ενσωματώνονται σε όλες τις οδηγίες :

• η πρόληψη ή και η μείωση της παραγωγής και βλαπτικότητας των στερεών αποβλήτων που επιτυγχάνεται με:

α) τη χρησιμοποίηση καθαρών τεχνολογιών και διαδικασιών στην παραγωγή,

β) την εφαρμογή της ανάλυσης του κύκλου ζωής των προϊόντων

γ) την επαναχρησιμοποίηση

δ) την αλλαγή της συμπεριφοράς τόσο των παραγωγών όσο και των καταναλωτών

• η ανάκτηση των παραγόμενων στερεών αποβλήτων που επιτυγχάνεται με:

α) τη διαλογή στην πηγή

β) ανακύκλωση υλικών

γ) την ανάκτηση ενέργειας

• και τέλος η ασφαλής διάθεση των στερεών αποβλήτων που επιτυγχάνεται με:

α) τη μείωση των προς διάθεση ποσοτήτων,

β) την εφαρμογή αυστηρών προδιαγραφών διάθεσης, ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος (Μπεριάτος κ.α., 2003).

Σχήμα 1: Βασικοί στόχοι στο πλαίσιο της Κοινοτικής πολιτικής αναφορικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων

Η μείωση των στερεών αποβλήτων ως η φάση πριν την παραγωγή τους, είναι ένα θέμα που απασχολεί τόσο τις καταναλωτικές επιλογές των πολιτών όσο και τη στρατηγική πολιτική του Κράτους και των επιχειρήσεων. Πρόκειται για μια πολιτική πρόληψης του προβλήματος και όχι αποκατάστασης. Από την πλευρά του ο πολίτης, μέσα από τις καταναλωτικές συνήθειες και γενικότερα τη συμπεριφορά του, θα πρέπει να πραγματοποιεί τις επιλογές εκείνες που να ελαχιστοποιούν τα στερεά απόβλητα που παράγει (Γαβριλάκης, 2000).

Από την πλευρά των μονάδων παραγωγής προϊόντων, σύμφωνα και με την αρχή της «Ευθύνης του Παραγωγού», η προσπάθεια που πρέπει να καταβληθεί σχετίζεται με τη μείωση των υλικών

(κυρίως συσκευασίες) που καταλήγουν σε απόβλητα αλλά και στη διαμόρφωση και επιλογή τεχνικών που θα χρησιμοποιούν πιο φιλικά προς το περιβάλλον υλικά για την παραγωγή των προϊόντων, δηλαδή υλικών που δεν έχουν υψηλή τοξικότητα. Λαμβάνοντας υπόψη τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, από την κατασκευή μέχρι το τέλος της χρήσιμης ζωής του, ο παραγωγός είναι σε θέση, να λαμβάνει μέτρα για την επίτευξη της πρόληψης και την παραγωγή προϊόντων που είναι πρόσφορα σε επαναχρησιμοποίηση και ανάκτηση (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Επιπλέον τόσο ο ρόλος του Κράτους και της νομοθεσίας είναι εξίσου σημαντικός με το ρόλο των πολιτών, αφού πρέπει να καθοδηγήσει, να επιβάλλει ή να δώσει κίνητρα ή αντικίνητρα στις επιχειρήσεις, για τη μείωση των υλικών που πλεονάζουν (διπλή, τριπλή συσκευασία) αλλά και την επιλογή πιο φιλικών για το περιβάλλον υλικών (Γαβριλάκης, 2000).

Η εφαρμογή της ανάλυσης του κύκλου ζωής και χρήσης ενός προϊόντος είναι μια νέα μεθοδολογία που επικεντρώνεται στην εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του προϊόντος καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του (πρωτογενείς φυσικοί πόροι, παραγωγική διαδικασία, εισαγωγή στην αγορά, δημιουργία αποβλήτου, επεξεργασία και τελική διάθεση) (ΕΕ, 2005, Tchobanoglous, 2002).

Παράλληλα, η ανακύκλωση και η ανάκτηση ενέργειας ως μέθοδοι επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων αποτελούν μια σημαντική συνιστώσα της ολοκληρωμένης διαχείρισης αυτών. Οι οδηγίες για την ανακύκλωση έχουν ως αντικείμενο συγκεκριμένες κατηγορίες στερεών αποβλήτων. Ανακύκλωση υλικών σημαίνει ότι ορισμένα ή όλα τα υλικά που εμπεριέχονται στα στερεά απόβλητα διαχωρίζονται και αποτελούν εφεξής χρήσιμα υλικά. Τα υλικά αυτά ανακυκλώνονται επανερχόμενα συνήθως σε παραγωγικούς κύκλους, αφού προηγουμένως δεχθούν, εάν απαιτηθεί, κατάλληλη επεξεργασία (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Ως ανάκτηση ενέργειας νοείται κυρίως η διαδικασία θερμικής αξιοποίησης. Στόχος της είναι όχι μόνο η ελαχιστοποίηση της ποσότητας των αποβλήτων που οδηγούνται στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων αλλά και η εκμετάλλευση της θερμογόνου δύναμής τους προς ανάκτηση ενέργειας (θέρμανση, ηλεκτρικό ρεύμα, καύσιμη ύλη).

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων σε Εθνικό ή Περιφερειακό επίπεδο γίνεται βάσει σχεδιασμού που αποσκοπεί στον καθορισμό των μεθόδων διαχείρισης, καθώς και στη χωροθέτηση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας και διάθεσης. Οι υπόχρεοι για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, φορείς, συντάσσουν σχέδιο για τον τρόπο λήψης κατάλληλων μέτρων, για τον περιορισμό των στερεών αποβλήτων, την εφαρμογή μεθόδων ανακύκλωσης και την ανάκτηση χρήσιμων υλικών και ενέργειας (Μπεριάτοςκ.α., 2003).

Εκτός από την αρχή της πρόληψης για την διαχείριση στερεών αποβλήτων βασική αρχή στην οποία στηρίζεται η Κοινοτική Στρατηγική είναι «ο ρυπαίνων πληρώνει» όπου την ευθύνη και το κόστος για την διαχείριση στερεών αποβλήτων έχει αυτός που παράγει, δηλαδή η βιομηχανία ή ο καταναλωτής. Επίσης με βάση την αρχή της εγγύτητας (ή επικουρικότητας), τα κράτη-μέλη (όπως και οι περιφέρειες εντός του κράτους – μέλους) έχουν περιθώρια διαφοροποίησης κατά την εναρμόνιση της εθνικής νομοθεσίας (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Όσον αφορά τις αρχές της Αυτάρκειας και Γειτνίασης η επεξεργασία των αποβλήτων κυρίως αυτών που προορίζονται για διάθεση πρέπει να γίνεται στην πλησιέστερη εγκατάσταση ενώ επιτρέπεται η εφαρμογή πιο ελαστικού καθεστώτος για τα απόβλητα που προορίζονται για ανάκτηση (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Οι παραπάνω βασικές αρχές υιοθετούνται από ένα σύνολο οδηγιών και αποφάσεων που αφορούν τις διάφορες κατηγορίες των αποβλήτων, τους στόχους, τους τρόπους και τις μεθόδους διαχείρισης. Οι οδηγίες καθορίζουν το πλαίσιο εφαρμογής της ευρωπαϊκής πολιτικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων που οφείλει να υιοθετηθεί σε εθνικό, περιφερειακό, και τοπικό επίπεδο.

2.3. ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση και ανάλυση του υφιστάμενου νομοθετικού πλαισίου της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τα ΑΣΑ με έμφαση στην ανακύκλωση και πιο συγκεκριμένα στην εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και των αποβλήτων συσκευασίας.

Αρχικά, η οδηγία 75/442/ΕΟΚ, του Συμβουλίου (της 15ης Ιουλίου 1975) θεσπίζει το γενικότερο πλαίσιο διαχείρισης «περί των Στερεών Αποβλήτων», με σκοπό τα Κράτη Μέλη να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα προκειμένου να περιορίσουν, να αξιοποιήσουν και να επεξεργαστούν τα στερεά απόβλητα προωθώντας την ανάκτηση υλικών και ενέργειας.

Με την οδηγία 91/156/ΕΟΚ, (της 18ης Μαρτίου 1991) «περί των Στερεών Αποβλήτων» αναθεωρούνται κάποια από τα άρθρα της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ. Τα Κράτη Μέλη οφείλουν να λάβουν ενδεδειγμένα μέτρα για να προωθήσουν αρχικά, την πρόληψη ή τη μείωση της παραγωγής και της βλαπτικότητας των αποβλήτων ιδίως με

- την ανάπτυξη καθαρών τεχνολογιών,
- την τεχνική τελειοποίησης και διάθεσης στην αγορά προϊόντων που είναι σχεδιασμένα ώστε να συμβάλουν όσο το δυνατόν λιγότερο στην αύξηση της ποσότητας των αποβλήτων
- και την ανάπτυξη κατάλληλων τεχνικών για την τελική διάθεση των επικίνδυνων ουσιών.

Στη συνέχεια οφείλουν να λαμβάνουν μέτρα για να προωθήσουν την αξιοποίηση των αποβλήτων με επαναχρησιμοποίηση ή ανάκτηση ή οποιαδήποτε άλλη ενέργεια που έχει στόχο την παραγωγή δευτερογενών υλών και τη χρησιμοποίηση των αποβλήτων ως πηγή ενέργειας.

Με την απόφαση 94/3/ΕΚ «Απόφαση της Επιτροπής για τη θέσπιση καταλόγου αποβλήτων» (της 8ης Ιουνίου 1994) θεσπίζεται ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ). Ο κατάλογος βρίσκεται πάντα σε μια δυναμική κατάσταση αφού μπορεί να αναθεωρείται σε τακτά χρονικά διαστήματα ή να γίνονται προσθήκες ανάλογα με τα νέα επιστημονικά δεδομένα που κάθε φορά προκύπτουν. Η ένταξη ενός υλικού στον ΕΚΑ δεν σημαίνει ότι το υλικό είναι οπωσδήποτε απόβλητο. Η καταχώρηση πραγματοποιείται μόνον όταν το υλικό ανταποκρίνεται στον ορισμό του αποβλήτου. Ο ΕΚΑ πρόκειται να αποτελέσει ονοματολογία αναφοράς, παρέχοντας μια

κοινή για όλη την Κοινότητα ορολογία, με σκοπό την αποτελεσματικότερη διαχείριση των αποβλήτων, και την εναρμόνιση των εθνικών συστημάτων.

Η οδηγία 94/62/ΕΚ, (της 20ής Δεκεμβρίου 1994) θεσπίζει το πλαίσιο για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας, η οποία αφορά όλες τις συσκευασίες που κυκλοφορούν στην ευρωπαϊκή αγορά και όλα τα απόβλητα συσκευασίας, που παράγονται από τις βιομηχανίες, τα εμπορικά καταστήματα, τα γραφεία, τα εργαστήρια, τις δημόσιες υπηρεσίες, ή και τα νοικοκυριά ανεξαρτήτως υλικού. Η οδηγία θεσπίζει μέτρα που αποσκοπούν στην πρόληψη της δημιουργίας στερεών αποβλήτων συσκευασίας καθώς επίσης στην επαναχρησιμοποίηση των συσκευασιών, στην ανακύκλωση, στην ανάκτηση των στερεών αποβλήτων συσκευασίας με στόχο τη μείωση της τελικής διάθεσης των στερεών αποβλήτων συσκευασίας. Στηριζόμενα τα Κράτη- Μέλη στα παραπάνω μέτρα θα πρέπει να επιτύχουν τους ακόλουθους ποσοτικούς στόχους:

- Μέχρι την 31^{η} Δεκεμβρίου 2005 το αργότερο πρέπει να ανακτάται το 50% τουλάχιστον και το 65% το πολύ του βάρους των στερεών αποβλήτων συσκευασίας.
- Στο πλαίσιο του γενικού αυτού στόχου και εντός της ίδιας προθεσμίας πρέπει να ανακυκλώνεται το 25% τουλάχιστον και το 45% το πολύ, και οπωσδήποτε το 15% κατά βάρος κάθε υλικού συσκευασίας, του βάρους του συνόλου των υλικών συσκευασίας που περιέχονται στα στερεά απόβλητα συσκευασίας.
- Μέχρι την 31^{η} Δεκεμβρίου 2010 ένα ποσοστό των στερεών αποβλήτων συσκευασίας πρέπει να ανακτάται και να ανακυκλώνεται. Το ποσοστό αυτό πρέπει να καθορίζεται από το Συμβούλιο με σκοπό την ουσιαστική αύξηση των ποσοτικών στόχων που αναφέρονται στα παραπάνω δύο σημεία.

Με την οδηγία 2004/12/ΕΚ, (της 21ης Απριλίου 2004) της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναθεωρείται η Οδηγία 94/62/ΕΚ για τις Συσκευασίες και τα στερεά απόβλητα Συσκευασίας. Πιο συγκεκριμένα δίνονται διευκρινίσεις σχετικά με τον ορισμό των συσκευασιών, με νέα έμφαση στην πρόληψη του σχηματισμού στερεών αποβλήτων συσκευασίας μέσω σχεδίων για τη θέσπιση της ευθύνης του παραγωγού, για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των συσκευασιών, την ενθάρρυνση της ανάπτυξης κατάλληλων ευρωπαϊκών προτύπων από την Επιτροπή και άλλων μέτρων.

Αναφορικά με τους ποσοτικούς στόχους αυτοί καθορίζουν:

α) έως τις 30 Ιουνίου 2001 το αργότερο, ανάκτηση ή αποτέφρωση σε εγκαταστάσεις αποτεφρώσεως στερεών αποβλήτων με ανάκτηση ενέργειας μεταξύ 50% τουλάχιστον και 65% το πολύ κατά βάρος, των στερεών αποβλήτων συσκευασίας·

β) έως τις 31 Δεκεμβρίου 2008 το αργότερο, ανάκτηση ή αποτέφρωση σε εγκαταστάσεις αποτεφρώσεως στερεών αποβλήτων με ανάκτηση ενέργειας 60% τουλάχιστον κατά βάρος, των στερεών αποβλήτων συσκευασίας·

γ) έως τις 30 Ιουνίου 2001 το αργότερο, ανακύκλωση μεταξύ 25% τουλάχιστον και 45% το πολύ, κατά βάρος, του συνόλου των υλικών συσκευασίας που περιέχονται στα στερεά απόβλητα συσκευασίας, με ελάχιστο ποσοστό 15% κατά βάρος, για κάθε υλικό συσκευασίας·

δ) έως τις 31 Δεκεμβρίου 2008 το αργότερο, ανακύκλωση μεταξύ 55% τουλάχιστον και 80% το πολύ, κατά βάρος, των στερεών αποβλήτων συσκευασίας·

ε) έως τις 31 Δεκεμβρίου 2008 το αργότερο, επίτευξη των ακόλουθων ελάχιστων στόχων ανακύκλωσης για υλικά που περιέχονται σε στερεά απόβλητα συσκευασίας:

i. 60%, κατά βάρος, για το γυαλί,
ii. 60%, κατά βάρος, για το χαρτί και χαρτόνι,
iii. 50%, κατά βάρος, για τα μέταλλα,
iv. 22,5%, κατά βάρος, για τα πλαστικά, λαμβάνοντας αποκλειστικά υπόψη υλικά που ανακυκλώνονται εκ νέου σε πλαστικά,
v. 15%, κατά βάρος, για το ξύλο.

Η Ελλάδα, η Ιρλανδία και η Πορτογαλία μπορούν, λόγω της ειδικής τους κατάστασης, δηλαδή του μεγάλου αριθμού μικρών νήσων, της ύπαρξης αγροτικών και ορεινών περιοχών και του υφισταμένου σήμερα χαμηλού επιπέδου κατανάλωσης συσκευασιών, αντίστοιχα, να αποφασίσουν:

α) να επιτύχουν έως τις 30 Ιουνίου 2001 χαμηλότερους στόχους από τους στόχους που αναφέρονται παραπάνω στις παραγράφους α) και γ) αλλά να επιτύχουν ποσοστό τουλάχιστον 25% όσον αφορά την ανάκτηση ή την αποτέφρωση σε εγκαταστάσεις αποτέφρωσης στερεών αποβλήτων με ανάκτηση ενέργειας

β) να μεταθέσουν την επίτευξη των στόχων των παραγράφων α) και γ) σε μεταγενέστερη ημερομηνία έως το αργότερο τις 31 Δεκεμβρίου 2005.

γ) και να μεταθέσουν την επίτευξη των παραπάνω στόχων των παραγράφων β), δ) και ε) σε ημερομηνία της επίτευξής τους όμως το αργότερο έως τις 31 Δεκεμβρίου 2011.

Σχετικά με τα νέα κράτη μέλη που προσχώρησαν στην Ευρωπαϊκή Ένωση δυνάμει της συνθήκης προσχώρησης της 16ης Απριλίου 2003 χρειάζονται περισσότερο χρόνο προκειμένου να προσαρμόσουν τα συστήματά τους, ανακύκλωσης και ανάκτησης, στους στόχους της οδηγίας 94/62/ΕΚ. Έτσι λοιπόν εκδόθηκε οδηγία 2005/20/ΕΚ (της 9^{ης} Μαρτίου 2005), για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας, που στηριζόμενη στα μέτρα της οδηγίας 94/62/ΕΚ, εναρμόνισε τους στόχους της κυρίως ως προς το χρόνο επίτευξής τους.

Comment [u1]:

Comment [u2R1]:

2.4. ΕΘΝΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Ορόσημο για την Ελλάδα στο θέμα της προστασίας του περιβάλλοντος υπήρξε το έτος 1975 με τη ψήφιση του Συντάγματος του 1975, στον οποίο με τα άρθρα 24 και 117 παρ. 3-4 καθιερώνεται για πρώτη φορά άμεσα η συνταγματική προστασία του περιβάλλοντος. Σημαντική είναι η Υγειονομική διάταξη για τα στερεά απόβλητα, Ε1β 301/1964, «περί συλλογής, αποκομιδής και διάθεσης στερεών αποβλήτων», που εξακολουθεί να ισχύει και σήμερα. Η Διάταξη αυτή, (α) περιγράφει τις τεχνικές προδιαγραφές διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, καθώς και τις βασικές τεχνικές οδηγίες για την υγειονομική ταφή στην Ελλάδα, (β) παρέχει λεπτομερειακή περιγραφή όλων των μεθόδων διάθεσης που είναι δυνατόν να εφαρμοσθούν, (γ) δίνει αρκετά λεπτομερείς προδιαγραφές για κάθε μέθοδο (δ) περιγράφει όλα τα στάδια της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων και (ε) θέτει τις προϋποθέσεις που ένας χώρος πρέπει να εκπληρώνει, ώστε να χρησιμοποιηθεί ως ΧΥΤΑ (Μπεριάτος κ.α., 2003).

Στη συνέχεια ψηφίστηκε ο Νόμος 1650/86 (160/Α) «Για την προστασία του περιβάλλοντος» ο οποίος στηρίζεται στο άρθρο 24 του Συντάγματος. Με το νόμο αυτό θεσπίζονται θεμελιώδεις κανόνες και καθιερώνονται κριτήρια και μηχανισμοί για την προστασία του περιβάλλοντος, έτσι ώστε ο άνθρωπος ως άτομο και ως μέλος του κοινωνικού συνόλου να ζει σ' ένα υψηλής ποιότητας περιβάλλον, μέσα στο οποίο προστατεύεται η υγεία του και ευνοείται η ανάπτυξη της προσωπικότητας του. Αναφέρεται ρητά στην «αρχή της πρόληψης» και θεσμοθετεί τις διαδικασίες για τις «μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων».

Η πρώτη προσπάθεια προσαρμογής της Ελληνικής Νομοθεσίας για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων με την αντίστοιχη Κοινοτική έγινε με την ΚΥΑ 49541/1424/86 (ΦΕΚ 444/Β`/9.7.1986) «Στερεά απόβλητα» σε συμμόρφωση με την οδηγία 75/442/ΕΟΚ. Η πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλείται από τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αστικών αποβλήτων ρυθμίζεται από την ΚΥΑ 82805/2224/93 (ΦΕΚ 699/Α`/9.9.1993), η οποία αναφέρεται μόνο σε εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων και στόχο έχει τη λήψη των απαραίτητων προληπτικών μέτρων για τον περιορισμό των αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα, που προέρχονται από τη λειτουργία τέτοιων εγκαταστάσεων.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η ΚΥΑ 69728/1996 με την έκδοση της οποίας εναρμονίστηκε η εθνική νομοθεσία με τις διατάξεις της Κοινοτικής Οδηγίας 91/156 για τα στερεά απόβλητα και αντικαταστάθηκε η ΚΥΑ 49541/1424/86 (ΦΕΚ 444Â/9-7-1986) «Στερεά απόβλητα σε συμμόρφωση με την οδηγία 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 15ης Ιουλίου 1975». Η ΚΥΑ 69728/824/96 αφορά στη χάραξη των γενικών κατευθύνσεων και στην κατάρτιση ενός πλαισίου

τεχνικών προδιαγραφών για τη διαχείριση των ΑΣΑ. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στη σύνταξη Σχεδίων Διαχείρισης, ορίζοντας αρμόδιους φορείς[2] τόσο για το σχεδιασμό όσο και για την εφαρμογή τους. Επίσης, αναφέρει την ανάγκη της εξυγίανσης και αποκατάστασης των χώρων διάθεσης, μετά το τέλος της λειτουργίας τους και την αποκατάσταση των ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης. Στη ΚΥΑ 69728/1996 προσαρτώνται ως παραρτήματα οι Ευρωπαϊκοί Κατάλογοι Αποβλήτων (ΕΚΑ), όπως καταγράφονται στην Απόφαση 94/3/Κ.

Όσον αφορά την ΚΥΑ 29407/3508 (ΦΕΚ 1572/Β`/16.12.2002) «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων», αυτή ενσωματώνει στην ελληνική νομοθεσία την οδηγία 99/31/ΕΚ όπου αποσκοπεί στη θέσπιση αυστηρών λειτουργικών και τεχνικών απαιτήσεων για τα απόβλητα και τους χώρους υγειονομικής ταφής και προσδιορίζει τα μέτρα και τις διαδικασίες για την πρόληψη και μείωση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τους χώρους υγειονομική ταφής. Η παραπάνω ΚΥΑ θέτει ως στόχο τη μείωση της συνολικής ποσότητας των βιοαποικοδομήσιμων αστικών αποβλήτων που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής στο 75% μέχρι το 2010, στο 50% μέχρι το 2013 και στο 35% μέχρι το 2020 έχοντας ως έτος αναφοράς το 1995. Κατατάσσει τους χώρους υγειονομικής ταφής σε τρεις κατηγορίες: χώρους υγειονομικής ταφής επικίνδυνων αποβλήτων, χώρος υγειονομικής ταφής μη επικίνδυνων αποβλήτων και χώρος υγειονομικής ταφής αδρανών υλικών. Καθορίζει τις προϋποθέσεις και τη διαδικασία χορήγησης άδειας υγειονομικής ταφής αποβλήτων, καθώς και τη διαδικασία ελέγχου, παρακολούθησης και μετέπειτα φροντίδας του ΧΥΤΑ.

Η Απόφαση 26469/1501/Ε103/2003 (ΦΕΚ 864/Β/1.7.2003) τροποποιεί την ΚΥΑ 14312/1302/00 που «συμπληρώνει και εξειδικεύει την ΚΥΑ 113944/97 για τον εθνικό σχεδιασμό διαχείρισης στερεών αποβλήτων». Στους τροποποιημένους πίνακες της απόφασης παρουσιάζονται οι υφιστάμενες μονάδες που απαιτούνται στο πλαίσιο του Εθνικού Σχεδιασμού για τη διαχείριση των οικιακών στερεών αποβλήτων, ως προς την Περιφέρεια Αττικής.

Με την τελευταία έκδοση σχετικής ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909/Β`/22.12.2003) καταργούνται οι εξής ΚΥΑ 69728/824/17-5-1996, ΚΥΑ 113944/17-11-1997 και ΚΥΑ 14312/1302/2000/9-6-2000 που αφορούσαν τη διαχείριση στερεών αποβλήτων. Σύμφωνα με την ΚΥΑ 50910/2003, ορίζεται ως «διαχείριση» η συλλογή, μεταφορά, μεταφόρτωση, προσωρινή αποθήκευση, αξιοποίηση και τελική διάθεση των αποβλήτων. Οι διαφοροποιήσεις και αλλαγές στην ισχύουσα ΚΥΑ 50910/2003 σε σχέση με την ΚΥΑ 69728/824/17-5-1996 αφορούν κυρίως

[2] Αρμόδιοι φορείς για μια περιοχή ορίζονται οι υπηρεσίες καθαριότητας, οι Σύνδεσμοι Διαχείρισης Απορριμμάτων, οι Αναπτυξιακοί Σύνδεσμοι, οι Επιχειρήσεις των ΟΤΑ, οι Διαδημοτικές Επιχειρήσεις, και Ιδιώτες μικροεργολάβοι.

την προσωρινή αποθήκευση. Πιο συγκεκριμένα, στη ΚΥΑ 69728/1996 ως «προσωρινή αποθήκευση» ορίζονταν η χωροθέτηση των αποβλήτων σε ορισμένο και κατάλληλο χώρο μέχρι να πραγματοποιηθεί η συλλογή τους, σε αντίθεση με την ΚΥΑ 50910/2003 «προσωρινή αποθήκευση», ορίζεται η αποθήκευση για ορισμένο χρόνο σε εγκεκριμένο χώρο ή εγκατάσταση. Επιπλέον, ενώ στη ΚΥΑ 69728/96 η προσωρινή αποθήκευση γίνεται με ευθύνη του κυρίου ή κατόχου του χώρου από τον οποίο προέρχονται τα απόβλητα, στην ισχύουσα ΚΥΑ 50910/2003 γίνεται από τον οικείο Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ). Ακόμη δε υπό το καθεστώς της καταργηθείσας ΚΥΑ 69728/96, όταν την προσωρινή αποθήκευση διενεργεί ο Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) δεν απαιτείται έγκριση περιβαλλοντικών όρων, ενώ στην ισχύουσα ΚΥΑ απαιτείται έγκριση.

2.5.ΝΟΜΟΣ 2939/2001 (ΦΕΚ 179/Α΄/6.8.2001)

Αν και η προθεσμία ενσωμάτωσης της οδηγίας 94/62 της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο εθνικό δίκαιο κάθε χώρας έπρεπε να είχε ολοκληρωθεί το έτος 1996, η Ελλάδα εναρμονίστηκε το 2001. Στο μεταξύ ήδη από το 1995, από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ) δημιουργήθηκε μια ομάδα εργασίας που αποτελούνταν από αντιπροσώπους όλων των εμπλεκόμενων παραγόντων (ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπουργείο Εσωτερικών, Ανάπτυξης, Γεωργίας, Ελληνική Εταιρεία Ανακύκλωσης στερεών αποβλήτων, ΕΣΔΚΝΑ, παραγωγούς και διανομείς συσκευασιών, οικολογικές οργανώσεις κλπ.) με σκοπό να καθορίσει τις κατευθύνσεις της εθνικής πολιτικής για τις συσκευασίες και τα στερεά απόβλητα συσκευασίας.

Έτσι λοιπόν, στις 6 Αυγούστου του 2001 δημοσιεύθηκε ο Νόμος 2939 (ΦΕΚ/179 Α) περί «Συσκευασιών και Εναλλακτικής Διαχείρισης των Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων-Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων», στον οποίο ενσωματώνεται η οδηγία 94/62 της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σύμφωνα με το νόμο αυτό θεσπίζεται η υποχρεωτική οργάνωση συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων συσκευασιών από τους υπόχρεους διαχειριστές συσκευασίας[3] (επιχειρήσεις) και η υποχρεωτική συμμετοχή τους σε αυτά, με στόχο την επίτευξη των στόχων επαναχρησιμοποίησης και αξιοποίησης που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση την Οδηγία 94/62.

Οι ρυθμίσεις του νόμου 2939 εφαρμόζονται σε όλες τις συσκευασίες που διατίθενται στην αγορά και στα απόβλητα των συσκευασιών που προέρχονται από

- Τις βιομηχανίες – βιοτεχνίες που παράγουν ή διαθέτουν υλικά (πρωτογενή ή δευτερογενή) για την κατασκευή των συσκευασιών / άλλων προϊόντων
- Τους παραγωγούς ή μετατροπείς των συσκευασιών / άλλων προϊόντων (κατασκευαστές)
- Τους εισαγωγείς (προμηθευτές)
- Αυτούς που θέτουν τα προϊόντα σε συσκευασίες (συσκευαστές – εμφιαλωτήρια)
- Αυτούς που διαθέτουν προϊόντα στην αγορά (εισαγωγείς και διακινητές)
- Τους καταναλωτές
- Τις δημόσιες αρχές
- Τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης

[3] Ως διαχειριστές συσκευασίας εννοούνται οι προμηθευτές πρώτων υλών για συσκευασίες, οι κατασκευαστές και εισαγωγείς συσκευασιών, οι παραγωγοί (συσκευαστές) και εισαγωγείς συσκευασμένων προϊόντων και οι διακινητές συσκευασμένων προϊόντων.

- Τους διαχειριστές των αποβλήτων

Όσον αφορά τα άλλα προϊόντα αυτά μπορεί είναι ελαστικά, οχήματα τέλους κύκλου ζωής, λιπαντικά, ηλεκτρικές στήλες, κ.α.

Με βάση τον παραπάνω νόμο, η Ελλάδα οφείλει να θεσπίσει τα κατάλληλα μέτρα ώστε να επιτύχει έως το τέλος του 2005 τους παρακάτω ποσοτικούς στόχους:

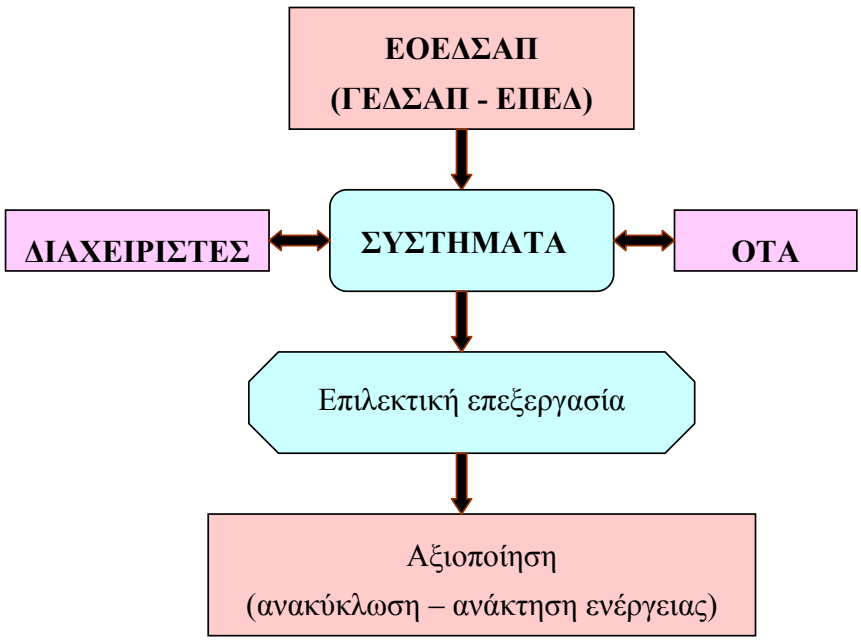
- Αξιοποίηση 50-65% κ.β. των στερεών αποβλήτων συσκευασίας
- Ανακύκλωση 25-45% κ.β. των στερεών αποβλήτων συσκευασίας
- Ανακύκλωση κατά 15% τουλάχιστον ανά υλικό συσκευασίας

Ενώ μέχρι το τέλος του 2011:

- Αξιοποίηση τουλάχιστον 60% κ.β. των στερεών αποβλήτων συσκευασίας
- Ανακύκλωση 55-80% κ.β. των στερεών αποβλήτων συσκευασίας
- Ανακύκλωση τουλάχιστον:
    - ✓ 60%, κατά βάρος, για το γυαλί,
    - ✓ 60%, κατά βάρος, για το χαρτί και χαρτόνι,
    - ✓ 50%, κατά βάρος, για τα μέταλλα,
    - ✓ 22,5%, κατά βάρος, για τα πλαστικά, λαμβάνοντας αποκλειστικά υπόψη υλικά που ανακυκλώνονται εκ νέου σε πλαστικά,
    - ✓ 15%, κατά βάρος, για το ξύλο.

Αξιοσημείωτο είναι το ότι για πρώτη φορά στην Ελλάδα, στις εναλλακτικές μεθόδους διαχείρισης και αξιοποίησης των αποβλήτων γίνεται επίσημα λόγος για καύση με ανάκτηση ενέργειας (χωρίς ρύπανση του περιβάλλοντος).

Για την πραγματοποίηση των παραπάνω στόχων του εν λόγω νόμου ιδρύεται ένας Εθνικός Οργανισμός Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.). Ο Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π. είναι νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου που λειτουργεί χάριν του δημοσίου συμφέροντος και δεν έχει κερδοσκοπικό χαρακτήρα. Έχει πλήρη διοικητική και οικονομική αυτοτέλεια και υπάγεται στον έλεγχο και την εποπτεία του Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ. Βασικός σκοπός του είναι να σχεδιάζει και να εφαρμόζει την πολιτική για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και των άλλων προϊόντων.



Σχήμα 2: Σχηματική παρουσίαση του ΕΟΕΔΣΑΠ (Αρφανάκου, 2004)

Ο Νόμος 2939 υποχρεώνει τις επιχειρήσεις που παράγουν ή εισάγουν συσκευασμένα προϊόντα και τα διαθέτουν στην εγχώρια αγορά να μεριμνήσουν για τη συλλογή και ανακύκλωση των συσκευασιών των προϊόντων τους, είτε οργανώνοντας είτε συμμετέχοντας σε συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης των συσκευασιών αυτών που αφορούν τη δραστηριότητα τους. Η οργάνωση των συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης γίνεται από τους διαχειριστές:

- Ατομικά, από τους ίδιους διαχειριστές των συσκευασιών με την υποχρέωση εφαρμογής συστημάτων εγγυοδοσίας[4]
- Συλλογικά, με τη συμμετοχή τους σε εγκεκριμένα συστήματα συλλογικής διαχείρισης οποιασδήποτε νομικής μορφής, όπως εταιρείες, συνεταιρισμούς, κοινοπραξίες κλπ.

Τα συστήματα ατομικά ή συλλογικά εναλλακτικής διαχείρισης των αποβλήτων συσκευασίας πρέπει να είναι σχεδιασμένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε:

- ✓ να μην δημιουργούν εμπόδια στο εμπόριο ή στρεβλώσεις στον ανταγωνισμό

[4] Σύστημα εγγυοδοσίας νοείται το σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης της συσκευασίας κατά το οποίο ο αγοραστής συσκευασμένου προϊόντος καταβάλλει στο πωλητή χρηματικό αντίτιμο (εγγυοδοτικό αντίτιμο), το οποίο του αποδίδεται κατά την επιστροφή της συσκευασίας (μιας ή πολλαπλής χρήσεως) με σκοπό την εναλλακτική διαχείρισή της.

- ✓ να προστατεύουν την ποιότητα, την γνησιότητα και τα χαρακτηριστικά των συσκευασμένων αγαθών
- ✓ να προστατεύουν τα δικαιώματα του βιομηχανικού και εμπορικού απορρήτου
- ✓ να λαμβάνουν υπόψη την προστασία του περιβάλλοντος, καθώς και την υγεία και ασφάλεια των καταναλωτών
- ✓ να μην δημιουργούν διακρίσεις για τα εισαγόμενα προϊόντα μέσω τελών και όρων.

Η έγκριση κάθε συστήματος ατομικής ή συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης ισχύει για μια χρονική περίοδο έξι ετών και μπορεί να ανανεώνεται με τροποποίηση ή αναθεώρηση του προβλεπόμενου επιχειρησιακού σχεδίου του συστήματος. Κάθε τρία χρόνια από τη χορήγηση της έγκρισης (μελέτης) του συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης διενεργείται έλεγχος από τον Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π. προκειμένου να διαπιστωθεί ότι κατά το χρονικό αυτό διάστημα εφαρμόζονται οι μέθοδοι εναλλακτικής διαχείρισης και επιτυγχάνονται οι προβλεπόμενοι από τη μελέτη στόχοι.

Η εναλλακτική διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων είναι υποχρεωτική για τους ΟΤΑ και μπορεί να οργανωθεί:

- ❖ από τους υπόχρεους φορείς διαχείρισης των δημοτικών αποβλήτων (αυτόνομα) (Δήμους ή Κοινότητες ή Συνδέσμους Δήμων ή Κοινοτήτων), είτε
- ❖ από τα συστήματα ατομικής ή συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης σε συνεργασία με τους παραπάνω φορείς.

Στην περίπτωση αυτή, καταρτίζονται μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών εξαετείς συμβάσεις συνεργασίας.

Επίσης, ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στις οικονομικές παραμέτρους, ώστε το κόστος εφαρμογής των συστημάτων να μην είναι μεγάλο και επιφέρει σημαντική επιβάρυνση στην τελική τιμή του προϊόντος. Οι συσκευασίες που εισάγονται στην αγορά από διαχειριστές που έχουν οργανώσει ατομικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης είτε συμμετέχουν σε συλλογικό σύστημα, οφείλουν να φέρουν την κατάλληλη σήμανση είτε επί της ίδιας της συσκευασίας είτε στην ετικέτα (άρθρο 11, Νόμος 2939/2001). Η σήμανση αυτή υποδηλώνει ότι η συγκεκριμένη βιομηχανία έχει ανταποκριθεί στις νομικές της υποχρεώσεις σχετικά με την αξιοποίηση των απορριμμάτων που προέρχονται από τις συσκευασίες που εισάγει στην αγορά και απορρέουν από τον ισχύοντα νόμο.

3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

3.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

«Στερεά Απόβλητα (ΣΑ) είναι τα στερεά ή ημιστερεά υλικά, τα οποία κάτω από κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες, δεν έχουν αξία ή χρησιμότητα για τον κάτοχό τους ώστε αυτός να συνεχίσει να υφίσταται τη δαπάνη, τη μέριμνα ή το βάρος της διατήρησής τους» (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Δηλαδή το κόστος απόρριψης ή αποβολής τους είναι μικρότερο από το κόστος διατήρησης τους. Με άλλα λόγια ένα αγαθό το οποίο δημιουργείται για να εξυπηρετήσει κάποιο σκοπό, για να καλύψει μια ανάγκη όταν θα έχει εκλείψει ενδεχομένως η ανάγκη αυτή τότε θεωρείται «απόβλητο» για τον ιδιοκτήτη του (Παναγιωτακόπουλος, 2002, Tchobanoglous, 2002). Ο χαρακτηρισμός ενός υλικού ως «απόβλητο» δεν εξαρτάται μόνο από τις ιδιότητές του αλλά και από:

- τις ισχύουσες οικονομικές συνθήκες (η αξία των υλικών μεταβάλλεται χωρικά και χρονικά)
- το κόστος της απόρριψης (μπορεί να αυξηθεί με την επιβολή τελών)
- την ισχύουσα νομοθεσία (πρόστιμο πλημμελούς ή παράνομης απόρριψης) (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002)

Μία από τις δυσκολότερες ως προς τη διαχείρισή τους κατηγορία αποβλήτων είναι τα αστικά στερεά απόβλητα. Στα Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ), ανήκουν τα οικιακά στερεά απόβλητα που παράγονται από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών, τα εμπορικά στερεά απόβλητα από τις εμπορικές δραστηριότητες, εκείνα που προέρχονται από τον καθαρισμό οδών και άλλων κοινόχρηστων χώρων καθώς και άλλα στερεά απόβλητα τα οποία από τη φύση τους ή τη σύνθεσή τους μπορούν να εξομοιωθούν με τα οικιακά στερεά απόβλητα. Όμως το τι είναι ουσιαστικά ΑΣΑ είναι θέμα ορισμού, και συμπεριλαμβάνονται σε ειδικό κατάλογο τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (ΕΚΑ) (Παναγιωτακόπουλος, 2002; Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002).

Οι ποσότητες που παράγονται ανά περίοδο (μέρα, έτος) σε μια περιοχή (πόλη, νομό, περιφέρεια), όπως και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ είναι τα πλέον βασικά στοιχεία για το σχεδιασμό ενός συστήματος διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002). Οι ποσότητες των ΑΣΑ και των βασικών συστατικών τους εκφράζονται σε βάρος ανά κάτοικο ανά έτος (kg/άτομο/έτος), ενώ τα ποιοτικά χαρακτηριστικά μπορούν να διαχωριστούν σε φυσικά, χημικά μικροβιολογικά και βιολογικά (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων ποικίλουν από χώρα σε χώρα, από περιοχή σε περιοχή, από πόλη σε πόλη, ακόμα και από νοικοκυριό σε νοικοκυριό. Στις περισσότερο ανεπτυγμένες χώρες, αλλά και στις μεγαλύτερες πόλεις, παρατηρούνται αυξημένες αναλογίες σε υλικά όπως το χαρτί, το πλαστικό, το γυαλί και τα μέταλλα, σε αντίθεση με τα ζυμώσιμα που παρουσιάζουν σχετικά μικρότερες αναλογίες. Στις βιομηχανικά και οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες οι ποσότητες των απορριμμάτων που παράγονται ανά άτομο είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες των λιγότερο ανεπτυγμένων ή των φτωχότερων χωρών. Οι βιομηχανίες, συνήθως, για να προσελκύσουν τον καταναλωτή περικλείουν τα προϊόντα τους σε εντυπωσιακές αλλά πολλαπλές συσκευασίες (ποσότητες νάιλον και χαρτιού). Από την άλλη οι δημόσιες υπηρεσίες των πόλεων παράγουν μεγάλες ποσότητες χαρτιού (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Αντίστοιχες διαφορές στην παραγωγή των συνολικών απορριμμάτων παρατηρούνται μεταξύ πόλεων και επαρχίας μέσα σε μια χώρα. Δηλαδή στις πόλεις τα απορρίμματα που παράγονται ανά άτομο είναι συνήθως περισσότερα από αυτά που παράγονται στην επαρχία. Επίσης υπάρχουν διαφορές στις συνήθειες των κατοίκων των πόλεων και της επαρχίας, ειδικά όσον αφορά στα ζυμώσιμα. Τα νοικοκυριά που διατηρούν ζώα είναι δεδομένο ότι τα υπολείμματα τροφής θα τα χρησιμοποιούν για αυτά. Το ίδιο συμβαίνει και στις λιγότερο αναπτυγμένες περιοχές όπου η κύρια δραστηριότητα είναι ο πρωτογενής τομέας, δηλαδή η γεωργία και η κτηνοτροφία (Παναγιωτακόπουλος, 2002; Γαβριλάκης, 2000).

Οι παραπάνω διαφοροποιήσεις οφείλονται σε ποικίλους παράγοντες. Βασικός παράγοντας είναι η κοινωνικό-οικονομική κατάσταση και η παιδεία του πολίτη. Το βιοτικό επίπεδο των πολιτών, ο τρόπος ζωής και οι καταναλωτικές τους συνήθειες επηρεάζουν τόσο τις ποσότητες όσο και τη σύνθεση των παραγόμενων απορριμμάτων. Έχει παρατηρηθεί ότι η οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας εκλαμβάνεται από τους περισσότερους πολίτες ως ευκαιρία κατανάλωσης περισσότερων αγαθών (Παναγιωτακόπουλος, 2002; Γαβριλάκης, 2000).

Επιπλέον, ένας από τους βασικούς παράγοντες που συμβάλουν τόσο στην ποσότητα όσο και στη σύσταση των απορριμμάτων που παράγονται είναι οι πολιτικές μείωσης και ανακύκλωσης που εφαρμόζονται.

3.2.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΑ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΝΟΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΣΑ

Οι περισσότεροι από τους παράγοντες που αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο 3.1, επηρεάζουν την ποσότητα και την ποιότητα των αστικών στερεών αποβλήτων αρνητικά, δηλαδή προς την αύξησή τους και την τοξικότητα τους αντίστοιχα. Το πρόβλημα αυτό οδήγησε στη διαμόρφωση ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται αναλυτικά ένα σύστημα διαχείρισης αστικών στερών αποβλήτων.

Ως Σύστημα Διαχείρισης ΑΣΑ νοείται το σύνολο των διεργασιών που ακολουθεί ένας Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης, υπό την καθοδήγηση της Πολιτείας, στην προσπάθειά του να διαχειριστεί όλα εκείνα τα υλικά που οι πολίτες θεωρούν άχρηστα. Όλα τα σημεία της διαδρομής που ακολουθεί μια ποσότητα αστικών στερεών αποβλήτων (από την παραγωγή της μέχρι την διάθεσή της σε κάποιο χώρο), που είναι υπεύθυνα για την πρόκληση δυσμενών επιπτώσεων είναι: η προσωρινή αποθήκευση, η συλλογή-μεταφορά, η επεξεργασία, και η διάθεση (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002).

3.2.1. ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Ως το πρώτο στάδιο ενός Συστήματος Διαχείρισης ΑΣΑ, τα αστικά στερεά απόβλητα που παράγονται, τοποθετούνται προσωρινά σε υποδοχείς απορριμμάτων ή σε χώρους προσωρινής αποθήκευσης. Οι υποδοχείς αυτοί μπορεί να είναι κοινές πλαστικές σακούλες, ή κάδοι, ή απορριμματοκιβώτια μεγάλης χωρητικότητας (κοντέινερς) (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002). Χαρακτηριστικά οι πλαστικές σακούλες είναι αυτές που τοποθετούνται στο πεζοδρόμιο προς συλλογή. Όσον αφορά τους κάδους, ποικίλουν από κυλιόμενοι ή σταθεροί, σε μεταλλικούς ή πλαστικούς. Τα απορριμματοκιβώτια (κοντέινερς) είναι ανοιχτοί μεταλλικοί υποδοχείς απορριμμάτων μεγάλης χωρητικότητας που τοποθετούνται σε επιλεγμένα σημεία όπου παρατηρείται αυξημένη παραγωγή. Χώρος προσωρινής αποθήκευσης των στερεών αποβλήτων είναι ένας χώρος (π.χ. στην κατοχή εμπορικών καταστημάτων), καλά αεριζόμενος, εύκολα προσπελάσιμος, ευρύχωρος που παρέχει την ευχέρεια για εύκολους χειρισμούς των εργατών καθαριότητας, που μεταφέρουν τα απορρίμματα για εκκένωση (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002; Miller, 1999).

Όταν πραγματοποιείται διαλογή στην πηγή απαιτείται η ενεργός συμμετοχή των πολιτών οι οποίοι κατ' ελάχιστον πρέπει να διαχωρίζουν, να συγκεντρώνουν τα προς ανάκτηση υλικά με βάση τις οδηγίες του προγράμματος στο οποίο συμμετέχουν (ανακύκλωση). Η διαλογή μπορεί να πραγματοποιείται για ένα υλικό (π.χ. χαρτί) ή μια ομάδα υλικών (χαρτί, γυαλί, μέταλλο, πλαστικό). Έτσι λοιπόν τοποθετούνται οι αντίστοιχοι κάδοι για την αξιοποίηση του προγράμματος.

Μεγάλοι κάδοι τοποθετούνται στα Κέντρα (ή Πάρκα) Ανακύκλωσης, δηλαδή εγκαταστάσεις όπου οι πολίτες με δικά τους μέσα και πρωτοβουλία μεταφέρουν και τοποθετούν τα υλικά στόχους (χαρτί, πλαστικό, μέταλλο, γυαλί, κλπ.). Οι κάδοι αυτοί ποικίλουν ώστε να συλλεχθεί το κάθε ένα από τα υλικά στόχους χωριστά. Τα πλεονεκτήματα των κέντρων συλλογής είναι η καταλληλότητά τους για αγροτικές και αραιοκατοικημένες περιοχές, όπου ο πληθυσμός είναι διασκορπισμένος. Ως επέκταση των κέντρων ανακύκλωσης μπορούν να λειτουργούν τα κέντρα αγοράς υλικών, δηλαδή αυτά που προσφέρουν ένα αντίτιμο για τα συλλεγόμενα υλικά.

Στην περίπτωση εφαρμογής της τεχνικής συλλογή «πόρτα – πόρτα», οι κάτοικοι τοποθετούν στην πόρτα τους τα προς ανάκτηση υλικά προκαθορισμένες ημέρες, ώστε να συλλεχθούν από το όχημα συλλογής και να οδηγηθούν (ίσως μέσω κάποιου Κέντρου Διαλογής και Ανάκτησης Υλικών - ΚΔΑΥ) προς ανακύκλωση. Με τη μέθοδο αυτή ανακτώνται συνήθως εφημερίδες, όπως επίσης φιάλες και κουτιά.

Κατά την εφαρμογή ενός προγράμματος συλλογής σε κεντρικά σημεία, ειδικοί κάδοι ανακύκλωσης τοποθετούνται σε σημεία εύκολης πρόσβασης στους οποίους οι κάτοικοι μεταφέρουν και απορρίπτουν τα προς ανακύκλωση υλικά. Μπορεί να χρησιμοποιείται ένας κάδος ανά υλικό ή σε έναν κάδο να συγκεντρώνεται το σύνολο των υλικών (χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο, κλπ.). Η συχνότητα συλλογής των υλικών εξαρτάται από την ποσότητα και τον όγκο των υλικών που συλλέγονται, καθώς επίσης και από τον αριθμό και τη θέση των κάδων. Συνήθως πάντως η συλλογή γίνεται κάθε εβδομάδα ή κάθε δεκαπέντε ημέρες. Η χωροθέτηση των κάδων ανακύκλωσης είναι εξαιρετικά σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία του προγράμματος, καθότι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη παράμετροι όπως η ευκολία πρόσβασης, η καλαίσθητη εμφάνισή τους κλπ. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι συχνή η εφαρμογή προγραμμάτων κοινής συλλογής πολλών ρευμάτων κυρίως ξηρών ανακυκλώσιμων σε ένα κοινό κάδο ανακύκλωσης. Η πυκνότητα τοποθέτησης αυτών των κάδων ανακύκλωσης είναι συνήθως παρόμοια με αυτή των κάδων συλλογής των υπόλοιπων αποβλήτων (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002; Παναγιωτακόπουλος, 2002).

3.2.2. ΣΥΛΛΟΓΗ – ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Η συλλογή των αστικών στερεών αποβλήτων είναι το στάδιο κατά το οποίο τα ΑΣΑ, που έχουν συγκεντρωθεί προσωρινά στους κάδους, συλλέγονται από κάποιο όχημα. Η συλλογή διακρίνεται σε χειρωνακτική (εργάτες), σε ημιαυτόματη (απορριμματοφόρο με μηχανισμό πλευρικής φόρτωσης), και αυτόματη, (απορριμματοφόρα εμπρόσθιας φόρτωσης) (Μουσιόπολους, 2002). Οι επιλογές του Φορέα Διαχείρισης για τη συλλογή περιστρέφονται γύρω από τη συχνότητα συλλογής, τους τύπους, τα μεγέθη και τον αριθμό των κάδων και των απορριμματοφόρων, τους χώρους τοποθέτησης των κάδων, τις διαδρομές των απορριμματοφόρων, κτλ. Η επίδοση ενός συστήματος συλλογής, κυρίως ως προς τις ποσότητες και τον τρόπο συλλογής υλικών, επηρεάζεται από την εισαγωγή ενός προγράμματος διαλογής στην πηγή των ανακυκλώσιμων υλικών. Η συχνότητα συλλογής εξαρτάται από τις ανάγκες που προκύπτουν ανάλογα με την περιοχή όπου γίνεται η συλλογή, καθώς και την περιβαλλοντική πολιτική που υιοθετεί κάθε δήμος (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Η "μεταφορά", είναι το στάδιο κατά το οποίο το απορριμματοφόρο έχει ολοκληρώσει τη συλλογή των αστικών στερεών αποβλήτων από το σύνολο των κάδων και οδηγείται προς το χώρο επεξεργασίας ή το χώρο διάθεσης. Κρίσιμος παράγοντας για τις μεγάλες πόλεις είναι η ύπαρξη ή μη σταθμών μεταφόρτωσης αστικών στερεών αποβλήτων. Ο σταθμός μεταφόρτωσης είναι μια μονάδα στην οποία μεταφέρονται προσωρινά τα ΑΣΑ (με τα απορριμματοφόρα), συμπιέζονται με κατάλληλες πρέσες και φορτώνονται σε απορριμματοκιβώτια (κοντέινερς), που στη συνέχεια μεταφέρονται είτε σιδηροδρομικά είτε με ειδικούς οχηματοσυρμούς («νταλίκες») στο χώρο επεξεργασίας ή τελικής διάθεσης (π.χ. ΧΥΤΑ) (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002).

3.2.3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η ολοκληρωμένη διαχείριση των στερεών αποβλήτων στηρίζεται στη χρήση μιας ή ενός συνδυασμού μεθόδων επεξεργασίας (ανακύκλωση, βιολογική επεξεργασία, θερμική επεξεργασία) με στόχο τη μείωση του όγκου και του μεγέθους των αποβλήτων καθώς και την ανάκτηση πρώτων υλών και ενέργειας.

Σχετικά με την ανακύκλωση αναγκαία προϋπόθεση είναι ο διαχωρισμός των αστικών στερεών αποβλήτων σε ομοιογενείς κατηγορίες υλικών με σκοπό τη μετέπειτα ανάκτηση και

επαναχρησιμοποίηση τους (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Τα συστήματα ανακύκλωσης διακρίνονται σε πρωτογενή και δευτερογενή. Στα πρωτογενή συστήματα παράγονται νέα προϊόντα του ίδιου είδους (εφημερίδα, κουτιά αλουμινίου). Στα δευτερογενή τα στερεά απόβλητα μετατρέπονται σε διαφορετικά προϊόντα (Miller, 1999).

Ο διαχωρισμός μπορεί να γίνει και με μηχανική διαλογή στις Μονάδες Μηχανικής Διαλογής κατά την οποία τα ΑΣΑ διαχωρίζονται κατά είδος με μια σειρά μηχανικών και φυσικών μεθόδων. Για παράδειγμα, η ανάκτηση σιδηρούχων υλικών είναι βασισμένη στο μαγνητικό διαχωρισμό. Οι στόχοι μιας Μονάδας Μηχανικής Διαλογής μπορεί να είναι η ανάκτηση υλικών, η παραγωγή compost, η παραγωγή RDF (Refused Derived Fuel) κλπ. Ο βαθμός απόδοσης της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής μπορεί να ξεπεράσει το 50% όταν τα ΑΣΑ πριν το διαχωρισμό έχουν υποστεί προεπεξεργασία (κονιορτοποίηση ή τεμαχισμός, διαχωρισμός με αέρα και κοσκίνισμα).

Η ανακύκλωση σε συνδυασμό με τη διαλογή στην πηγή ορισμένων κατηγοριών αστικών στερεών αποβλήτων (χαρτί, γυαλί, κλπ.), είναι μια πιο ολοκληρωμένη λύση. Όταν μάλιστα σε ένα από τα ρεύματα συλλέγονται ανάμεικτα ανακυκλώσιμα υλικά τότε καθίστανται απαραίτητα τα Κέντρα Διαλογής και Ανάκτησης Υλικών (ΚΔΑΥ). Τα ΚΔΑΥ, αποτελούν εγκαταστάσεις χαμηλής όχλησης, με ελαφρύ εξοπλισμό για τη διαλογή των υλικών, που είναι καθαρά ανακυκλώσιμα υλικά προερχόμενα από διαλογή στην πηγή και όχι σύμμεικτα ΑΣΑ όπως συμβαίνει στην περίπτωση της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής. Στη διαδικασία επεξεργασίας απορριμμάτων σε ένα ΚΔΑΥ, πραγματοποιείται τόσο μηχανική όσο και χειρωνακτική διαλογή, ανάλογα με την επένδυση και το κόστος λειτουργίας της μονάδας (Παναγιωτακόπουλος, 2002; Στοϊλόπουλος, 2002; ΑΕΔΑ, 2005).

Η βιολογική επεξεργασία, που διακρίνεται σε αερόβια (κομποστοποίηση) και σε αναερόβια χώνευση ή βιοαποδόμηση, αποσκοπεί στην εκτροπή των οργανικών αποβλήτων από το χώρο τελικής διάθεσης ή/και στην ανάκτηση κομπόστ ή/και ενέργειας (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Η κομποστοποίηση είναι η ελεγχόμενη βιοεπεξεργασία των οργανικών στοιχείων (π.χ. φρούτα και λαχανικά, φύλλα και κλαδιά, κοπριά ζώων, υπολείμματα καφέ, κλπ.) των αστικών στερεών αποβλήτων, η οποία καταλήγει στην παραγωγή εδαφοβελτιωτικού (compost). Η κομποστοποίηση μπορεί να γίνει σε μεγάλη κλίμακα, σε ειδικές μονάδες στις οποίες πρώτα διαχωρίζονται τα υλικά, στη συνέχεια τεμαχίζονται και ομογενοποιούνται τα μεγέθη. Τέλος υφίστανται επεξεργασία από μικροοργανισμούς, σε αερόβιες συνθήκες. Βασικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα της μεθόδου έχει η διαλογή των υλικών στην πηγή, πριν δηλαδή την

ανάμιξή των οργανικών με άλλα υλικά όπως τα μέταλλα, τα γυαλιά και τα πλαστικά. Η ύπαρξη ανεπιθύμητων υλικών στην επεξεργασία δημιουργεί προβλήματα στην ποιότητα του κομπόστ, καθώς και στην εμπορευματοποίησή του (Παναγιωτακόπουλος, 2002; Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002).

Η αναερόβια βιοεπεξεργασία του οργανικού κλάσματος των αστικών στερεών αποβλήτων είναι μια τεχνητά επιταχυνόμενη διεργασία που λαμβάνει χώρα σε κλειστούς αντιδραστήρες για την παραγωγή βιοαερίου και ιλύος. Το οργανικό κλάσμα των αστικών στερεών αποβλήτων, που εισέρχεται σε αντιδραστήρα για την επεξεργασία του έχει προέλθει μετά από μηχανική διαλογή και ανάκτηση υλικών ή από διαλογή στην πηγή. Το αέριο που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή θερμότητας ή/και ηλεκτρικής ενέργειας. Από την άλλη, η ιλύς μπορεί να μετατραπεί με αερόβια επεξεργασία σε κομπόστ (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Η θερμική επεξεργασία αποσκοπεί κατά πρώτον στη μείωση του όγκου των αστικών στερεών αποβλήτων και τη μετατροπή τους σε λιγότερο επικίνδυνα υλικά και κατά δεύτερον στην ανάκτηση ενέργειας. Ανάλογα με την ποσότητα του παρόντος οξυγόνου, διακρίνουμε τρία είδη θερμικής επεξεργασίας: την αποτέφρωση (καύση με περίσσεια οξυγόνου), την πυρόλυση (απουσία οξυγόνου) και την αεριοποίηση (ενδιάμεση κατάσταση). Μια μονάδα αποτέφρωσης παράγει αέριες εκπομπές και στερεά υπολείμματα. Ανάλογα με το αν το προς καύση υλικό είναι ανάμεικτα ή διαχωρισμένα ΑΣΑ, διακρίνουμε δύο εναλλακτικές καταστάσεις αποτέφρωσης. Μία κατάσταση στην οποία καίγονται ανάμεικτα ΑΣΑ και μια άλλη στην οποία καίγονται ένα μείγμα χαρτιού και πλαστικού (RDF) που έχει προκύψει είτε από διαλογή στην πηγή ή από εργοστάσιο μηχανικής διαλογής.

Η πυρόλυση, διαφέρει από την αποτέφρωση στο ότι απαιτεί υψηλότερες θερμοκρασίες (250-1000 ^{o}C), με πολύ χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου. Με την πυρόλυση παράγονται αέρια (μεθάνιο, μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα), υγρά (πετρελαϊκής φύσης) και στερεά (ανθρακοποιημένα) προϊόντα που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα.

Στην αεριοποίηση σε αντίθεση με την πυρόλυση, τα προς επεξεργασία ΑΣΑ «θερμαίνονται» παρουσία περιορισμένων ποσοτήτων οξυγόνου. Μέσω της ελεγχόμενης ατελούς καύσης επιτυγχάνεται η παραγωγή καύσιμου αερίου πλούσιου σε υδρογόνο (H_2) και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως μεθάνιο). Η θερμότητα για τη διατήρηση της διεργασίας προέρχεται από τις εξώθερμες αντιδράσεις, ενώ καύσιμα προϊόντα παράγονται κυρίως μέσω των ταυτόχρονων ενδόθερμων αντιδράσεων (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002).

3.2.4. ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ

Η διάθεση είναι το τελευταίο, απαραίτητο στάδιο κάθε Συστήματος Διαχείρισης των Αστικών στερεών αποβλήτων. Ενώ παλιότερα τα απόβλητα που τοποθετούνταν στους χώρους ταφής απλά καλύπτονταν στο τέλος της ημέρας με χώμα, σήμερα οι Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) λειτουργούν ως μια βιομηχανία διάθεσης αστικών στερεών αποβλήτων που σκοπό έχει να μειώσει, τις επιπτώσεις της προς τη δημόσια υγεία (υγειονομική) και το περιβάλλον (βιώσιμη) (Thcobanoglous, 2002).

Ο ΧΥΤΑ είναι ένας κατάλληλα διαμορφωμένος χώρος υπεδάφιος ή υπερεδάφιος στον οποίο τα στερεά απόβλητα που αποτίθενται ελέγχονται κατά την αποσύνθεσή τους. (Miller, 1999)

Μετά το τέλος χρήσης του θα πρέπει ο χώρος να αποδοθεί ως μια συμβατή χρήση με τις υπόλοιπες χρήσεις γης στην ευρύτερη περιοχή. Πέραν αυτού δεν αρκεί μόνο η επιτυχία ενός βιώσιμου ΧΥΤΑ αλλά ένας ολοκληρωμένος σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων που στόχο έχει την κατάληξη μικρότερων ποσοτήτων ΑΣΑ στο χώρο διάθεσης.

Παράλληλα ως χώρος διάθεσης θεωρείται ο Χώρος Εδαφικής Διάθεσης Υπολλειμάτων (ΧΕΔΥ). Ο ΧΕΔΥ μπορεί να χρησιμοποιείται για προσωρινή απόθεση αστικών στερεών αποβλήτων πριν προωθηθούν σε άλλες μονάδες επεξεργασίες. Τα απόβλητα αυτά περιέχουν κυρίως βιοαποδομήσιμα υλικά. Επίσης στον χώρο εναπόθεσης μπορεί να έχουμε χωριστούς χώρους «ταφής» για διαφορετικά υλικά με διαφορετικές προδιαγραφές κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

3.3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Όπως αναφέραμε στα προηγούμενα υπό-κεφάλαια, η διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα επιμέρους δραστηριοτήτων (συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία, τελική διάθεση). Δεδομένων των στόχων της διαχείρισης, όλο το σύστημα εκτός από την φυσική του επίδοση χαρακτηρίζεται και από ένα κόστος. Το κόστος διαχείρισης στερεών αποβλήτων σε επίπεδο χώρας ή δήμου διαφοροποιείται ανάλογα με τη γεωγραφική θέση, τον πληθυσμό, τα κοινωνικά δεδομένα, τα πολιτιστικά χαρακτηριστικά, τις καταναλωτικές συνήθειες, τον υπάρχοντα τεχνολογικό εξοπλισμό, καθώς και ανάλογα με τα οικονομικά κριτήρια που αφορούν κυρίως το βιοτικό επίπεδο των πολιτών (Παναγιωτακόπουλος, 2002; Tchobanoglous, 2002).

Σε κάθε φάση ενός συστήματος διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων τα κόστη που διακρίνονται είναι το κόστος επένδυσης, το κόστος λειτουργίας και το κόστος συντήρησης της εγκατάστασης. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος λειτουργίας μιας μονάδας επεξεργασίας διαχείρισης στερεών αποβλήτων είναι η παλαιότητα της μονάδας, το ύψος των αποσβέσεων και ο τρόπος χρηματοδότησης της επένδυσης, η ισχύουσα νομοθεσία, και η χωροθέτησή της (Tchobanoglous, 2002).

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία του συνολικού κόστους που είναι διαθέσιμα στην υφισταμένη βιβλιογραφία προέρχονται συχνά από ανεπτυγμένες χώρες (π.χ. ΗΠΑ, χώρες Βόρειας Ευρώπης). Τα οικονομικά μεγέθη (ή δείκτες) εκφράζονται σε χρηματικές τιμές ανά κάτοικο το χρόνο ή ανά οικογένεια το χρόνο και ανά τόνο αποβλήτων το χρόνο (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Στην Αμερική οι δαπάνες για τις εγκαταστάσεις ανάκτησης υλικών ποικίλλουν από περίπου 20$ έως 40$[5]/τόνο ανάλογα με τη χωρητικότητά τους. Το κόστος ενός σύγχρονου χώρου υγειονομικής ταφής σύμφωνα με τους τρέχοντες αμερικάνικους κανονισμούς και τη χωρητικότητα του, κυμαίνεται από 10$ μέχρι και άνω των 129$ τον τόνο (Tchobanoglous, 2002).

Όσον αφορά την Ευρωπαϊκή Ένωση, τα διαθέσιμα στοιχεία για τα οικονομικά μεγέθη (ή δείκτες) διαχείρισης ΑΣΑ δεν επαρκούν. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι δαπάνες αποκομιδής για τα απόβλητα ανά οικογένεια στα κράτη μέλη δεν έχουν μεγάλες αποκλίσεις, σε αντίθεση με τις δαπάνες ανά τόνο. Αυτό οφείλεται αφενός στη διαφοροποίηση στις ποσότητες παραγωγής και

[5] 1$ ισοδυναμεί με 0,7768€ (8/8/2006)

αφετέρου στο γεγονός ότι μερικά κράτη μέλη ακολουθούν με μεγαλύτερη επιτυχία τη διαλογή στην πηγή.

Όσον αφορά το κόστος συλλογής-μεταφοράς δεν υπερβαίνει το 50% του συνολικού κόστους διαχείρισης (Eunomia, 2001). Αντίθετα όσο πιο απλό (με ή χωρίς επεξεργασία) είναι το σύστημα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων τόσο μεγαλύτερο ποσοστό του συνολικού κόστους αφορά στη συλλογή-μεταφορά των στερεών αποβλήτων (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Η Υγειονομική Ταφή εξακολουθεί να αποτελεί ακόμα και σήμερα την οικονομικότερη μέθοδο διάθεσης. Με μοναδική δυνατότητα ανάκτησης αυτή της ανάκτησης ενέργειας, μέσω της αξιοποίησης του βιοαερίου, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η μέθοδος της διάθεσης συνεπάγεται σπατάλη φυσικών πόρων. Η έλλειψη διαθέσιμης γης αλλά και οι κοινωνικές αντιδράσεις (σύνδρομο NIMBY- Not In My Back Yard[6]) δημιουργούν διαρκώς αυξανόμενα προβλήματα εξεύρεσης χώρων για την εγκατάσταση νέων ΧΥΤΑ. Στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπου η νομοθεσία θέτει αυστηρές προδιαγραφές για την υγειονομική ταφή, το κόστος διάθεσης κυμαίνεται σε €30 έως 50€/τόνο. Το κόστος αυτό αυξάνεται επιπλέον εάν προστεθεί ο φόρος υγειονομικής ταφής που έχουν υιοθετήσει αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες, ώστε να καταστήσουν την υγειονομική ταφή λιγότερο ελκυστική οικονομικά σε σχέση με άλλες μεθόδους επεξεργασίας, όπως για παράδειγμα την ανακύκλωση και την αποτέφρωση. Κατά συνέπεια το κόστος εδαφικής διάθεσης για πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης μπορεί να υπερβαίνει τα 100€/τόνο.

Οι Μέθοδοι Θερμικής Επεξεργασίας για να περιορίσουν της εκπομπές επικίνδυνων ρύπων συνοδεύονται από υψηλά κόστη επένδυσης, αλλά η λειτουργία τους αποδεικνύεται συχνά οικονομικά αποδοτική (μικρές ανάγκες σε γη, να έχει προηγηθεί διαλογή στην πηγή, έσοδα από την ενεργειακή ανάκτηση). Το κόστος επένδυσης που απαιτείται για μια εγκατάσταση αποτέφρωσης ποικίλει ανάλογα με την δυναμικότητα της εγκατάστασης, την εφαρμοζόμενη μέθοδο, την αποτελεσματικότητα των συστημάτων αντιρρύπανσης και την πρακτική τελικής διάθεσης των καταλοίπων (Caruso et al., 1993; Ένωση Δήμων Κύπρου, 2002).

Σε αντίθεση με τις Μονάδες θερμικής επεξεργασίας, οι Μονάδες Ανάκτησης Υλικών παρουσιάζουν χαμηλότερα κόστη επένδυσης, λόγω της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας (Karagiannidis et al., 1996). Τόσο οι μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας όσο και οι μονάδες

[6] Η μη κοινωνική αποδοχή των διαχειριστικών σχεδίων και των προτεινόμενων έργων ή δραστηριοτήτων (Glachant & Whiston, 1996; Αραβώσης, 2001).

ανάκτησης υλικών δε μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς την παρουσία ΧΥΤΑ, στον οποίο οδηγούνται τα στερεά τους κατάλοιπα.

Η διαλογή στην πηγή και η ανακύκλωση δε μπορεί να αποτελέσουν αυτάρκη επιλογή καθώς τουλάχιστον σε αρχική φάση εφαρμογής τα ποσοστά μείωσης της συνολικής ποσότητας των απορριμμάτων που οδηγούνται σε χώρους διάθεσης δεν είναι ικανοποιητικά (Μουσιόπουλος & Καραγιαννίδης, 2002).

Με βάση το σύστημα συλλογής και τις μεθόδους επεξεργασίας που εφαρμόζονται ανά χώρα παρατηρούνται μεγάλες διακυμάνσεις στο κόστος διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Χαρακτηριστικά στο Βέλγιο το συνολικό μέσο κόστος για την αποκομιδή και την επεξεργασία δημοτικών αποβλήτων εκτιμάται σε 88,60€/κάτοικο/έτος. Αυτές οι δαπάνες περιλαμβάνουν τον "φόρο αποβλήτων" ή τον "περιβαλλοντικό φόρο" που πληρώνεται στους δήμους. Ένας δήμος μπορεί να επιλέξει αν θα επιβάλει έναν φόρο αποβλήτων ή έναν περιβαλλοντικό φόρο στους κατοίκους του. Ο μέσος φόρος αποβλήτων είναι €54,76 και ο μέσος περιβαλλοντικός φόρος είναι €69,75 (στοιχεία του 2000) (Eunomia, 2001).

Στη Δανία αρμόδιοι για την διαχείριση των αποβλήτων (275 δήμοι) και ειδικά για τη διάθεση αποβλήτων και την αποτέφρωση είναι οι διαδημοτικές ενώσεις. Επίσης, σύμφωνα με το νομικό πλαίσιο οι δήμοι είναι υποχρεωμένοι να συλλέγουν και να ανακυκλώνουν το χαρτί και το γυαλί από τα νοικοκυριά. Στο πλαίσιο αυτό τα νοικοκυριά καταβάλλουν μια αμοιβή που καλύπτει όλες τις δαπάνες του Δήμου για τη διαχείριση που παρέχει, με κόστος που κυμαίνεται από 107€ έως 147€ ανά κάτοικο ετησίως, συμπεριλαμβανομένης της αποκομιδής, της επεξεργασίας, της ανάκτησης, της διάθεσης, καθώς και των δράσεων πληροφόρησης και ενημέρωσης, κλπ. (Eunomia, 2001)

Στη Γαλλία το συνολικό κόστος (κόστος επένδυσης + κόστος λειτουργίας) της συλλογής ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται (πόρτα-πόρτα, κλπ.) κυμαίνεται από 53€/τόνο έως 206€/τόνο, της διαλογής από 114€/τόνο έως 229€/τόνο, του κομπόστ από 30€/τόνο έως 99€/τόνο, της αποτέφρωσης από 69€/τόνο έως 137€/τόνο και των χώρων υγειονομικής ταφής από 38€/τόνο έως 91€/τόνο (EC, 2005).

Στη Γερμανία το συνολικό κόστος του 'Συστήματος Ανακύκλωσης Συσκευασιών' Duales System Deutschland (DSD) για το έτος 1999 ανήλθε στα 3,7 δις Ευρώ, που αντιστοιχούν σε περίπου 22,5€/κάτοικο/έτος. Συγκριτικά αναφέρεται ότι το κόστος για το 1995 ήταν 4,1 δις €. Το κόστος αυτό περιλαμβάνει τη συλλογή και διαλογή γυαλιού, χαρτιού/χαρτονιού και ελαφρών συσκευασιών, την επιχορήγηση της ανακύκλωσης πλαστικού, το κόστος των δημοσίων σχέσεων

και των ενημερωτικών εκστρατειών, καθώς και το κόστος της έρευνας και ανάπτυξης καινοτόμων μεθόδων ανακύκλωσης (ΑΕΔΑ, 2005).

Στην Ιρλανδία από το 1995, το κόστος που βαραίνει τα νοικοκυριά για τη συλλογή και διάθεση αποβλήτων αυξήθηκε λόγω της αύξησης του φόρου που επιβάλλεται ανά τόνο στερεών αποβλήτων που οδηγούνταν σε ΧΥΤΑ. Ο φόρος αυξήθηκε από περίπου 6-13€/τόνο το 1996 σε περίπου 50€/τόνο μέσα στο 2001. Το κόστος συλλογής και διάθεσης αποβλήτων κυμαίνεται από 157 έως 252 € με μέσο όρο τα 200€ ανά νοικοκυριό το χρόνο (στοιχεία 2001), (Eunomia, 2001).

Στην Ιταλία το κόστος της παροχής υπηρεσιών διαχείρισης στερεών αποβλήτων (συμπεριλαμβανομένου του κόστους συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης) υπολογίζεται σε 4.211 εκατομμύρια ευρώ (στοιχεία από ANAP, ιταλική έκθεση για το 2000, Ρώμη) που αντιστοιχεί σε 75€/κάτοικο/έτος, από το οποίο το μέσο κόστος διάθεσης κυμαίνεται 55-60€/τόνο. Το κόστος διάθεσης ποικίλει (από €20/τόνο μέχρι €180/τόνο) από δήμο σε δήμο λόγω της επιλογής του συστήματος συλλογής, του πληθυσμού της περιοχής (αστικός, ημιαστικός, αγροτικός) και το κόστος επεξεργασίας και διάθεσης (Eunomia, 2001).

Στη Σουηδία, όπου η συνολική παραγωγή αποβλήτων το 1999 ανέρχονταν σε 3.794.000 τόνους (428 kg/κάτοικο), το μέσο κόστος διαχείρισης των αποβλήτων εκτιμάται σε 130€/οικογένεια/έτος και με την επιβολή φόρου στους ΧΥΤΑ το κόστος ανήλθε σε 155€ ανά οικογένεια σύμφωνα με τα στοιχεία του 2000. Το κόστος υγειονομικής ταφής των αποβλήτων κυμαίνεται από 45-110€/τόνο (Eunomia, 2001).

Στην Ελλάδα το κόστος της αποκομιδής-συλλογής (€/τόνο) εμφανίζεται υψηλότερο στις αγροτικές περιοχές, από ότι στις αστικές περιοχές. Αυτό εξηγείται λόγω των διαφορετικών πυκνοτήτων του πληθυσμού, του διαφορετικού σχεδιασμού και προγραμματισμού αποκομιδής, με τα οχήματα αποκομιδής που πρέπει συνήθως να καλύψουν μεγαλύτερες αποστάσεις για να συλλέξουν τα απόβλητα. Οι ενδεικτικές δαπάνες για τη συλλογή, με τη μεταφορά σε μια απόσταση 10km, δίνονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: Ενδεικτικό κόστος συλλογής

Πληθυσμός	Κόστος συλλογής (€/τόνο) (τιμές του 1995)
5,000	67
20,000	40
30,000-90,000	36.5-26
>100,000	25.2

*(**Πηγή**: Eunomia, 2001)*

Στην Ελλάδα σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2001 (Λαζαρίδη κ.α., 2004) προκύπτει ότι το συνολικό κόστος διαχείρισης κυμαίνεται από 21€/τόνο έως 155€/τόνο, ανάλογα με τις αποστάσεις, τις ετήσιες ποσότητες και τη μέθοδο εδαφικής διάθεσης. Το κόστος συλλογής και μεταφοράς αποτελεί το 91% του συνολικού κόστους και το κόστος διάθεσης αποτελεί κατά μέσο όρο το 9% του συνολικού κόστους διαχείρισης. Το κατά μέσο όρο ετήσιο κόστος διαχείρισης απορριμμάτων ανά κάτοικο εκτιμάται σε 42€/έτος με ελάχιστο και μέγιστο κόστος τα 11€/κάτοικο/έτος και τα 130€/κάτοικο/έτος ετησίως, αντίστοιχα. Τα παραπάνω στοιχεία της Ελλάδας είναι συγκρίσιμα με χώρες όπου το κόστος διάθεσης είναι χαμηλό (λόγω χαμηλής τεχνολογίας, έλλειψης φόρων ταφής κλπ.), και το κόστος συλλογής και μεταφοράς αποτελεί συνήθως τουλάχιστον το 80% του συνολικού κόστους του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων (Λαζαρίδη κ.α., 2004), ανάλογα με τη μέθοδο εδαφικής διάθεσης. Όσο εισάγονται νέες αλλά πιο δαπανηρές επεξεργασίες το ποσοστό αυτό μειώνεται (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Τα απαιτούμενα σύγχρονα έργα επεξεργασίας στερεών αποβλήτων χαρακτηρίζονται από υψηλή τεχνολογία και τεχνογνωσία, μεγάλες επενδύσεις και συχνά τεχνολογική εξάρτηση από προηγμένες χώρες. Ο κλάδος της διαχείρισης και ανακύκλωσης αποβλήτων είναι μια βιομηχανία που εμφανίζει μεγάλο ρυθμό ανάπτυξης με εκτιμώμενο κύκλο εργασιών πάνω από 100 δισεκατομμύρια ευρώ στην ΕΕ των 25, και αυξητικούς ρυθμούς που εκτιμώνται σε 3% - 5% ετησίως, ενώ όσον αφορά τις θέσεις εργασίας, αυτές κυμαίνονται από 1,2 ως 1,5 εκατομμύρια (Μαυρόπουλος κ.α., 2006).

Ο δημόσιος τομέας παραμένει κυρίαρχος στην αποκομιδή αποβλήτων στις περισσότερες χώρες, αλλά σε πολλές χώρες η επεξεργασία τώρα κατά ένα μεγάλο μέρος ιδιωτικοποιείται (Psiru, 2006). Η βιομηχανία ανακύκλωσης παρέχει όλο και πιο πολλούς πόρους στην κατασκευαστική βιομηχανία: τουλάχιστον το 50% του χαρτιού και του χάλυβα, το 43% του γυαλιού και το 40% των μη σιδηρούχων μετάλλων που παράγονται στην Ευρώπη προέρχονται σήμερα από ανακυκλωμένα υλικά (EC, 2005).

Comment [u3]: σήμερα

Επίσης στις ΗΠΑ η ανακύκλωση δοχείων αλουμινίου για ποτά έχει ξεπεράσει το 50%. Η ανακύκλωση του αλουμινίου εξοικονομεί το 95% περίπου της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή νέου αλουμινίου από παρθένο μετάλλευμα. (Tietenberg, 2002). Δύο από τις μεγαλύτερες επιχειρήσεις αποβλήτων στην Ευρώπη είναι η Onyx[7] και η SITA[8], οι οποίες αντίστοιχα εξυπηρετούν δημοτικούς και βιομηχανικούς πελάτες, παρέχοντας υπηρεσίες

[7] Δραστηριοποιείται σε δεκαέξι ευρωπαϊκές χώρες.

[8] Δραστηριοποιείται σε δεκαοχτώ ευρωπαϊκές χώρες όπως το Βέλγιο, Δανία, Γερμανία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία κ.α.

αποκομιδής των αποβλήτων και διαλογής, ανακύκλωσης, αποτέφρωσης, διάθεσης σε χώρους υγειονομικής ταφής τόσο αστικών και μη-επικίνδυνων όσο και επιβλαβών αποβλήτων. Η πρώτη απασχολεί 71.000 υπάλληλους και οι πωλήσεις φθάνουν στα 6.200 εκατομμύρια Ευρώ και η δεύτερη απασχολεί περίπου 45.800 υπάλληλους και οι πωλήσεις της φθάνουν στα 5.500 εκατομμύρια Ευρώ. Σύμφωνα με τελευταία στοιχεία του Ιανουαρίου του 2006 στην Ευρώπη ακολουθούν άλλες 25 εταιρείες του κλάδου διαχείρισης αποβλήτων (Psiru, 2006).

4. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΈΝΩΣΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ

4.1. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΈΝΩΣΗ

Έχοντας λάβει υπόψη το συνολικό μέγεθος της αγοράς διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων, στο κεφάλαιο αυτό ακολουθούν ποσοτικά στοιχεία για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων, τόσο στην Ελλάδα όσο και στα υπόλοιπα κράτη-μέλη της ΕΕ, καθώς και η σύγκριση της ανάκτησης και της ανακύκλωσης των απορριμμάτων συσκευασιών με τους στόχους της Ευρωπαϊκής Πολιτικής.

Με βάση τις εκθέσεις των κρατών–μελών προς την Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς και της βάσης δεδομένων της Eurostat, παρατίθενται συγκεντρωτικά στοιχεία αναφορικά με την ποσότητα των αστικών στερεών αποβλήτων που παράγεται συνολικά και κατά άτομο το χρόνο, τη σύσταση τους και τις μεθόδους διάθεσης των αστικών στερεών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα δεδομένα της Eurostat αφορούν τα ΑΣΑ τα οποία περιλαμβάνουν τα οικιακά απόβλητα, και απόβλητα από το εμπόριο (παρόμοια με τα οικιακά), τις μικρές επιχειρήσεις, τα γραφεία, τα δημόσια ιδρύματα και οργανισμούς κλπ. Οι ποσότητες και η σύνθεση των αστικών στερεών αποβλήτων διαφοροποιούνται διαχρονικά και γεωγραφικά, καθώς εξαρτώνται από τα εκάστοτε κοινωνικοοικονομικά και καταναλωτικά χαρακτηριστικά των κρατών/μελών (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

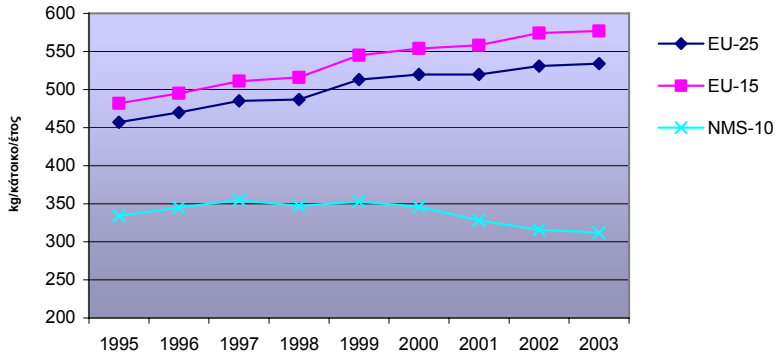
Αστικά στερεά απόβλητά

Όπως παρατηρείται στο Διάγραμμα 1 και στο Παράρτημα ΙΙ (Π.1) από το 1995 ως το 2003 η παραγωγή των αστικών στερεών αποβλήτων στην ΕΕ-25[9] παρουσιάζει μια αύξηση κατά περίπου 2% ετησίως, από 204 εκατομμύρια τόνους (457 kg/κάτοικο/έτος) το 1995 σε 243 εκατομμύρια τόνους (534 kg/κάτοικο/έτος) το 2003. Η ανά κάτοικο παραγωγή των κρατών μελών της Ευρώπης των 15 είναι υψηλότερη από αυτή των νέων μελών, 577 kg/κάτοικο/έτος έναντι 312 kg/κάτοικο/έτος στα νέα κράτη μέλη αντίστοιχα. Επίσης η παραγωγή των αστικών στερεών αποβλήτων ανά κάτοικο των νέων κρατών-μελών (NMS-10) παρουσιάζει μια μείωση μετά το 1999.

[9] EU-15 : Βέλγιο, Δανία, Γερμανία, Ελλάδα, Ισπανία, Γαλλία, Ιρλανδία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Αυστρία, Πορτογαλία, Φινλανδία, Σουηδία, Μ. Βρετανία.

NMS-10:Τσεχία, Εσθονία, Κύπρος, Λετονία, Ουγγαρία, Μάλτα, Πολωνία, Σλοβακία, Κροατία, Ρουμανία.

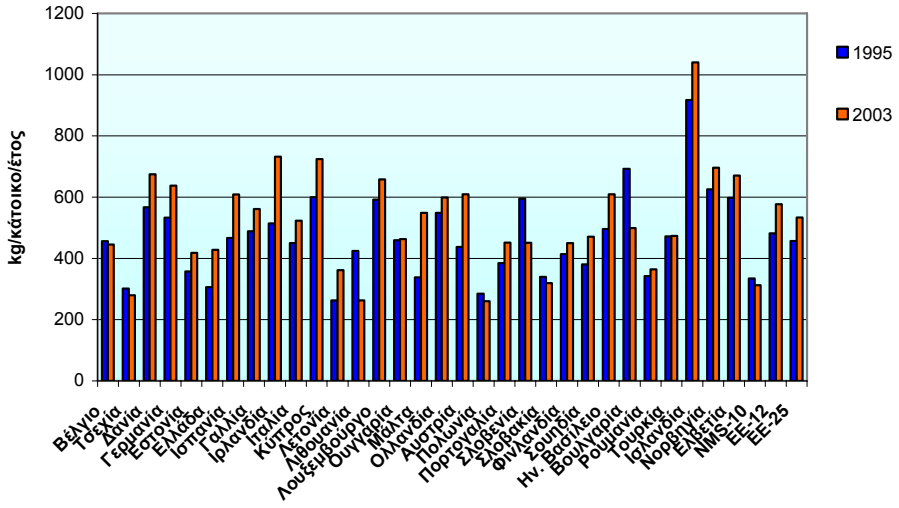
Διάγραμμα 1: Παραγωγή στερεών αποβλήτων (kg/κάτοικο/έτος) κατά τα έτη 1995-2003



*(**Πηγή:** EC, 2005)*

Αναλυτικά για κάθε κράτος-μέλος, σύμφωνα με το Διάγραμμα 2 και στο Παράρτημα ΙΙ (Π.2) η συνολική παραγωγή το 2003 ποικίλλει αρκετά και κυμαίνεται από 260 kg/κάτοικο στην Πολωνία ως 1.040 kg/κάτοικο στην Ισλανδία, με μέσο όρο για την ΕΕ-15 τα 577 kg/κάτοικο. Με εξαίρεση το Βέλγιο, όλες οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 15 έχουν αυξήσει την παραγωγή τους κατά τα έτη 1995 έως 2003. Από τα νέα κράτη μέλη η Βουλγαρία, η Σλοβενία και η Λιθουανία έχουν μειώσει την παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων.

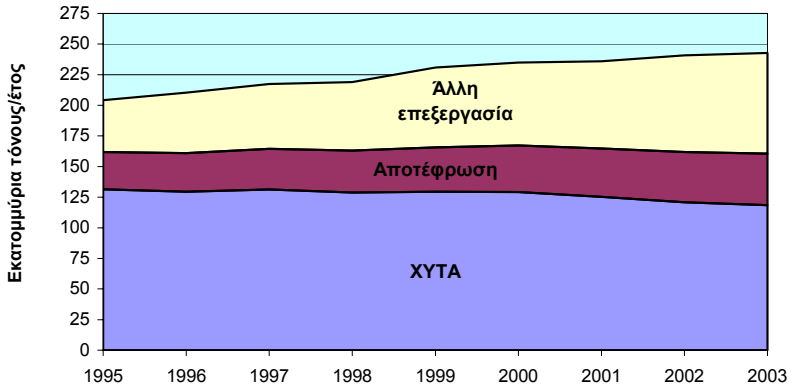
Διάγραμμα 2: Παραγωγή στερεών αποβλήτων από τις Ευρωπαϊκές χώρες για τα έτη 1995 και 2003 (kg/κάτοικο/έτος)



*(**Πηγή**: EC, 2005)*

Ωστόσο, σημαντική είναι η διαφοροποίηση ως προς τις μεθόδους διαχείρισης των ΑΣΑ στην ΕΕ-25, όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3 και στο Παράρτημα ΙΙ (Π. 3). Παρότι η διάθεση των στερεών αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) είναι ακόμα η κύρια επιλογή, το ποσοστό της έχει μειωθεί περίπου στο 10%, από 131,4 εκατομμύρια τόνους το 1995 σε 118,5 εκατομμύρια τόνους το 2003. Αυτό οφείλεται στην αύξηση του ποσοστού των άλλων μεθόδων επεξεργασίας (ανακύκλωση και αποτέφρωση, δηλαδή θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας). Το 2003, το 48,8% των στερεών αποβλήτων οδηγείται σε χώρους ταφής, το 17,3% σε μονάδες αποτέφρωσης και το 33,9% ανακυκλώνεται ή δέχεται επεξεργασία με άλλη μέθοδο.

Διάγραμμα 3: Διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων των ΕΕ-25 κατά τα έτη 1995-2003 (εκατομμύρια τόνους)

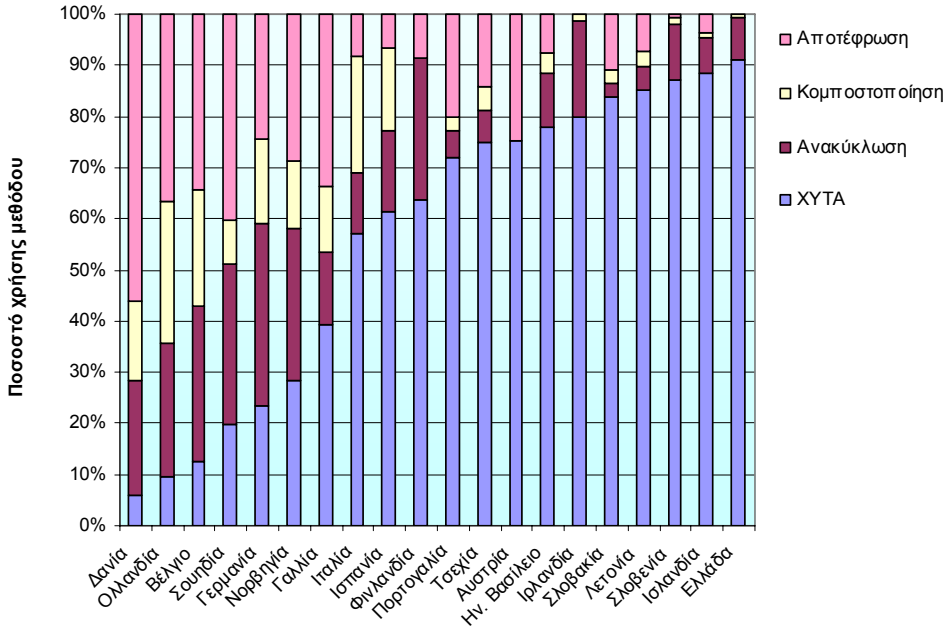


*(**Πηγή**: Eurostat, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/extraction/evalight, Ημερομηνία Πρόσβασης: 7/5/06)*

Αναλυτικότερα το ποσοστό εφαρμογής των διαφόρων μεθόδων επεξεργασίας των αστικών στερεών αποβλήτων σε επιλεγμένες χώρες τη ΕΕ το 2002 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 4 και στο Παράρτημα ΙΙ (Π.4). Τα χαμηλότερα ποσοστά διάθεσης των αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) επιτυγχάνονται από το Βέλγιο, τη Δανία και την Ολλανδία, όπου το ποσοστό δεν υπερβαίνει το 12% των παραγόμενων ποσοτήτων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η διαχείριση των απορριμμάτων τους στηρίζεται σε ένα συνδυασμό μεθόδων επεξεργασίας (αποτέφρωσης, ανακύκλωσης και κομποστοποίησης). Η Δανία (56%), η Σουηδία (41%) και η Ολλανδία (37%) χρησιμοποιούν την καύση σε σημαντικό ποσοστό των αποβλήτων τους ενώ η Γερμανία (33%), η Φινλανδία (28%), και το Βέλγιο (32%) χρησιμοποιούν περισσότερο την ανακύκλωση. Σε σύγκριση με τις υπόλοιπες χώρες η Ολλανδία (28%), το Βέλγιο (22%) και η Ιταλία (24%) χρησιμοποιούν περισσότερο την κομποστοποίηση.

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

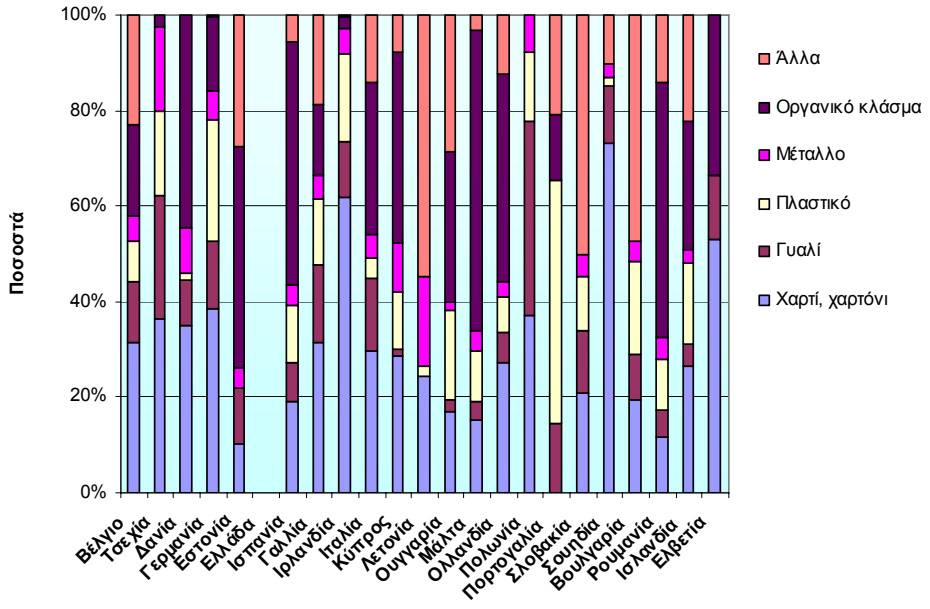
Διάγραμμα 4: Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων σε επιλεγμένες χώρες της ΕΕ το έτος 2002.



***(Πηγή**: Eurostat, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/extraction/evalight, Ημερομηνία Πρόσβασης: 6/5/06)*

Το Διάγραμμα 5 και στο Παράρτημα ΙΙ (Π.5) αν και ελλιπές (δεν διατίθενται στοιχειά για όλες τις χώρες-μέλη) δίνει μια αντιπροσωπευτική εικόνα αναφορικά με τη σύνθεση των παραγόμενων απορριμμάτων στην Ευρώπη. Όπως παρατηρείται, τα οργανικά απόβλητα και το χαρτί αποτελούν στο μεγαλύτερο ποσοστό των παραγόμενων ποσοτήτων.

Διάγραμμα 5: Ποσοστιαία σύνθεση στερεών αποβλήτων που παράγονται σε επιλεγμένες χώρες της ΕΕ το έτος 2002

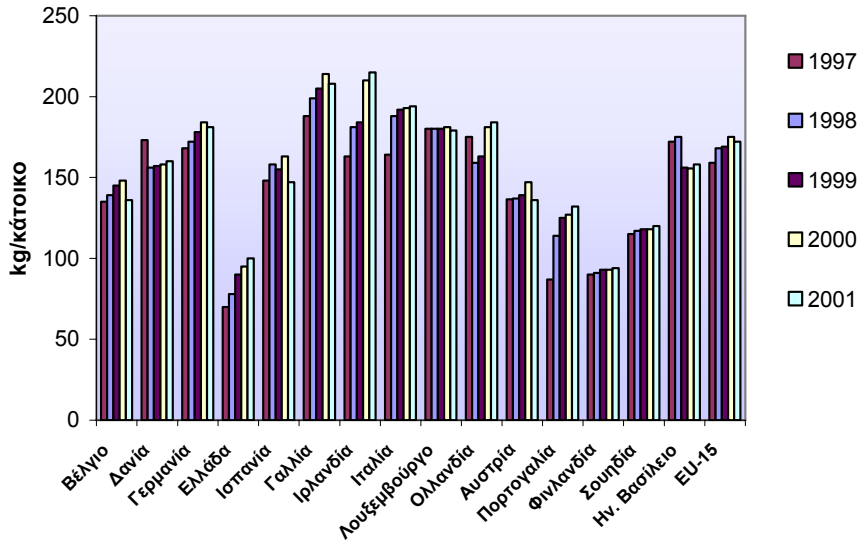


***(Πηγή**: Eurostat, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/extraction/evalight, Ημερομηνία Πρόσβασης: 6/5/06)*

Απορρίμματα συσκευασίας

Από τη σύνθεση που περιγράφηκε παραπάνω το πλαστικό, το γυαλί, τα μέταλλα και το χαρτί είναι τα τέσσερα κύρια υλικά των απορριμμάτων συσκευασίας. Σύμφωνα με το διάγραμμα 6 μεταξύ 1997 και 2001, το σύνολο των απορριμμάτων συσκευασίας αυξήθηκε κατά 7% στην ΕΕ-15. Το 2000–2001 η συνολική ποσότητα μειώθηκε ελαφρώς, κυρίως λόγω μείωσης κατά 12 % στην Ισπανία (ΕΟΠ, 2004).

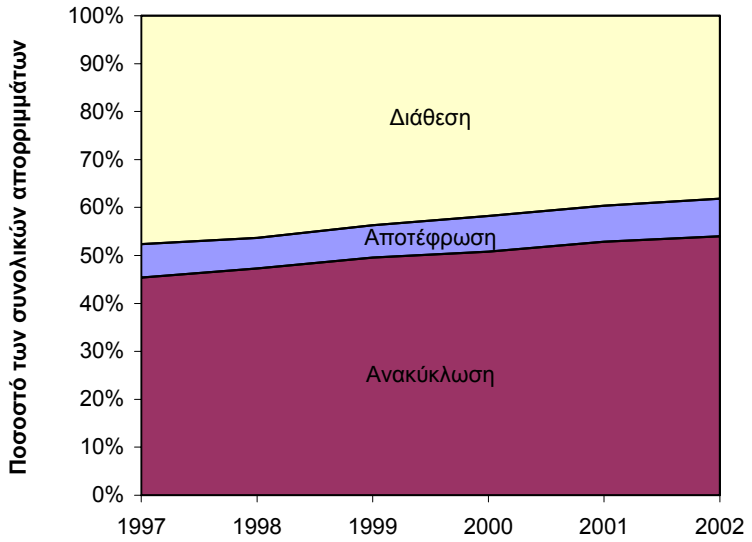
Διάγραμμα 6: Παραγωγή απορριμμάτων συσκευασίας σε kg ανά κάτοικο



*(**Πηγή**: ΕΕΑ,* 2006*)*

Οι ποσότητες απορριμμάτων συσκευασίας διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των χωρών, κυρίως λόγω των διαφορετικών μεθοδολογιών υπολογισμού που εφαρμόζονται. Ειδικότερα, ορισμένες χώρες αναφέρουν στοιχεία μόνο για τα τέσσερα βασικά υλικά ενώ άλλες χώρες αναφέρουν στοιχεία για όλες τις συσκευασίες, περιλαμβανομένου του ξύλου, το οποίο αυξάνει σημαντικά το συνολικό καταγραφόμενο βάρος (ΕΟΠ, 2004; Τσιλέμου & Παναγιωτακόπουλος, 2005-b).

Διάγραμμα 7: Επεξεργασία απορριμμάτων συσκευασίας



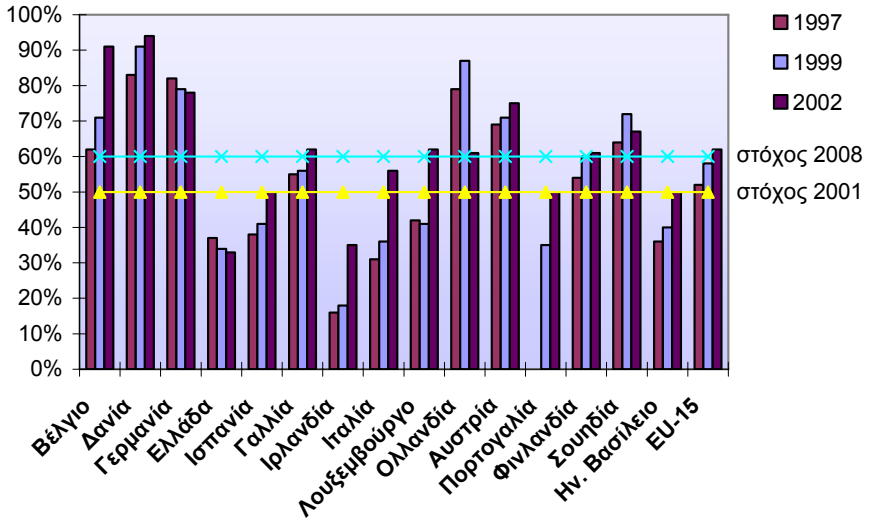
*(**Πηγή**: ΕΕΑ,* 2006*)*

Ένα αυξανόμενο ποσοστό απορριμμάτων συσκευασίας ανακτάται. Οι κύριες μορφές ανάκτησης είναι η ανακύκλωση και η αποτέφρωση για την παραγωγή ενέργειας (Διάγραμμα 7). Το ποσοστό των απορριμμάτων συσκευασίας που ανακυκλώνεται από 46% (27.164.000 τόνους) το 1997 αυξήθηκε στο 53% (36.384.000 τόνους) ενώ το ποσοστό διάθεσης μειώθηκε από το 47% (28.515.000 τόνους) στο 40% (25.740.000 τόνους).

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία της Eurostat τόσο τα ποσοστά ανάκτησης όσο και τα ποσοστά ανακύκλωσης, που παρουσιάζονται στα διαγράμματα 8 και 9 αναλυτικά για κάθε κράτος μέλος (ΕΕ-15), είναι σε αναλογία με την ποσότητα παραγωγής των υλικών συσκευασίας. Στο διάγραμμα 8 και στο Παράρτημα ΙΙ (Π.11) που παρατίθενται στοιχεία για τα 15 κράτη-μέλη για τα έτη 1997-1999-2002, η Δανία, το Βέλγιο και Γερμανία έχουν τα υψηλότερα ποσοστά ανάκτησης: μεταξύ 78 και 95%. Σχετικά με τους ποσοτικούς στόχους ανακύκλωσης που θέτει η 94/62/ΕΚ και η 2004/12/ΕΚ, η Πορτογαλία, η Ελλάδα και η Ιρλανδία, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα κράτη-μέλη που πρέπει να ανακτήσουν τουλάχιστον το 50% κατά βάρος των απορριμμάτων συσκευασίας έως το 2001, έχουν να πετύχουν χαμηλότερο στόχο, ποσοστό τουλάχιστον 25% ανάκτησης κατά βάρος των απορριμμάτων συσκευασίας έως το 2001 και ποσοστό τουλάχιστον 50% ανάκτησης κατά βάρος των απορριμμάτων συσκευασίας έως το 2005. Περισσότερα από τα μισά κράτη μέλη της ΕΕ εκπληρώνουν ήδη το στόχο ανάκτησης 60%

για το 2008. Η Πορτογαλία, η Ελλάδα και η Ιρλανδία μεταθέτει το στόχο του 2008 (60%) για το 2011. Στην προκειμένη περίπτωση καλύτερη πορεία ακολουθεί η Πορτογαλία.

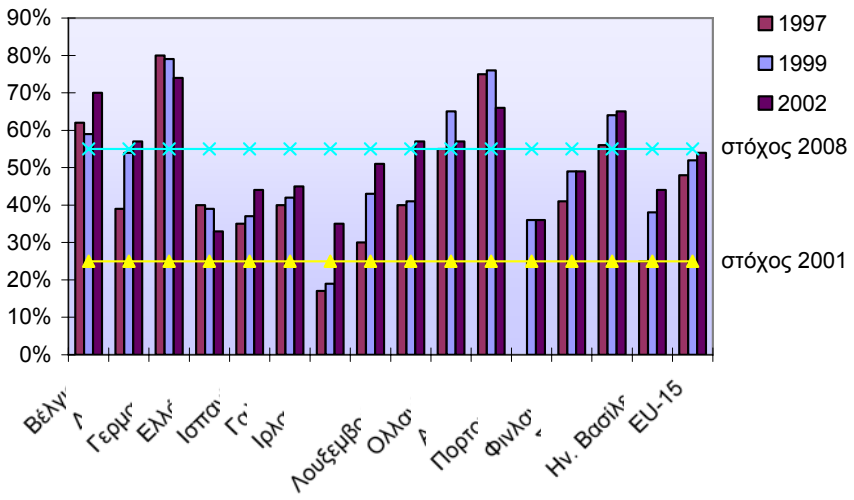
Διάγραμμα 8: Ποσοστό ανάκτησης των υλικών συσκευασίας κατά τα έτη 1997-1999-2002



*(**Πηγή**:EC, 2002)*

Στο Διάγραμμα 9 και στο Παράρτημα ΙΙ (Π.10) το μέσο ποσοστό ανακύκλωσης της ΕΕ μεταξύ 1997 και 2002 αυξήθηκε σταθερά στο 54%, πολύ κοντά στο στόχο του 2008 (55%). Εντούτοις, είναι σαφές ότι μερικές χώρες είναι ακόμα μακριά από το στόχο. Η Γερμανία έχει το υψηλότερο ποσοστό, περίπου 74%, και η Ελλάδα το χαμηλότερο με ποσοστό ανακύκλωσης 33%. Ο στόχος που είχε δοθεί μέχρι το 2001, ανακύκλωση του 25% κατά βάρος των στερεών αποβλήτων, έχει επιτευχθεί από όλα τα κράτη μέλη ακόμα και από την Ελλάδα, την Ιρλανδία και την Πορτογαλία που είχαν χρονικό περιθώριο μέχρι το 2005.

Διάγραμμα 9: Ποσοστό ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας για τα έτη 1997-1999-2001



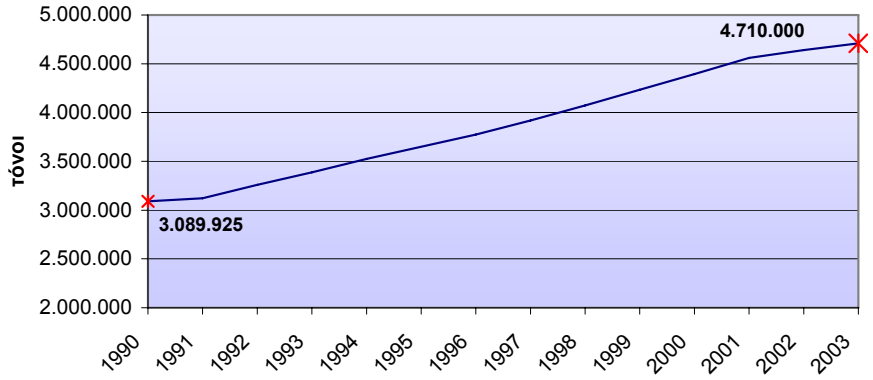
*(**Πηγή**: EC, 2002)*

4.2. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα η παραγωγή των απορριμμάτων παρουσιάζει μια συνεχώς αυξητική πορεία. Η πιο επίκαιρη βάση δεδομένων σχετικά με τις παραγόμενες ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων είναι από την Eurostat για τα έτη 1995 έως το 2003 (Παράρτημα ΙΙ Π.7). Επιπλέον στοιχεία για τις παραγόμενες ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων προέρχονται από το ΥΠΕΧΩΔΕ για τα έτη 1990 έως το 2000 (Παράρτημα ΙΙ Π.6). Η σύμπτυξη αυτών των στοιχείων μας δίνει το Διάγραμμα 10. Η ετήσια παραγωγή για τα ΑΣΑ από 306 kg/κάτοικο (3.089.925 τόνοι) το 1990 ανήλθε το 2003 στα 428 kg/κάτοικο (4.710.000 τόνοι) παρουσιάζοντας μια αύξηση της τάξεως του 50% (Eurostat, 2006). Οι Έλληνες μπορεί να παράγουν λιγότερα ΑΣΑ κατά άτομο σε σχέση με το Ευρωπαϊκό μέσο όρο αλλά είναι πολύ πιθανή η αύξηση της ποσότητας αυτής ειδικά όσο αυξάνει το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) (Lasaridi & Stentiford, 1999; ΕΚΠΑΑ, 2002).

Από τις ποσότητες των παραγόμενων αστικών αποβλήτων τα έτη 1997 έως 2001 ένα ποσοστό της τάξης του 10% προέρχεται από εμπορικές δραστηριότητες. (Eurostat 2006; ΥΠΕΧΩΔΕ 2003; ΚΥΑ 50910/2727).

Διάγραμμα 10: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα κατά τα έτη 1990-2003

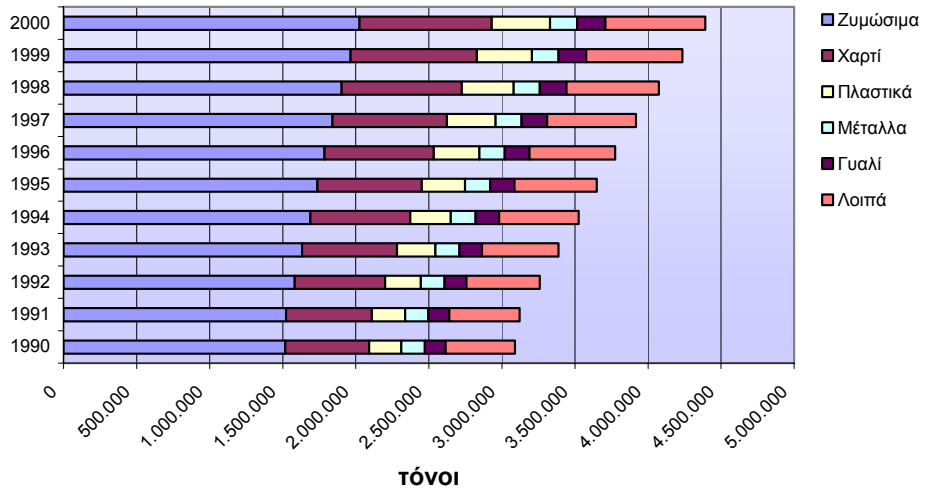


*(**Πηγή**: Eurostat, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/extraction/evalight, Ημερομηνία Πρόσβασης:6/9/2005)*

Εκτεταμένες αναλύσεις των αστικών στερεών αποβλήτων σε Εθνικό επίπεδο δεν έχουν πραγματοποιηθεί, με αποτέλεσμα τη δυσκολία εκτίμησης της πραγματικής τους σύνθεσης. Ωστόσο υπάρχουν κάποια δεδομένα για τη μέση ποιοτική σύσταση των παραγόμενων αστικών στερεών αποβλήτων, από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων

(2002) για τα έτη 1990 έως το 2000 τα οποία παρουσιάζονται στο Παράρτημα ΙΙ (Π.9) (αναλυτικά) και στο Διάγραμμα 11 που ακολουθεί.

Διάγραμμα 11: Σύνθεση αστικών στερεών αποβλήτων (τόνοι) για την περίοδο 1990 - 2000



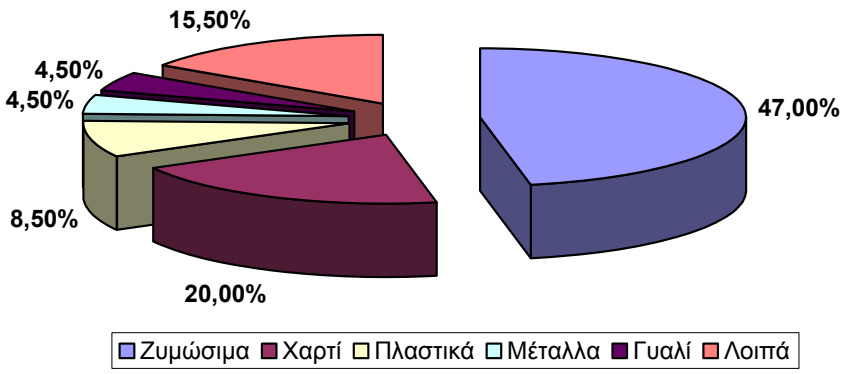
*(**Πηγή**: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2002)*

Το 2000 το μεγαλύτερο ποσοστό των αστικών στερεών αποβλήτων είναι τα ζυμώσιμα υλικά με 46,10% και ακολουθεί το χαρτί με 20,60%, τα πλαστικά με 9,10%, το γυαλί με 4,44%, τα μέταλλα με 4,20% και τα λοιπά υλικά με 15,56%. Σε σύγκριση με το 1990, παρουσιάζονται μικρές αλλαγές στα ποσοστά ανά τύπο αστικών στερεών αποβλήτων, με τα ζυμώσιμα υλικά να εμφανίζουν μείωση (49,10% το 1990), ενώ αύξηση παρουσιάζουν τα πλαστικά (7,10% το 1990) (Διάγραμμα 11). Συνοπτικά μεταβολές στη σύνθεση των αστικών στερεών αποβλήτων είναι μικρές (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2002). Από τα στοιχεία αυτά δεν θα μπορούσαν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την εξέλιξη της σύνθεσης έως το 2020 (Λαζαρίδη κ.α., 2006).

Τα επίσημα στοιχεία μέσης ποιοτικής σύνθεσης της χώρας για το 2001 δίνονται από την ΚΥΑ Η.Π. 50910/2727/2003 [Παράρτημα ΙΙ Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης (μη επικίνδυνων) Στερεών Αποβλήτων] τα οποία δεν διαφοροποιούνται σε σχέση με αυτά του 2000. Όπως παρατηρείται από το διάγραμμα 12 είναι εμφανές το υψηλό ποσοστό ζυμώσιμων υλικών. Το χαρακτηριστικό αυτό θεωρείται ότι δυσχεραίνει την επίτευξη υψηλού ποσοστού ανάκτησης και την εφαρμογή της καύσης ως μεθόδου επεξεργασίας των απορριμμάτων, λόγω του μεγάλου ποσοστού υγρασίας που εμφανίζουν τα υλικά αυτά (ΕΚΠΑΑ, 2002). Ενώ τα ζυμώσιμα υλικά

αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των παραγόμενων στερεών αποβλήτων, το ποσοστό των υλικών συσκευασίας είναι σχετικά χαμηλό.

Διάγραμμα 12: Μέση ποιοτική σύσταση αστικών στερεών αποβλήτων για το έτος 2001



*(**Πηγή**: ΚΥΑ Η.Π. 50910/2727/2003)*

Στα συνολικά παραγόμενα ΑΣΑ τα απορριπτόμενα υλικά συσκευασίας αποτελούν περίπου το 20% κατά βάρος (Η.Π 50910/2727). Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ (2002) η παραγωγή των υλικών συσκευασίας στην Ελλάδα ανέρχεται σε περίπου 100 kg ανά κάτοικο ενώ σύμφωνα με τον ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) ο αντίστοιχος μέσος όρος για την ΕΕ ανέρχεται σε 154 kg/κάτοικο (αναλυτικά στο διάγραμμα 6).

Στα διαγράμματα 8 και 9 η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από μία μείωση της ανάκτησης. Ενώ το 1997 το ποσοστό ανάκτησης των υλικών συσκευασίας ήταν στο 37% το 2002 μειώθηκε στο 33%. Αντίστοιχα η μείωση παρατηρείται και στο ποσοστό ανακύκλωσης από 40% στο 33%. Στον πίνακα 2 παρουσιάζεται η κατάσταση στην Ελλάδα σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία του 2002 από τη Eurostat σε σύγκριση με τους στόχους των Οδηγιών 94/62/ΕΚ και 2004/12/ΕΚ και τον Νόμο 2939/2001.

Πίνακας 2: Σύγκριση των στοιχείων του 2002 με τους στόχους των αποβλήτων συσκευασιών στην Ελλάδα.

Επεξεργασία συσκευασιών	*Στοιχεία του 2002 (%κ.β.)*	*Επίτευξη έως το Δεκέμβριο 2005 (%κ.β.)*	*Επίτευξη έως το Δεκέμβριο 2011 (%κ.β.)*
Ανάκτηση	33%	50% - 65%	60%
Συνολική ανακύκλωση	33%	25% - 45%	55% - 80%
γυαλί	24%	15%	60%
χαρτί και χαρτόνι	68%	15%	60%
μέταλλα	10%	15%	50%
πλαστικά	3%	15%	23%
ξύλο	23%	15%	15%

*(**Πηγή**: ΕC, 2002; Ν. 2939/2001)*

Παρατηρείται ότι η Ελλάδα εκπληρώνει το στόχο της όσον αφορά τα ποσοστά της ανακύκλωσης λόγω της αυξημένης τιμής του χαρτιού και του ξύλου. Από την άλλη όσον αφορά την ανάκτηση και την ανακύκλωση πλαστικού απέχει πολύ από την επίτευξη του στόχου.

Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat για το 2002 το 91% της ποσότητας των ΑΣΑ που παράγεται στη χώρα μας διατίθεται σε χώρους διάθεσης, όπου το 51% αφορά σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) και το 40% σε χώρους ανεξέλεγκτης εναπόθεσης. Το υπόλοιπο 8% ανακτάται μέσω της μονάδας μηχανικού διαχωρισμού των Λιοσίων και των διαφόρων προγραμμάτων διαλογής στην πηγή που βρίσκονται σε αρχική φάση εφαρμογής σε διάφορους Δήμους της χώρας. Επιπλέον ένα ποσοστό της τάξεως 1% οδηγείται σε μονάδα κομποστοποίησης (ΕΚΠΑΑ, 2003). Η Ελλάδα βρίσκεται σε πολύ αρχικά στάδια σχετικά με την ανακύκλωση συγκριτικά με τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες (Διάγραμμα 4).

Όσον αφορά τις εγκαταστάσεις διάθεσης, σήμερα, οι κατασκευασμένοι χώροι υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) ανέρχονται σε 43 από τους οποίους λειτουργούν οι 36. Μέχρι σήμερα έχουν κατασκευαστεί 3 μονάδες επεξεργασίας σύμμεικτων στερεών αποβλήτων [Καλαμάτα, Αττική (Α. Λιόσια) και Χανιά]. Σε μερική λειτουργία βρίσκεται η μονάδα μηχανικής διαλογής-κομποστοποίησης (ΜΔΚ) των Χανίων (δυναμικότητα 70.000 τόνους/έτος) ενώ η μεγάλη μονάδα ανακύκλωσης της Αττικής (δυναμικότητα 400.000 τόνους/έτος) παραμένει σε καθεστώς δοκιμαστικής λειτουργίας. Αναμένεται με τη λειτουργία της να οδηγήσει το ποσοστό εκτροπής των βιοαποδομήσιμων από την ταφή στο 9% σε επίπεδο χώρας (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2003). Η μονάδα

ΜΔΚ της Καλαμάτας (δυναμικότητα 32.000 τόνους/έτος) δεν λειτουργεί (Μαυρόπουλος κ.α., 2006). Στην Αττική λειτουργεί, υπό την ευθύνη του Ενιαίου Συνδέσμου Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Αττικής (Ε.Σ.Δ.Κ.Ν.Α) και την εποπτεία του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ), μονάδα μηχανικής διαλογής μικτών αστικών στερεών αποβλήτων.

Στην Ελλάδα το πρώτο Κέντρο Διαλογής και Ανάκτησης Υλικών που λειτουργεί μέχρι και σήμερα είναι αυτό της Ελληνικής Εταιρείας Αξιοποίησης και Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ) στο Μαρούσι Αττικής. Επίσης ΚΔΑΥ λειτουργούν στην Πάτρα, στη Θεσσαλονίκη, στη Λάρισα, στη Ζάκυνθο, στην Κατερίνη, στη Λαμία, στα Χανιά, στην Καρδίτσα και στα Τρίκαλα (ΕΕΑΑ, Καθημερινή, 14-05-06). Επιπλέον, σε διάφορες περιοχές της χώρας λειτουργούν εγκαταστάσεις κομποστοποίησης μικρής κλίμακας οι οποίες τροφοδοτούνται με υπολείμματα κήπων και καλλιεργειών, καθώς και με ιλύ από μονάδες βιολογικού καθαρισμού της κάθε περιοχής. Όσον αφορά στη θερμική επεξεργασία δεν έχει κατασκευαστεί μέχρι σήμερα καμία μονάδα.

4.3.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Αντικείμενο ιδιαίτερης προσοχής και ειδικών ρυθμίσεων αποτελούν τα απόβλητα συσκευασίας καθότι η παραγωγή αυτών είναι στενά συνδεδεμένη με την οικονομική ανάπτυξη και τα καταναλωτικά πρότυπα (ΕΟΠ, 2004). Το συγκεκριμένο ρεύμα αποβλήτων σύμφωνα με το διάγραμμα 6 σε σχέση με τα άλλα ρεύματα (πχ. ζυμώσιμα) παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αύξηση τόσο σε όγκο όσο και σε βάρος (από 59.831.000 τόνους στην Ευρώπη των 15 κρατών-μελών το 1997 σε 67.411.000 τόνους το 2002) τις τελευταίες δεκαετίες ιδιαίτερα στις βιομηχανικές χώρες. Οι οδηγίες 94/62/ΕΚ και 2004/12/ΕΚ της ΕΕ για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασιών όπως αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο 2 καθορίζουν τους στόχους της Ευρωπαϊκής πολιτικής, θεσπίζουν μέτρα για τη διαχείριση του ανωτέρω ρεύματος αποβλήτων και προωθούν την εφαρμογή και δημιουργία νέων οργανωτικών μομφών-συστημάτων διαχείρισης που μοιάζουν με «εθελοντικές συμφωνίες[10]». Στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα κυριότερα και πιο χαρακτηριστικά συστήματα ανακύκλωσης και εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών που έχουν αναπτυχθεί σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Εξετάζονται τα συστήματα της Γερμανίας, της Γαλλίας, της Μ. Βρετανίας και της Ελλάδας (Τόγια κ.α., 2006; EC, 2001-a,b).

Κάθε κράτος-μέλος είναι υποχρεωμένο να εναρμονίσει το νομικό του πλαίσιο με τις Οδηγίες 94/62/ΕΚ και 2004/12/ΕΚ και να επιτύχει τους ποσοτικούς στόχους των παραπάνω οδηγιών με τη δημιουργία νέων οργανωτικών δομών (εθελοντικές συμφωνίες). Παρόλο που οι στόχοι είναι κοινοί, τα συστήματα που εφαρμόζονται παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις ως προς τις αρμοδιότητες που αναλαμβάνουν οι εμπλεκόμενοι φορείς (ΟΤΑ κλπ.) (EC, 2001-a,b).

Σύμφωνα με τον πίνακα 3 όσον αφορά τους καθορισμένους τομείς δραστηριότητας, η ευθύνη μοιράζεται μεταξύ των οικιακών συσκευασιών και των βιομηχανικών – εμπορικών συσκευασιών στην πλειοψηφία των κρατών μελών. Οι αρμοδιότητες των διαφόρων φορέων διαχωρίζονται κατά την εφαρμογή των παραπάνω συστημάτων. Η συλλογή και η διαλογή των οικιακών απορριμμάτων συσκευασίας είναι ευθύνη κυρίως του δημόσιου τομέα, ενώ η συλλογή και διαλογή των βιομηχανικών – εμπορικών απορριμμάτων συσκευασίας όπως και η ανακύκλωση αναλαμβάνεται από τον ιδιωτικό τομέα. Επίσης οι χώρες Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία (εν μέρει), Ιρλανδία, Λουξεμβούργο, Πορτογαλία, Ισπανία και Ελλάδα κάνουν χρήση του «πράσινου σήματος». Οι βιομηχανίες με τον τρόπο αυτό γνωστοποιούν στους καταναλωτές τη συμμετοχή τους στη συλλογική οργάνωση και στην οικονομική υποστήριξη της συλλογής και

[10] Βασίζονται στις διαπραγματεύσεις και στη συνεργασία των εμπλεκόμενων φορέων.

ανακύκλωσης των συσκευασιών τους με βάση την αρχή ο «ρυπαίνων πληρώνει» (Τόγια κ.α., 2006; EC, 2001-a,b).

Πίνακας 3: Τομείς δραστηριότητας των οργανωτικών σχημάτων στην Ευρώπη

ΧΩΡΑ	ΣΥΣΤΗΜΑ	ΑΡΜΟΔΙΟ ΓΙΑ		ΧΡΗΣΗ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ
		ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ	ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ – ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ	
ΑΥΣΤΡΙΑ	ARA	X	X	X
ΒΕΛΓΙΟ	▪ Forst +	X	–	X
	▪ Val-I-Pack	–	X	–
ΔΑΝΙΑ	OTA	X	X	–
ΦΙΛΑΝΔΙΑ	PYR	X	X	–
ΓΑΛΛΙΑ	▪ Eco-Emballages	X	–	X
	▪ Adelphe	X	–	X
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	▪ DSD	X	–	X
	▪ Άλλες ενώσεις	X	–	–
ΙΡΛΑΝΔΙΑ	REPAK	X	X	X
ΙΤΑΛΙΑ	CONAI	X	X	–
ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ	VALORLUX	X	–	X
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	SVN-PACT	X	X	–
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	SPV	X	X	X
ΙΣΠΑΝΙΑ	▪ Ecoembalajes	X	–	X
	▪ Ecovidrio	–	–	–
ΣΟΥΗΔΙΑ	REPA	X	–	–
ΗΝ. ΒΑΣΙΛΕΙΟ	Διάφορα Συστήματα (VALPAK κλπ.)	Καμία συγκεκριμένη αρμοδιότητα σχετικά με την παρούσα κατηγοριοποίηση		–
ΕΛΛΑΔΑ	EEAA	X	X	X

(Πηγή: EC, 2001-a,b)

Οι επιχειρήσεις μπορούν να κανονίσουν την ανάκτηση και ανακύκλωση των συσκευασιών μόνες τους, ή συχνότερα μέσω τρίτων που δρουν για λογαριασμό τους, ή να εγγραφούν σε ένα «σύστημα συμμόρφωσης» μεταφέροντας έτσι στο σύστημα την υποχρέωση για την ανάκτηση και ανακύκλωση που τους αντιστοιχεί. Οι υπόχρεοι θα πρέπει να προσκομίζουν πιστοποιητικά ανάκτησης – ανακύκλωσης συσκευασιών, ανάλογα με τις ποσότητες που τους αναλογούν. Στη Μ. Βρετανία τα πιστοποιητικά αυτά ονομάζονται PRNs (Packaging waste Recovery Notes) και είναι έγγραφα με μοναδική αρίθμηση, τα οποία χορηγεί η Υπηρεσία Περιβάλλοντος στις πιστοποιημένες επιχειρήσεις ανάκτησης συσκευασιών (π.χ. χαρτοβιομηχανίες, κλπ.).

Όλες οι χώρες χρησιμοποιούν μια σειρά από οικονομικούς μηχανισμούς για να συγκεντρώσουν τους αναγκαίους οικονομικούς πόρους ώστε να χρηματοδοτήσουν τα προγράμματα / συστήματα τους και να επιτύχουν τους στόχους που έχουν θέσει. Η φύση και το ύψος των οικονομικών αυτών μηχανισμών διαφέρει έντονα από χώρα σε χώρα. Παραδείγματος χάρη, η επιβολή φόρου

στις ποσότητες των απορριμμάτων που αποτίθενται στους χώρους υγειονομικής ταφής (Γαλλία, Δανία, Ην. Βασίλειο), οι εισφορές που καταβάλλονται για τις συσκευασίες που εισάγονται στην αγορά (Γαλλία, Γερμανία), οι φόροι που επιβάλλονται σε ορισμένα προϊόντα (Ιταλία, Βέλγιο) είναι μερικοί από αυτούς.

Ανάλογα με τις αρμοδιότητες που αναλαμβάνει καθένας από τους εμπλεκόμενους φορείς, διακρίνονται τρεις διαφορετικοί τύποι συστημάτων σε σχέση με τη χρηματοδότηση των δραστηριοτήτων διαχείρισης μη βιομηχανικών απορριμμάτων συσκευασίας.

Ένα σύστημα είναι όταν η βιομηχανία είναι πλήρως αρμόδια για την κάλυψη όλων των δαπανών. Οι δήμοι μπορούν να εμπλακούν στη συλλογή εκ μέρους της βιομηχανίας (Αυστρία, Γερμανία, Σουηδία).

Ένα άλλο σύστημα είναι όταν η βιομηχανία και οι δήμοι μοιράζονται την ευθύνη. Εδώ η βιομηχανία καλύπτει το κόστος της διαλογής και ανακύκλωσης ενώ οι δήμοι είναι υπεύθυνοι για τη συλλογή και οι δαπάνες τους (εντελώς ή μερικώς) επιστρέφονται (Βέλγιο, Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Ιρλανδία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Πορτογαλία, Ισπανία).

Επίσης ένα άλλο σύστημα είναι όταν η βιομηχανία και οι Δήμοι μοιράζονται την ευθύνη. Η βιομηχανία καλύπτει το κόστος της ανακύκλωσης και λαμβάνει το εισόδημα μέσα από την πώληση των συλλεχθέντων υλικών ενώ οι δήμοι είναι υπεύθυνοι για τη συλλογή (Ηνωμένο Βασίλειο, Ολλανδία).

Η σύγκριση του κόστους κάθε συστήματος δεν είναι εφικτή λόγω έλλειψης οικονομικής διαφάνειας[11], ιδιαίτερα όσον αφορά τη συλλογή. Παρότι στην Αυστρία και στη Γερμανία το κόστος διαχείρισης των αποβλήτων συσκευασιών είναι πολύ υψηλό, υπάρχουν πολλαπλοί παράγοντες που μπορεί να μειώσουν το κόστος αυτό. Οι παράγοντες που διακρίνονται είναι η αύξηση του αριθμού κατόχων άδειας, η βελτιστοποίηση των μεθόδων συλλογής και διαλογής, η μείωση του κόστους των διαδικασιών ανάκτησης και η μείωση του κόστους μέσω της τεχνικής καινοτομίας. Αντίθετα, το κόστος των συστημάτων των υπολοίπων κρατών μελών μπορεί να αυξηθεί λόγω συμμόρφωσής τους με την οδηγία, κυρίως όταν αυξάνονται οι στόχοι ανακύκλωσης.

Ενδεικτικά το σύστημα της Γερμανίας, καλείται 'Σύστημα Ανακύκλωσης Συσκευασιών' Duales System Deutschland (DSD) και βασίζεται στη Νομοθεσία του 1992 πριν την εφαρμογή της

[11] Διαφάνεια είναι η δυνατότητα άμεσης πληροφόρησης των στοιχείων και συνθηκών των αγορών (χρήματος, κεφαλαίων, προϊόντος, εργασίας) (Αγαπητός Γ., 2002).

κοινοτικής Οδηγίας 94/62/ΕΚ. Οι στόχοι που θέτει το DSD είναι κατά πολύ υψηλότεροι από αυτούς της οδηγίας: γυαλί 75%, κασσίτερος 70%, αλουμίνιο 60%, χαρτί / χαρτόνι 70%, σύνθετα υλικά 60%, πλαστικό 60%, κλπ. (EC, 2001-a,b). Το κεφάλαιο της εταιρείας DSD προέρχεται από τους διανομείς, κατασκευαστές και εισαγωγείς των συσκευασιών (600 μετόχους). Οι δραστηριότητές της χρηματοδοτούνται από ένα φόρο που επιβάλλεται στις συσκευασίες που εισάγονται στην αγορά. Αυτό δίνει το δικαίωμα απόθεσης ενός πράσινου σήματος (Gruener Punkt) στις συσκευασίες. Το DSD έχει την δυνατότητα να χρηματοδοτεί τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα για τη συλλογή, διαλογή και ανάκτηση των απορριμμάτων συσκευασίας, τις οποίες όμως δεν διαχειρίζεται άμεσα αλλά τα αναθέτει σε υπεργολάβους (δημόσιες ή ιδιωτικές επιχειρήσεις), εξασφαλίζοντας παράλληλα στους τελευταίους την αγορά των ανακτώμενων υλικών.

Το σύστημα της Γαλλίας δημιουργήθηκε από το Διάταγμα 92-646 της 13ης Ιουλίου 1992 που καθορίζει ένα γενικότερο πλαίσιο εκσυγχρονισμού της πολιτικής διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων που βασίζεται στην ιδιωτική πρωτοβουλία και στην εθελοντική συμφωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων. Η εταιρεία «Eco-Emballages» είναι ο κύριος φορέας που έχει ως στόχο την ανάπτυξη δικτύου για την ανακύκλωση των υλικών συσκευασίας. Στην εταιρεία αυτή συμμετέχει το μεγαλύτερο ποσοστό των παραγωγών και εισαγωγέων συσκευασμένων προϊόντων, καθώς και οι παραγωγοί συσκευασιών. Η εταιρεία αυτή μέσω του δικτύου που αναπτύσσει συνάπτει ειδικές συμφωνίες με τους φορείς που εμπλέκονται στην παραγωγή και διαχείριση των απορριπτόμμενων υλικών συσκευασίας (Hafkamp et. al., 1999). Επίσης, η Eco-Emballages προσφέρει στην Τοπική Αυτοδιοίκηση τεχνική υποστήριξη σε θέματα που αφορούν στη δημιουργία και βελτιστοποίηση των δικτύων συλλογής και των συστημάτων διαλογής των υλικών συσκευασίας. Παρέχει, επίσης, οικονομική υποστήριξη για την εκπόνηση μελετών και την περαιτέρω ανάπτυξη του δικτύου συλλογής (EC, 2001-a,b). Παρόμοια δραστηριότητα με την Eco-Emballages έχει και η Adelphe, η οποία αρχικά είχε δραστηριοποιηθεί στη διαλογή, συλλογή και επεξεργασία γυάλινων συσκευασιών και στη συνέχεια, επεκτάθηκε στο σύνολο των απορριμμάτων συσκευασίας.

Το 1998 η Μεγάλη Βρετανία έθεσε το σχετικό νομικό πλαίσιο που καθορίζει τις υποχρεώσεις και ευθύνες του Παραγωγού λαμβάνοντας υπόψη και τα προβλεπόμενα από τις Κοινοτικές Οδηγίες. Ένα από τα πολλά συστήματα συμμόρφωσης για την οργάνωση της συνολικής διαχείρισης απορριμμάτων συσκευασίας αναλαμβάνει η ιδιωτική εταιρεία VALPAK, η οποία κατέχει περίπου το 50% της αγοράς με 5000 εγγεγραμμένες επιχειρήσεις. Η εταιρεία αυτή σχεδιάζει τα προγράμματα διαχείρισης των αποβλήτων συσκευασίας, εξασφαλίζει τη χρηματοδότησή τους και συνεργάζεται με την Τοπική Αυτοδιοίκηση. Μια νέα πρωτοβουλία έχει

ξεκινήσει με την ονομασία Bottleback από τη βιομηχανία των αλκοολούχων ποτών που σκοπό έχει τη συλλογή και την ανακύκλωση μπουκαλιών από κέντρα ψυχαγωγίας. Το αγγλικό σύστημα διαφοροποιείται σε αρκετά σημεία σε σχέση με τα συστήματα των περισσότερων χωρών-μελών της ΕΕ, καθώς η έννοια της «κοινής ευθύνης του παραγωγού» ορίζεται πολύ πιο συγκεκριμένα και περιλαμβάνει μόνο τις επιχειρήσεις που σχετίζονται με την παραγωγή, χρήση και εμπορία συσκευασίας και συσκευασμένων προϊόντων. Αντίθετα, στις περισσότερες άλλες χώρες η «κοινή ευθύνη» αφορά και υλοποιείται με συνεργασία των καταναλωτών, των ΟΤΑ και των επιχειρήσεων.

Στην Ελλάδα η Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ ΑΕ) η οποία ιδρύθηκε από βιομηχανικές και εμπορικές επιχειρήσεις, που είτε διαθέτουν συσκευασμένα προϊόντα στην ελληνική αγορά είτε κατασκευάζουν διάφορες συσκευασίες, σκοπεύοντας να διαδραματίσει ένα σημαντικό ρόλο στον τομέα της διαχείρισης και της ουσιαστικής αξιοποίησης των αποβλήτων συσκευασίας και πάντοτε ανταποκρινόμενη στις διατάξεις του νόμου, δημιούργησε και οργάνωσε το Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης - «ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ» (ΣΣΕΔ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ). Στο πλαίσιο της εναλλακτικής διαχείρισης των συσκευασιών έχει εγκριθεί επίσης το Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης «ΚΕΝΤΡΟ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ Α.Ε» με το διακριτικό τίτλο ΚΕΠΕΔ ΑΕ που αφορά στις συσκευασίες ορυκτελαίων, καθώς και το ατομικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών της Ιδιωτικής Ετικέτας και Εισαγωγής Προϊόντων «ΑΒ ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΣ» (Αρφανάκου, 2004).

Το ΣΣΕΔ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ αποτελεί προϊόν της συνεργασίας της Ελληνικής Εταιρίας Αξιοποίησης και Ανακύκλωσης Α.Ε. (ΕΕΑΑ) και της Κεντρικής Ένωσης Δήμων και Κοινοτήτων Ελλάδας (ΚΕΔΚΕ) με συμμετοχή 65% και 35% αντίστοιχα, και οργανώνεται από την ΕΕΑΑ σε πανελλαδική εμβέλεια. Στο σύστημα έχει ήδη ενταχθεί σημαντικός αριθμός υπόχρεων διαχειριστών (>800 εταιρείες) που εισάγουν συσκευασίες στην ελληνική αγορά. Το ΣΣΕΔ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ απευθύνεται σε όλους όσους διαχειρίζονται συσκευασίες, τους εξασφαλίζει ισότιμη συμμετοχή και τους παρέχει τη δυνατότητα να εκπληρώσουν τις νομικές τους υποχρεώσεις με τον βέλτιστο τρόπο, συμβάλλοντας έτσι αποτελεσματικά στην προστασία του περιβάλλοντος στη χώρα μας. Οι ποσότητες υλικών συσκευασίας που έχουν δηλωθεί από τις εταιρείες-μέλη του ΣΣΕΔ αντιπροσωπεύουν 463.194 τόνους υλικών συσκευασίας που αντιστοιχούν σε 10,9 δισεκατομμύρια συσκευασίες κατανάλωσης και επιμερίζονται ανά υλικό στον πίνακα 4 που ακολουθεί. Τα αναμενόμενα ετήσια έσοδα του Συστήματος από τους έως σήμερα συμβεβλημένους υπόχρεους διαχείρισης εκτιμώνται σε περίπου 23,79 εκατομμύρια ευρώ (ΕΕΑΑ, 2006).

Πίνακας 4: Ποσότητα, σε τόνους, συσκευασιών ανά κατηγορία υλικού που διακινούν οι εταιρείες-μέλη του ΣΣΕΔ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Χαρτί - χαρτόνι	Χάρτινη συσκευασία υγρών	Πλαστικά	Αλουμίνιο	Σίδηρος	Γυαλί	Ξύλο	Λοιπά	Σύνολο
156.896	**21.226**	**110.953**	**23.659**	**30.308**	**100.018**	**17.322**	**2.813**	**463.194**

(Πηγή: *ΕΕΑΑ, 2006)*

Οι τρόποι συνεργασίας μεταξύ των ΟΤΑ και του εγκεκριμένου συλλογικού συστήματος που οργανώνει η ΕΕΑΑ έχουν αποτυπωθεί σε τρία εναλλακτικά μοντέλα που έχουν εγκριθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ και αποτελούν τμήμα της έγκρισης λειτουργίας του Συλλογικού Συστήματος. Στο πρώτο σενάριο τα έργα ανακύκλωσης ξεκινούν από το μηδέν σε συνεργασία των Δήμων και του Συστήματος και οι Δήμοι αναλαμβάνουν τη συλλογή (όπως εφαρμόζεται στο έργο της Αττικής). Στο δεύτερο σενάριο οι επενδύσεις των έργων γίνονται από τους Δήμους και το Σύστημα αναλαμβάνει τη λειτουργία των έργων (όπως εφαρμόζεται στο έργο της Πάτρας). Κατά το τρίτο σενάριο οι δήμοι υλοποιούν τα προγράμματα αξιοποίησης / ανακύκλωσης των αποβλήτων συσκευασίας (με δικά τους μέσα), χρηματοδοτούμενοι από το σύστημα βάσει του ακόλουθου τύπου

Χρηματοδότηση των Δήμων = Ολικό κόστος ανακύκλωσης – Τιμή πώλησης υλικού – Εξοικονόμηση δαπανών διαχείρισης αποβλήτων.

Επίσης υπάρχει Εγγύηση Απορρόφησης Ανακτώμενων Υλικών από τους δήμους ή το σύστημα[12] (όπως εφαρμόζεται στο έργο της Ζακύνθου). Στόχος της συνεργασίας, μέσα από τη διαλογή στην πηγή των υλικών στόχων (χαρτί, πλαστικό, μέταλλα, γυαλί), τη συλλογή και μεταφορά τους στα κέντρα διαλογής και τελικά η αξιοποίηση των υλικών μέχρι το 2011, είναι η αξιοποίηση τουλάχιστον 60% κατά βάρος, των απορριμμάτων συσκευασίας και η ανακύκλωση τουλάχιστον το 55-80% κατά βάρος, των απορριμμάτων συσκευασίας (Νόμος 2939/2001).

Όσον αφορά το ατομικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών της Ιδιωτικής Ετικέτας και Εισαγωγής Προϊόντων «ΑΒ ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΣ», αυτό στηρίζεται σε προγράμματα που οργανώνει η εταιρεία για την ανάκτηση και ανακύκλωση των συσκευασιών

[12] Αν οι Δήμοι αδυνατούν να βρουν χρήστες - αξιοποιητές για αυτό το υλικό και εφόσον η μη απορρόφηση δεν οφείλεται σε απόκλιση από τις συμφωνηθείσες προδιαγραφές, το Σύστημα υποχρεώνεται να παραλαμβάνει το δευτερογενές υλικό από προσυμφωνημένα σημεία παράδοσης σε μηδενική τιμή.

των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας της αλλά και συσκευασίες από διάφορα άλλα προϊόντα. Για την ενίσχυση και διάδοση της ανακύκλωσης δίνεται σε όποιον συμμετέχει στην ανακύκλωση ένα ανταποδοτικό κίνητρο.

Τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης άλλων προϊόντων που έχουν εγκριθεί με Απόφαση Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ και έχουν δημοσιευθεί σε ΦΕΚ είναι:

Για τα λιπαντικά έλαια με την ΑΠ ΔΠΣ 100779/2.2.2004 εγκρίθηκε το συλλογικό σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Λιπαντικών Ελαίων «ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε.» (ΕΛΤΕΠΕ Α.Ε.).

Για τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) το συλλογικό σύστημα (ΦΕΚ 05Β/17.6.2004) Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού «ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε.».

Για τα οχήματα τέλους κύκλου ζωής, το εγκεκριμένο Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Οχημάτων Ελλάδος (ΦΕΚ 907Β/17.6.2004) με το διακριτικό τίτλο «ΕΔΟΕ».

Για τα ορυκτέλαια με την Υπουργική Απόφαση οικ. 105857 (ΦΕΚ 391Β/4.4.2003) εγκρίθηκε το σύστημα συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών ορυκτελαίων ΚΕΠΕΔ.

Για τα ελαστικά με την ΑΠ ΔΠΣ 105920/6-2-03 υποβολή φακέλου εγκρίθηκε το σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης Παλαιών Ελαστικών «ECO-ELASTIKA».

Για τις φορητές ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές με την Υπουργική Απόφαση οικ. 106155 (ΦΕΚ 1056/14.6.2004) έχει εγκριθεί το σύστημα συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης φορητών ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών «Σ.Σ.Ε.Δ.Φ.Η.Σ.Σ.».

Για τους συσσωρευτές οχημάτων και βιομηχανίας με την Υπουργική Απόφαση οικ. 106158 (ΦΕΚ 1124/23.6.2004) εγκρίθηκε το σύστημα συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης συσσωρευτών «ΣΥ.ΔΕ.ΣΥΣ. Α.Ε.».

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

5.1. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται μια ανάπτυξη του ορισμού της υποστήριξης λήψης περιβαλλοντικών αποφάσεων καθορίζοντας την αναγκαιότητα της στην ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών αποβλήτων. Τα μοντέλα που στηρίχθηκαν στην φιλοσοφία της υποστήριξης λήψης αποφάσεων έχουν εξελιχθεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Μετά τη σύντομη ιστορική αναδρομή των μοντέλων ακολουθεί η ανάπτυξη κάποιων επιλεγμένων συστημάτων με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Ένα σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων έχει συγκεκριμένους στόχους (π.χ. νομοθετικούς), αποτελείται από μέρη (εθνικές κυβερνήσεις, τοπικές αρχές, κλπ.) που συνδέονται σύμφωνα με μια συγκεκριμένη δομή και λειτουργεί μέσα σε ένα πλαίσιο περιορισμών, οικονομικών, περιβαλλοντικών, τεχνολογικών, γεωγραφικών (Παναγιωτακόπουλος, 2001). Έτσι λοιπόν στο σχεδιασμό ενός συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων οι υπεύθυνοι καλούνται να λάβουν κάποιες αποφάσεις. Οι αποφάσεις αυτές αναμένονται να οδηγήσουν σε παραγωγικότερες πράξεις (ενέργειες, δράσεις), σε γρηγορότερες επιλύσεις προβλημάτων και σε καλύτερη οργανωτική δομή και απόδοση. Εντούτοις, η λήψη αποφάσεων μέσα στην οργάνωση του συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων δεν είναι πάντα εύκολος στόχος, ιδιαίτερα όταν το σύστημα είναι πολύπλοκο και χαρακτηρίζεται από αβεβαιότητα (Sydow et al. 1998; EL-Swaify & Yakowitz, 1998). Η αβεβαιότητα που προέρχεται από την έλλειψη πληροφορίας καθιστά δυσχερή τη λογική απόφαση, όπως για παράδειγμα τα ελλιπή στοιχεία των ποσοτήτων παραγωγής των αστικών στερεών αποβλήτων.

Το σύστημα χαρακτηρίζεται πολύπλοκο καθότι εμπεριέχει διαφορετικά αλληλοσυνδεόμενα προβλήματα (π.χ. συνδυασμός εναλλακτικών επιλογών επεξεργασίας και διάθεσης αστικών στερεών αποβλήτων) και καλείται να ανταποκριθεί σε συχνά αντικρουόμενους αντικειμενικούς στόχους (οικονομικούς, περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς κλπ.) (Caruso et al., 1993; Haastrup, 1998). Όταν μάλιστα είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη οι κατάλληλες οικονομικές, τεχνικές και κανονιστικές πτυχές, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις υπό το πρίσμα της βιώσιμης ανάπτυξης, καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολος ο σχεδιασμός ενός συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Η δομή ενός περιβαλλοντικού συστήματος υποστήριξης λήψης

αποφάσεων μπορεί να αντιμετωπίσει την πολυπλοκότητα (Costi, 2004). Σύμφωνα με τους Cortes et al. (2001) ένα περιβαλλοντικό σύστημα υποστήριξης λήψης αποφάσεων (Environmentally Decision Support System, EDSS), μπορεί να οριστεί ως ένα «νοήμον» πληροφοριακό σύστημα, το οποίο συνεισφέρει στη μείωση του απαιτούμενου χρόνου για τη λήψη των αποφάσεων, ενώ παράλληλα βελτιώνει τη συνέπεια, αξιοπιστία και ποιότητα αυτών των αποφάσεων. Τα περιβαλλοντικά συστήματα υποστήριξης λήψης αποφάσεων βασίζονται σε μοντέλα τα οποία είναι υπολογιστικά εργαλεία που επεξεργάζονται τα αριθμητικά στοιχεία (ποσότητα στερεών αποβλήτων, πληθυσμό κλπ.), την εμπειρία των ειδικών και τη συμμετοχή του κοινού με τη βοήθεια διαφόρων μαθηματικών ή στατιστικών τεχνικών, αριθμητικών αλγόριθμων ή μεθοδολογιών τεχνητής νοημοσύνης[13], κ.α. (Poch et al., 2002).

Τα πρώτα μοντέλα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων που αναπτύχθηκαν τις δεκαετίες του '60 και του '70 εστίαζαν στη μελέτη μεμονωμένων λειτουργικών στοιχείων ενός συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων, π.χ. στον καθορισμό δρομολογίων συλλογής, στη χωροθέτηση σταθμών μεταφόρτωσης και μονάδων επεξεργασίας/διάθεσης, και στον καθορισμό της δυναμικότητας ή/και της ανάγκης επέκτασης συγκεκριμένων μονάδων, επεξεργασίας και διάθεσης. Επιπλέον, δεν επεξεργάζονταν τρόπους εναλλακτικής διαχείρισης, δεδομένου ότι ο κύριος τρόπος διαχείρισης των απορριμμάτων ήταν η τελική διάθεση.

Τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '80 επεκτείνανε τα όρια των προηγούμενων μοντέλων καλύπτοντας συνολικά το σύστημα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων και όχι κάποιες μεμονωμένες λειτουργίες. Αυτό σήμαινε ότι τα νέα αυτά μοντέλα εξέτασαν τις σχέσεις μεταξύ των διαφόρων παραγόντων, κυρίως από την οικονομική και περιβαλλοντική πλευρά ενός συστήματος διαχείρισης των αποβλήτων (MacDonald, 1996). Επιπλέον συμπεριελάμβαναν και νέες μεθόδους επεξεργασίας.

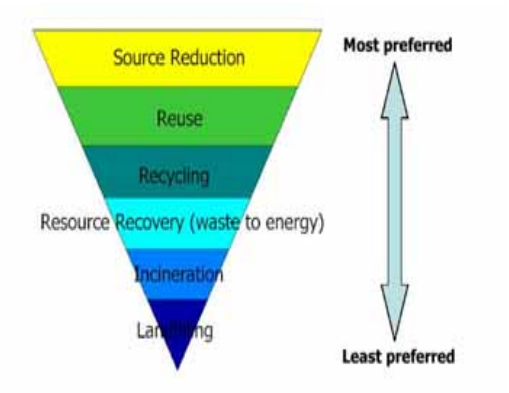
Η πρόοδος της πληροφορικής και η αυξημένη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών τη δεκαετία του '80 παρείχαν τη δυνατότητα να αναπτυχθούν περιπλοκότερα μοντέλα διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Τα μοντέλα αυτά στόχευαν κυρίως στη βελτιστοποίηση του συστήματος υπό περιορισμό κυρίως της ελαχιστοποίησης του κόστους διαχείρισης των σύμμεικτων αποβλήτων (Gottinger, 1998), ενώ κάποια από αυτά λάμβαναν υπόψη τους και τις εναλλακτικές μεθόδους διαχείρισης (ανακύκλωση, ανάκτηση ενέργειας), (Chapman & Berman, 1983; Kaila, 1987; Englehardt & Lund, 1990). Η γενιά αυτών των μοντέλων βασιζόταν σε προσεγγίσεις με αρκετούς περιορισμούς, λόγω απλουστευμένων περιγραφών, όπως η χρήση ενός συγκεκριμένου

[13] Έμπειρα συστήματα με ικανότητες που συνήθως αποδίδονται στην νοημοσύνη του ανθρώπου, όπως απόκτηση γνώσης, αντίληψη, λήψη αποφάσεων κλπ..

τύπου επεξεργασίας αποβλήτων, ρεύματα απόβλητων που προέρχονταν από μια πηγή, χωροθέτηση αποβλήτων που προέρχονταν από μια συγκεκριμένη επεξεργασία, ελλιπής περιγραφή των αγορών ανακυκλώσιμων υλικών κλπ.

Ενώ τα κύρια θέματα αυτών των πρώτων μοντέλων και τα προβλήματα που καλούνταν να επιλύσουν ήταν κατά κύριο λόγο οικονομικά, μερικοί ερευνητές ανέδειξαν και την κοινωνική πλευρά του θέματος, για παράδειγμα το πρόβλημα της χωροθέτησης (NIMBY, NOTE[14], LULU[15] και BANANA[16]) (Fuertes, 1974). Οι Motameni και Falcone (1990) ασχολήθηκαν με τον ανθρώπινο παράγοντα και τη βαρύτητα που έχει για την επιτυχή λειτουργία ενός συστήματος ανακύκλωσης. Ο Boyle (1989) επισήμανε ότι η μείωση της ποσότητας των αποβλήτων στο σημείο παραγωγής τους είναι ο πιο εξισορροπημένος και καθαρότερος τρόπος διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Εντούτοις, οι έννοιες της βιώσιμης ανάπτυξης ή της ολοκληρωμένης διαχείρισης των αποβλήτων δεν ήταν έννοιες που είχαν ενσωματωθεί στη φιλοσοφία των μοντέλων μέχρι αυτήν την περίοδο (Morrisey, 2004).

Τη δεκαετία του '90, ακολουθείται μια νέα πολιτική για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Αυτή είναι, κατά σειρά φθίνουσας σημαντικότητας (EC, 2003):



Σχήμα 3: Ιεραρχία της διαχείρισης των αποβλήτων

- Πρόληψη / Μείωση της παραγωγής στερεών αποβλήτων
- Επαναχρησιμοποίηση
- Ανακύκλωση / Ανάκτηση υλικών
- Ανάκτηση ενέργειας
- Ασφαλής διάθεση (ΧΥΤΑ)

Η νέα πολιτική αλλάζει τη φιλοσοφία των συστημάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων που μέχρι πρότινος στηρίζονταν κυρίως στη τελική διάθεση των απορριμμάτων (π.χ. ΧΥΤΑ) και τη στρέφει σε ένα ευρύτερο φάσμα

[14] Not On Planet Earth

[15] Locally Unwanted Land Use or Locally Undesirable Land Use

[16] Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anyone

τεχνικών επεξεργασίας διαχείρισης αποβλήτων βασισμένων στην αρχή της ολοκληρωμένης διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (ERRA, 1999; Gabola, 1999; Kowalewski et al., 1999; Berger et al., 1999; Clift et al., 2000; EPIC & CSR, 2000). Ως ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών αποβλήτων θεωρείται η προσέγγιση που δεν εξετάζει μόνο τη ροή συλλογή - μεταφορά - διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων αλλά περιλαμβάνει και τις διαθέσιμες μεθόδους επεξεργασίας (κομποστοποίηση, αποτέφρωση, ανακύκλωση), βασισμένη σε μια σειρά από περιβαλλοντικές και οικονομικές εκτιμήσεις κάτω από το πρίσμα της βιώσιμης ανάπτυξης (Bernie & McDougall, 2005). Παρόλα αυτά, η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους του συστήματος διαχείρισης παραμένει ο πλέον συνηθισμένος στόχος στα περισσότερα μοντέλα (Anex et al., 1996; Baetz & Neebe, 1994; Everett & Modak, 1996; Chang et al., 1998; Karagiannidis & Moussiopoulos, 1998; Ercut et al., 2005; Lund, 1990).

Από την άλλη, αρκετά από τα μοντέλα στρατηγικού σχεδιασμού που αναπτύχθηκαν τη δεκαετία του '90 επεξεργάζονταν τόσο θέματα κόστους όσο και περιβαλλοντικών επιπτώσεων / εκπομπών του συστήματος διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων (Daskalopoulos et al., 1998; Tanskanen et al., 1997; Wang et al., 1997; White et αl., 1995). Χαρακτηριστικά, στην έρευνα για τις περιβαλλοντικά βέλτιστες στρατηγικές διαχείρισης των αποβλήτων, μελετάται ολόκληρος ο κύκλος ζωής των προϊόντων και όχι μόνο το σύστημα διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων (Gielen, 1998; Barton et al., 1996; Bjorklund et al., 1999; Powell, 2000; McDougall et al., 2001; Harrison et al., 2001; EPIC & CSR, 2000).

Γίνεται σταδιακά γενικότερα αποδεκτό ότι μια προσέγγιση βασισμένη μόνο σε οικονομικές εκτιμήσεις δεν μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική. Ο προγραμματισμός ενός συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων είναι σύνθετος και πολυδιάστατος, αφού θα πρέπει να ληφθούν υπόψη μια σειρά από κριτήρια και παράμετροι οικονομικής, κοινωνικής, περιβαλλοντικής και τεχνικής φύσεως. Η αντιμετώπιση τέτοιων περιβαλλοντικών προβλημάτων οδηγούν διάφορους μελετητές (Chang & Wang, 1997-a; Chang & Wang, 1997-b; Karagiannidis & Moussiopoulos, 1997) να εισαγάγουν και να εφαρμόσουν τις τεχνικές απόφασης πολλαπλών κριτηρίων, ή αλλιώς να αναπτύξουν μια μέθοδο, ένα εργαλείο χρησιμοποιώντας την πολυκριτήρια ανάλυση. Ένα σύστημα διαχείρισης αποβλήτων για να είναι βιώσιμο, πρέπει να είναι περιβαλλοντικά αποτελεσματικό, οικονομικά προσιτό και κοινωνικά αποδεκτό (Nilsson-Djerf & McDougall 2000). Σε αυτό το σημείο ο Petts (2000) βεβαιώνει ότι η αποτελεσματικότερη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις τοπικές περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές προτεραιότητες.

Από τα τέλη της δεκαετίας του '90 μέχρι και σήμερα σε γενικές γραμμές διατηρείται η παραπάνω τάση. Πιο συγκεκριμένα, διατηρείται η συνεκτίμηση διαφορετικών επιλογών σχετικά με τις μεθόδους επεξεργασίας (ανακύκλωσης / αξιοποίησης των αποβλήτων), με στόχο να δίνεται έμφαση πέρα από το οικονομικό, στο περιβαλλοντικό κόστος[17] (McDougall et al., 2001). Η διαφορά ίσως βρίσκεται στην ανάπτυξη όλο και πιο πολύπλοκων συστημάτων υποστήριξης της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, καθώς τόσο οι δυνατότητες των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης όσο και των προσωπικών υπολογιστών συνεχώς αυξάνονται. Η παραπάνω παρατήρηση τεκμηριώνεται από τον αυξανόμενο όγκο της βιβλιογραφίας που στηρίζεται είτε στην ανάλυση κύκλου ζωής είτε στις εφαρμογές των μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης (Καρτεράκης & Γιδαράκος, 2005) είτε σε έναν συνδυασμό αυτών.

Σήμερα, μπορούμε λοιπόν να μιλάμε για μοντέλα που λαμβάνουν υπόψη τους όλες τις τεχνικές, οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές πτυχές ενός συστήματος διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων (Costi et al., 2004; Navarro-Esbri et al., 2002; Erkut et al. 2005; Abou Najm & El-Fadel, 2004).

Στον Ελληνικό χώρο αξιόλογη είναι η μελέτη του Σκορδίλη (1989), ο οποίος αναλύει τις μεθόδους διάθεσης απορριμμάτων με τη μέθοδο της ανάλυσης αξίας, οφέλους και χρήσης, αλλά και των Aravossis et al. (2001), οι οποίοι αναπτύσσουν με τη χρήση ενός πολυκριτήριου μοντέλου μια μεθοδολογία για την αξιολόγηση των εναλλακτικών μεθόδων διάθεσης απορριμμάτων. Τέλος, έμφαση δίνεται σε μεθοδολογίες γύρω από τους Χώρους υγειονομικής ταφής (Mavropoulos & Karkazi, 2000), τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας (Τσιλέμου & Παναγιωτακόπουλος, 2005-a) και τη διαμόρφωση οικονομικά βέλτιστων συστημάτων για την διαχείριση στερεών αποβλήτων (Οικονομοπούλου κ.α., 2005-a,b).

Με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των μοντέλων, ως εργαλείων υποστήριξης της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, ακολουθεί στη συνέχεια μια συνοπτική περιγραφή κάποιων επιλεγμένων μοντέλων, που συναντάμε στη βιβλιογραφία. Στην πλειοψηφία τους τα μοντέλα που παρουσιάζονται αφορούν όλα τα στάδια του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων, συλλογή, διαλογή, επεξεργασία (ανάκτηση υλικών και ενέργειας), και διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής. Η ταξινόμησή τους έγινε με βάση τους τύπους και τα εργαλεία, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους και τους στόχους που καλούνται να υποστηρίξουν. Πιο συγκεκριμένα τα μοντέλα που μελετήθηκαν ομαδοποιούνται στις εξής κατηγορίες: βελτιστοποίηση,

[17] Ορίζεται ως η οικονομική αποτίμηση της όποιας παραβίασης της οικολογικής ακεραιότητας είτε από μια επιχείρηση ή από την κοινωνία.

προσομοίωση, πολυκριτήρια ανάλυση, ανάλυση κύκλου ζωής, πρόβλεψης και μοντέλα με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

5.1.1. ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Τα εργαλεία βελτιστοποίησης είναι αυτά που παρέχουν στους υπεύθυνους λήψης απόφασης των συστημάτων διαχείρισης τις βέλτιστες πολιτικές ολοκληρωμένης διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Integrated Solid Waste Management - ISWM) για οποιοδήποτε πεδίο βασισμένο στο οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος (Morrissey & Browne, 2004).

Ένα από τα πρώτα μοντέλα βελτιστοποίησης αναπτύσσεται από τους Chang Y.H. και Chang N. (1998), που λαμβάνουν υπόψη την ανάκτηση υλικών και ενέργειας. Το μοντέλο αυτό τυποποιείται με τον καθορισμό ενός συνόλου συνεχών μεταβλητών απόφασης, οι οποίες εκφράζουν τις υλικές ροές των στερεών αποβλήτων στις διάφορες εγκαταστάσεις. Η συνάρτηση κόστους περιλαμβάνει τη μεταφορά, την επεξεργασία, τη συντήρηση, και τις δαπάνες ανακύκλωσης, λαμβάνοντας υπόψη τα πιθανά οφέλη από την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Οι περιορισμοί του προβλήματος είναι σχετικοί με τις δυνατότητες των εγκαταστάσεων επεξεργασίας, και την απαραίτητη ελάχιστη ενεργειακή ανάκτηση. Εντούτοις, το μοντέλο δεν λαμβάνει υπόψη τις κανονιστικές, περιβαλλοντικές και τεχνικές πτυχές. Μια πρόσφατη εργασία των Chang et al. (1998), δίνει μεγάλη προσοχή στην ταξινόμηση στερεών αποβλήτων στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης, μέσω της αξιολόγησης των συγκριτικών αποτελεσμάτων αποτέφρωσης αστικών στερεών αποβλήτων και του RDF (Refused-Derived Fuel) στον ίδιο αποτεφρωτήρα. Τα συγκριτικά ζητήματα που αναλύονται είναι η ισορροπία θερμότητας, οι ιδιότητες της τέφρας, και η ποιότητα του αερίου καύσης στη διαδικασία αποτέφρωσης.

Ένα άλλο μοντέλο που οδηγεί σε βέλτιστες λύσεις είναι το Mimes/Waste (Sundberg et al., 1994). Είναι ένα εργαλείο εφαρμοσμένης μηχανικής συστημάτων για την ευρεία τεχνική ανάλυση των αστικών ή περιφερειακών συστημάτων διαχείρισης των αποβλήτων. Μπορεί να πραγματοποιήσει μια βραχυπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη ανάλυση, που «χτίζεται» από ένα σύνολο γραμμικών και μη γραμμικών γενικών εξισώσεων. Για το βραχυπρόθεσμο προγραμματισμό, το μοντέλο περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο οι ροές των αποβλήτων πρέπει να αντιμετωπιστούν, χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα τεχνολογία, και ελαχιστοποιώντας τα κόστη. Για το μακροπρόθεσμο προγραμματισμό, η μελέτη του συστήματος πραγματοποιείται μέσα από την ανάλυση μιας σειράς σεναρίων, ώστε να μελετηθούν οι αβεβαιότητες που έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον του συστήματος. Τα αποτελέσματα οδηγούν σε βέλτιστες λύσεις, εφόσον καθοριστούν τα όρια του συστήματος. Για την ανάλυση των επιπτώσεων καθορίζονται οι ροές και οι μέθοδοι επεξεργασίας, καθώς και τα αποτελέσματα των αβεβαιοτήτων στο

περιβάλλον. Σε αυτήν την περίπτωση, το μοντέλο πραγματοποιεί μια σειρά υποθέσεων σχετικά με τα δεδομένα της εισόδου που πρόκειται να εξεταστούν, ως προς την αξιοπιστία και εγκυρότητά τους και υπολογίζει τις επιπτώσεις αυτών των υποθέσεων. Το μοντέλο εξετάζει τις διαφορετικές στρατηγικές και επιλογές στη διαλογή, την ανακύκλωση, τις μεθόδους επεξεργασίας των στερεών απόβλητων, τις αγορές της ενέργειας και των δευτερογενών, καθώς και στη μείωση των ρύπων και των εκπομπών του συστήματος της διαχείρισης των αποβλήτων. Από το 1990, το μοντέλο Mimes/Wastes έχει χρησιμοποιηθεί σε είκοσι προγράμματα ανάλυσης της διαχείρισης των αποβλήτων που αφορούσαν εμπορικές εφαρμογές και ερευνητικές μελέτες.

Οι Daskalopoulos et al. (1998) αναπτύσσουν ένα απλό μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού αξιολογώντας τις οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προέρχονται από ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Το μοντέλο βελτιστοποιεί τη διαδικασία διαχείρισης των αποβλήτων για μια ενιαία πηγή παραγωγής. Η προσέγγισή τους μπορεί να εφαρμοστεί σε επίπεδο ενός δήμου, μιας ευρύτερης περιοχής ή μιας χώρας. Το μοντέλο προσδιορίζει τον βέλτιστο συνδυασμό διαφορετικών τεχνολογιών επεξεργασίας και διάθεσης των αποβλήτων (διάθεση σε ΧΥΤΑ, αποτέφρωση με ή χωρίς ανάκτηση ενέργειας, ανακύκλωση, κομποστοποίηση) με τρόπο που να ελαχιστοποιεί το κόστος και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με την κατανάλωση της ενέργειας και των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, εκφρασμένες σε ισοδύναμο φαινόμενο του θερμοκηπίου (GWP). Τα κόστη της συλλογής και της μεταφοράς που συνδέονται με τις εναλλακτικές λύσεις (μεθόδους επεξεργασίας) της διαχείρισης δεν περιλαμβάνονται στο συνολικό κόστος.

Ο γραμμικός προγραμματισμός διαχείρισης αποβλήτων είναι ένα εργαλείο προγραμματισμού βελτιστοποίησης (LP) που αναπτύχθηκε για να βοηθήσει τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να εντοπίσουν τη βέλτιστη πολιτική διαχείρισης των αποβλήτων, παραθέτοντας τα ανάλογα διαθέσιμα στοιχεία στο μοντέλο που αναπτύχθηκε από τους Abou-Najm et al. (2002 a,b). Το εν λόγω μοντέλο λαμβάνει υπόψη τις οικονομικές και περιβαλλοντικές δαπάνες μαζί με τους διάφορους περιορισμούς (πολιτικούς), τα όρια δυναμικότητας, τη λειτουργία, τη χρηματοδότηση, και την ύπαρξη διαθέσιμων χώρων. Ο χρήστης ή αλλιώς ο υπεύθυνος για τη λήψη αποφάσεων χωρίς να έχει γνώσεις γραμμικού προγραμματισμού μπορεί να «χτίσει» αυτόματα τους πίνακες εισάγοντας μόνο τα απαραίτητα στοιχεία. Οι πίνακες αυτοί με τη βοήθεια ειδικευμένων προγραμμάτων ή με τη χρήση κάποιας γλώσσας προγραμματισμού (Excel, Matlab, Lindo, κλπ.) μπορούν να δώσουν τη βέλτιστη λύση χωρίς περαιτέρω περιπλοκή. Στο μοντέλο, το δίκτυο ροής του ρεύματος αποβλήτων διαιρείται σε τρία κύρια σύνολα. Το πρώτο σύνολο αποτελείται από τις πηγές παραγωγής των αποβλήτων. Το δεύτερο σύνολο είναι

οι ενδιάμεσες εγκαταστάσεις συμπεριλαμβανομένων των εγκαταστάσεων επεξεργασίας (βιολογικές και θερμικές) και το τελευταίο σύνολο είναι οι χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων.

Ακόμη ένα μοντέλο βελτιστοποίησης είναι το γαλλικό μοντέλο EUGENE για τον περιφερειακό προγραμματισμό της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (Berger et al., 1998). Το EUGENE είναι ένα μικτό μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού. Το μοντέλο περιέχει ένα μεγάλο αριθμό κριτηρίων, μεταβλητών και περιορισμών. Επιτρέπει στο χρήστη να λάβει υπόψη όλες τις πτυχές του προβλήματος προγραμματισμού για μια περίοδο 20 ετών (4 περίοδοι 5 ετών). Το μοντέλο χρειάζεται δεδομένα εισόδου όσον αφορά την ποσότητα παραγωγής κάθε τύπου αποβλήτων από κάθε πηγή, τους διάφορους τύπους αποβλήτων, ανακυκλώσιμων και οργανικών, το συνδυασμό διαλογής στην πηγή (πόρτα-πόρτα κλπ.), κ.α. Όλες οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας και οι χώροι υγειονομικής ταφής που περιλαμβάνονται σε αυτό το μοντέλο θέτουν εξ αρχής ένα κόστος, για κάθε έτος λειτουργίας και ένα μεταβλητό κόστος λειτουργίας ανάλογα με το απόβλητο που παράγεται (Berger et al., 1998). Ο κύριος αντικειμενικός σκοπός του μοντέλου είναι να ελαχιστοποιηθεί το συνολικό κόστος όλων των συστημάτων και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, με παράλληλη ελαχιστοποίηση της ποσότητας αποβλήτων που εναποτίθενται σε χώρους ταφής (Vaillancourt & Waaub, 2002). Οι Berger et al. (1999) αναγνωρίζουν ότι μια απαραίτητη βελτίωση στο ανωτέρω μοντέλο βελτιστοποίησης, που αναπτύσσεται για το διοικητικό προγραμματισμό των στερεών αποβλήτων, είναι η προσθήκη των διάφορων κοινωνικών και περιβαλλοντικών δεικτών, για την τελική εφαρμογή πολυκριτήριας ανάλυσης.

Ο Hummel (2000) υποστηρίζει ότι τα μοντέλα έχουν στόχο να βοηθήσουν στο καθορισμό του απαιτούμενου κόστους για να εκπληρωθούν οι τρέχοντες στόχοι ανακύκλωσης και να καθιερωθεί το βέλτιστο επίπεδο ανακύκλωσης που θα μπορούσε να επιτευχθεί. Η διαφορά μεταξύ αυτού του μοντέλου και άλλων παρόμοιων είναι ότι το δημογραφικό, η εκπαίδευση και η ενημέρωση (κοινωνικοί παράγοντες) είναι βασικό μέρος του μοντέλου στον καθορισμό των βέλτιστων επιπέδων (Morrisey et al., 2004).

Οι Οικονομοπούλου κ.α. (2005-a,b) ανέπτυξαν μια μεθοδολογία και ένα λογισμικό για τη διαμόρφωση βέλτιστων περιφερειακών σχεδίων συλλογής, μεταφοράς, επεξεργασίας και διάθεσης, που υπόκεινται στους επιθυμητούς περιορισμούς αξιοποιώντας την υφιστάμενη υποδομή. Παράλληλα με τη βελτιστοποίηση εκτελείται ο σχεδιασμός και η αναλυτική κοστολόγηση των μονάδων μεταφόρτωσης και χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, εξασφαλίζοντας τη συμβατότητα με συνθήκες βέλτιστης λύσης. Το σύστημα ελαχιστοποιεί το συνολικό ετήσιο κόστος επένδυσης και λειτουργίας, καθώς και το πρόσθετο κόστος συλλογής σε

περιπτώσεις μεγάλης διάρκειας του κύκλου εκφόρτωσης των απορριμματοφόρων. Η λήψη αποφάσεων υποστηρίζεται με ανάλυση ευαισθησίας μέσα από τη βελτιστοποίηση εναλλακτικών σεναρίων και τη σύγκριση των οικονομικών αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά τις βέλτιστες οικονομικές λύσεις, οι Τσιλέμου και Παναγιωτακόπουλος (2005-a) διερεύνησαν τα προβλήματα που ανακύπτουν στη διαδικασία εκτίμησης κόστους μέσα από διαθέσιμα δημοσιευμένα στοιχεία. Προτάθηκε μια στατιστική μεθοδολογία παραγωγής συναρτήσεων συσχέτισης της αρχικής δαπάνης και του κόστους λειτουργίας ανάλογα με το μέγεθος των εγκαταστάσεων, και παρουσιάστηκαν τέτοιες συναρτήσεις κόστους για επιλεγμένα είδη εγκαταστάσεων που αφορούν σε Ευρωπαϊκές χώρες. Παρουσιάστηκαν συναρτήσεις κόστους για εγκαταστάσεις θερμικής επεξεργασίας, κομποστοποίησης, αναερόβιας βιοεπεξεργασίας και εδαφικής διάθεσης αποβλήτων, καθώς απαίτηση για το σχεδιασμό συστημάτων διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) αποτελεί η εκτίμηση του κόστους. Μια από τις βασικές μεθόδους εκτίμησης του κόστους των εγκαταστάσεων αυτών είναι η στατιστική μέθοδος, η οποία χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία σε σχετικές δημοσιεύσεις. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιείται αρχικά βιβλιογραφική έρευνα αναζητώντας οικονομικά στοιχεία εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων διαφόρων χωρών. Στη συνέχεια, τα στοιχεία αυτά προσαρμόζονται έτσι ώστε να περιλαμβάνονται όλες οι δαπάνες και να αντιστοιχούν στο έτος ανάλυσης. Υπολογίζονται τα ισοδύναμα ετήσια κόστη. Τα στοιχεία τοποθετούνται σε διαγράμματα και επιλέγονται οι "βέλτιστες (best-fit)" καμπύλες για την αρχική δαπάνη, το κόστος λειτουργίας και το συνολικό κόστος.

Αντίστοιχα, μια άλλη προσέγγιση μοντελοποίησης έχει παρουσιαστεί από την Huhtala (1997) η οποία καθορίζει το βέλτιστο επίπεδο ανακύκλωσης που επιτυγχάνεται σε ένα σύστημα διαχείρισης αστικών αποβλήτων. Το μοντέλο βελτιστοποίησης που αναπτύσσεται λαμβάνει υπόψη του τα κόστη της ανακύκλωσης (συμπεριλαμβάνοντας και τα οφέλη), και της χωροθέτησης ενός χώρου υγειονομικής ταφής, καθώς και τις καταναλωτικές περιβαλλοντικές προτιμήσεις. Στη συνέχεια εντοπίζει τη βέλτιστη λύση χρησιμοποιώντας στοιχεία διάθεσης αποβλήτων από την περιοχή του Ελσίνκι στη Φινλανδία.

Αρκετά μοντέλα προσομοίωσης έχουν εισαχθεί στη διαχείριση στερεών αποβλήτων για να παρακάμψουν αρκετές από τις αδυναμίες πληροφόρησης και αβεβαιότητας. Ένα από αυτά είναι και η μέθοδος GESO που εφάρμοσαν οι Huang et al. (1998, 2003). Θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική για τα μεγάλης κλίμακας προβλήματα προγραμματισμού τα οποία περιέχουν σημαντικές παραμέτρους αβεβαιότητας. Η παραπάνω μέθοδος αποτελεί ένα συνδυασμό της εξελικτικής τεχνικής προσομοίωσης-βελτιστοποίησης (ESO) και αυτής του γκρίζου

προγραμματισμού (GP). Η τελευταία (GP) παρέχει μια υπολογιστικά αποδοτική τεχνική βελτιστοποίησης που μπορεί εύκολα να επεξεργαστεί τις παραμέτρους αβεβαιότητας των συστημάτων, ενώ παράλληλα η εξελικτική τεχνική προσομοίωσης-βελτιστοποίησης (ESO) ενσωματώνει άμεσα τις παραμέτρους αβεβαιότητας των συστημάτων όταν καθορίζει τις καλύτερες λύσεις στα σύνθετα προβλήματα. Η μέθοδος GESO πρότεινε πολλές χρήσιμες και εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα προγραμματισμού της διαχείρισης αστικών αποβλήτων στο δήμο Hamilton - Wentworth στην επαρχία του Οντάριο, στον Καναδά. Η υβριδική τεχνική GESO μπορεί σαφώς να εφαρμοστεί και στο στρατηγικό και στο λειτουργικό προγραμματισμό (Huang et al., 2005).

Οι Erkut et al. (2005) παρουσιάζουν ένα μοντέλο που συνδυάζει την προσομοίωση και τη βελτιστοποίηση ενός συστήματος διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων. Το μοντέλο που αναπτύχθηκε αφορά σε ένα μικτό-ακέραιο γραμμικό προγραμματισμό, με πολλαπλούς στόχους, που σκοπός του είναι να επιλύσει το πρόβλημα της χωροθέτησης εγκαταστάσεων, συμπεριλαμβανομένων των σταθμών μεταφοράς, των μονάδων μηχανικής διαλογής (MRFs), των μονάδων αποτέφρωσης, και των χώρων υγειονομικής ταφής. Το σύστημα διαχείρισης προσομοιώνεται ως ένα δίκτυο, του οποίου ως κόμβοι νοούνται οι παραγωγοί στερεών αποβλήτων (δήμοι, πόλεις) με τις υπάρχουσες και προτεινόμενες σχετικές εγκαταστάσεις. Ως τόξα του δικτύου νοούνται τα υπάρχοντα και προτεινόμενα δρομολόγια για τη μεταφόρτωση, επεξεργασία και τελική διάθεση, τόσο των στερεών αποβλήτων όσο και των υπολειμμάτων τους. Κατά το πρώτο στάδιο της έρευνας, κάθε μια από της επτά νομαρχίες της περιφέρειας που εξετάσθηκε θεωρείται απομονωμένη από τις υπόλοιπες (ενδο-νομαρχιακή αυτοδιαχείριση) λόγω καθορισμένων πολιτικών. Στο δεύτερο στάδιο, πραγματοποιείται μια δια-νομαρχιακή συνεργασία για να επιτευχθούν οικονομίες κλίμακας. Υποστηρίζεται ότι οι λύσεις για τη χωροθέτηση των εγκαταστάσεων διαχείρισης στερεών αποβλήτων δεν πρέπει να βασίζονται μόνο σε οικονομικά κριτήρια αλλά οφείλουν να είναι περιβαλλοντικά και κοινωνικά αποδεκτές.

Σε αντίθεση με τα παραπάνω μοντέλα υπάρχουν και αυτά που εξετάζουν όλες τις τεχνικές, οικονομικές, κανονιστικές, και περιβαλλοντικές πτυχές σχετικά με τη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων. Για παράδειγμα οι Costi et al. (2004), κάνουν λόγο για συστήματα υποστήριξης λήψης αποφάσεων. Πιο συγκεκριμένα, το προτεινόμενο σύστημα καλείται να υποστηρίξει τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων στην επιλογή του μεγέθους δυναμικότητας των διαφόρων εγκαταστάσεων επεξεργασίας (αποτέφρωσης, ανακύκλωσης) και τη χωροθέτηση, καθώς και τον τύπο της επεξεργασίας που θα επιλεγεί, βάσει μιας προσεκτικής ανάλυσης της χημικής σύνθεσης των στερεών αποβλήτων που παράγονται. Το μοντέλο είναι βασισμένο στη διαμόρφωση ενός περιορισμένου, μη γραμμικού προβλήματος βελτιστοποίησης, όπου μερικές

μεταβλητές απόφασης είναι δυαδικές και άλλες είναι συνεχείς. Η αντικειμενική λειτουργία περιλαμβάνει όλες τις πιθανές οικονομικές δαπάνες, ενώ οι περιορισμοί προκύπτουν από τα τεχνικά, κανονιστικά, και περιβαλλοντικά ζητήματα. Οι υπεύθυνοι της λήψης αποφάσεων μπορεί να εισάγουν στοιχεία σε ένα αρχείο υπολογισμών σε λογιστικό φύλλο (spreadsheet). Το μοντέλο με τη σειρά του δύναται να παρουσιάσει τα αποτελέσματα σε πίνακες και γραφικές παραστάσεις στο ίδιο αρχείο υπολογισμών με το λογιστικό φύλλο (Costi et al., 2004).

5.1.2. ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η πολυκριτήρια ανάλυση αποτελεί ένα εργαλείο-μέθοδο λήψης αποφάσεων που αναπτύχθηκε για να περιορίσει τη σύγχυση που προκαλείται σε περιπτώσεις που εμπλέκονται μεταξύ τους πολλά και διαφορετικής φύσεως κριτήρια που αφορούν συγκεκριμένες επιλογές. Ουσιαστικά, με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται η σύνθεση και η ανάλυση ενός μεγάλου όγκου πληροφοριών λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τους στόχους και τις προτιμήσεις του υπεύθυνου της διαδικασίας λήψης απόφασης. Εν τέλει, η χρήση τέτοιων μεθόδων είναι ο πολιτικός συμβιβασμός ανάμεσα σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, ρυθμίζοντας κατά περίπτωση και ανάλογα με τους στόχους που έχουν τεθεί, το βάρος που φέρει ο καθένας στην τελική λήψη της απόφασης. Προς αυτή την κατεύθυνση αρκετοί πολυκριτήριοι μέθοδοι έχουν εφαρμοστεί για την επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων και ειδικότερα σε ότι αφορά τη διαχείριση στερεών ή και υγρών αποβλήτων (Avarossis et al., 2001).

Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι εφαρμογές των Hokkanen και Saminen (Aravossis et al., 2001), οι οποίοι εφάρμοσαν τις μεθόδους ELECTRE II και ELECTRE III αντίστοιχα. Συγκεκριμένα σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Oulu στη βόρεια Φινλανδία η μέθοδος ELECTRE III (Hokkanen & Saminen, 1997) ως μια πολυκριτήρια ανάλυση υποστήριξης αποφάσεων αποδείχτηκε ιδιαίτερα χρήσιμη κατά την εξέταση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, σε μια περίπτωση όπου η διαδικασία λήψης απόφασης περιλάμβανε πολλούς υπεύθυνους και οι εκβάσεις των διάφορων εναλλακτικών λύσεων παρέμεναν μέχρι ενός βαθμού αβέβαιες. Στόχος της έρευνάς τους ήταν να χρησιμοποιηθούν όλοι οι χώροι υγειονομικής ταφής που ήταν διαθέσιμοι στην εξεταζόμενη περιοχή, καθώς και το ενεργειακό δυναμικό των αποβλήτων που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μέχρι το 2010. Αυτές οι εκτιμήσεις για ένα σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων οδήγησαν στην επιλογή μιας σειράς τεχνικών: της ενδιάμεσης επιχωμάτωσης, της κομποστοποίησης και της καύσης-RDF.

Άλλο ένα μοντέλο βασισμένο στις αρχές της πολυκριτήριας ανάλυσης και στην προσομοίωση αναπτύσσεται από τους Καρτεράκη και Γιδαράκο (2005). Βασικός στόχος της έρευνάς τους είναι η ανάπτυξη μιας αξιόπιστης και χρηστικής μεθοδολογίας για την επιλογή του βέλτιστου σεναρίου διαχείρισης των αστικών αποβλήτων στην Περιφέρεια της Κρήτης με τη βοήθεια του μαθηματικού πακέτου Matlab. Τα τρία σενάρια που επιλέχθηκαν για τη συγκριτική αξιολόγηση καλούνταν να είναι αφενός αντιπροσωπευτικά και αφετέρου διακριτά ως προς τις μεθόδους και τους στόχους τους. Το πρώτο βασίζονταν στη Διαλογή στην πηγή - Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών - Υγειονομική Ταφή. Το δεύτερο βασίζονταν στο Μηχανικό

Διαχωρισμό - Κομποστοποίηση - Υγειονομική ταφή και το τρίτο βασίζονταν στη Διαλογή στην πηγή - Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών - Θερμική Επεξεργασία - Υγειονομική Ταφή. Στόχος της εφαρμοζόμενης μεθοδολογίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης της μεταβολής των συντελεστών βαρύτητας και των επιδόσεων των κριτηρίων αξιολόγησης στο αποτέλεσμα της πολυκριτήριας ανάλυσης.

5.1.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ - LCA

Τα τελευταία 10 χρόνια διάφορα μοντέλα έχουν αναπτυχθεί έχοντας ως στόχο την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των συστημάτων διαχείρισης των στερεών αποβλήτων με την προσέγγιση της μεθόδου ανάλυσης του κύκλου ζωής. Η προσέγγιση της ανάλυσης του κύκλου ζωής των προϊόντων είναι αρκετά σύνθετη λόγω της ολιστικής άποψης, της συστηματικής προσέγγισης και της τυποποίησής της. Η ανάλυση κύκλου ζωής είναι μια τεχνική για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων και των πιθανών επιπτώσεων που σχετίζονται με ένα προϊόν ή μια υπηρεσία καθώς όλη τη διάρκεια χρήσης τους, "απαρχής μέχρι τέλους" ISO 14040 (1997). Περιλαμβάνει 4 στάδια: το σκοπό και το αντικείμενο της μελέτης, την απογραφή δεδομένων του κύκλου ζωής (Life Cycle Inventory, LCI), την εκτίμηση των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Life Cycle Impact Assessment LCIA) και την αξιολόγηση του κύκλου ζωής (Life Cycle Interpretation) (Fava et al., 1993; Graedel, 1998; USEPA, 1995). Τα αποτελέσματα των μοντέλων που κάνουν χρήση της ανάλυσης κύκλου ζωής οδηγούν στην περιβαλλοντική βελτιστοποίηση των συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων.

Κάποια από τα μοντέλα που βασίζονται στην ανάλυση κύκλου ζωής στοχεύουν στην επιλογή της λειτουργικής μονάδας, στις επιπτώσεις της σύνθεσης των αποβλήτων και των παραγόμενων ποσοτήτων οικιακών αποβλήτων στο περιβάλλον, στην καταγραφή των ενεργειακών ροών κ.α. Χαρακτηριστικά οι Finnveden et al. (2005) αξιολογούν διαφορετικές στρατηγικές για την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων. Οι επεξεργασίες που περιλαμβάνονται στη έρευνά τους είναι η εναπόθεση σε χώρους ταφής, η αποτέφρωση, η ανακύκλωση, και η κομποστοποίηση. Τα είδη αποβλήτων που εξετάζονται είναι τα ανακυκλώσιμα ή/και ζυμώσιμα ΑΣΑ. Η ιεραρχία που ακολουθείται είναι η μείωση της ποσότητας αποβλήτων, η επαναχρησιμοποίηση, η ανάκτηση υλικών, η αποτέφρωση με διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας και διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής. Τα εργαλεία ανάλυσης κύκλου ζωής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξετάσουν την ιεραρχία αποβλήτων και να προσδιορίσουν τις καταστάσεις όπου η ιεραρχία δεν ισχύει, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές εκπομπές των προτεινόμενων μεθόδων. Τα πρώτα αποτελέσματά δηλώνουν ότι, η ανώτερη ιεραρχία αποβλήτων ισχύει εμπειρικά.

Οι Sundberg και Wene (1994) διακρίνουν δύο προσεγγίσεις ως προς τη διαφορά ανάμεσα στην ανάλυση κύκλου ζωής ενός προϊόντος και ενός συστήματος διαχείρισης των αποβλήτων. Υπάρχουν οι «κάθετες» μελέτες που λαμβάνουν υπόψη το σύνολο των ρευμάτων των υλικών και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή έως την εναπόθεση και οι «οριζόντιες»

μελέτες που λαμβάνουν υπόψη τα περιβαλλοντικά κόστη και τις επιπτώσεις σε ένα στάδιο της διαχείρισης (Togia, 2003).

Το μοντέλο IWM-1 που αναπτύχθηκε από τους White et al. (1995) είναι βασισμένο στο εργαλείο της απογραφής δεδομένων του κύκλου ζωής των προϊόντων. Το μοντέλο επιτρέπει την παρουσίαση των περιβαλλοντικών και οικονομικών οφελών καθώς επίσης και την ανάγκη χρήσης συγκεκριμένων εγκαταστάσεων για τη διαχείριση των αποβλήτων. Το μοντέλο αναπτύχθηκε σε πρόγραμμα λογιστικού φύλλου (spreadsheet) του Excel και αποτελείται από τα εξής τμήματα: την παραγωγή και τη σύνθεση των στερεών αποβλήτων, τη συλλογή, τη διαλογή, τη βιολογική επεξεργασία, τη θερμική επεξεργασία, την ανακύκλωση των υλικών και τους χώρους υγειονομικής ταφής. Τα δεδομένα εισόδου αντιστοιχούν σε οικιακά και εμπορικά απόβλητα που παράγονται σε μια δεδομένη περιοχή, γνωρίζοντας επιπλέον και τη σύνθεσή τους. Τα δεδομένα εξόδου του συστήματος αφορούν στα παραγόμενα προϊόντα (δευτερογενή υλικά, κομπόστ και ενέργεια) και τις εκπομπές (υπολείμματα, αδρανή απόβλητα, και 40 διαφορετικές ουσίες που βρίσκονται στον αέρα και στο νερό). Το παραπάνω μοντέλο έχει εφαρμοστεί σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο (Βαρκελώνη και Pampola στην Ισπανίας, Gloucestershire στο Ηνωμένο Βασίλειο, London μέσα στο Οντάριο του Καναδά), (McDougall & White 1998). Επιπλέον, έχει χρησιμοποιηθεί από τις τεχνικές εταιρείες διαχείρισης των αποβλήτων για να εκτιμηθούν οι προσφορές που υποβάλλουν στους δήμους και από τους δήμους τους ιδίους για να αξιολογηθούν τέτοιου είδους προσφορές. Επίσης, έχει χρησιμοποιηθεί από συμβούλους για τη σύνταξη εκθέσεων σχετικά με το καθορισμό της στρατηγικής των αποβλήτων για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Το 2001 αναπτύχθηκε μια φιλικότερη προς το χρήστη έκδοση του μοντέλου, το IWM-2 (McDougall et al., 2001). Η νέα έκδοση στηριζόταν σε νέες απόψεις συμπεριλαμβάνοντας πιο πρόσφατα παγκόσμια δεδομένα. Αποτελεί μια βελτιωμένη έκδοση με νέα χαρακτηριστικά και επιλογές, για παράδειγμα, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την τεχνολογία του κομπόστ και του βιοαερίου μαζί, κάτι που δεν ήταν εφικτό στο μοντέλο IWM-1. Επίσης τα δεδομένα εξόδου -αποτελέσματα- με το νέο μοντέλο εξετάζουν περισσότερα σενάρια που μπορούν να συγκριθούν και να παρουσιαστούν γραφικά.

Ενώ τα μοντέλα του White (1995) στηρίζονταν μόνο στα αποτελέσματα της απογράφης δεδομένων του κύκλου ζωής των αποβλήτων (LCI), ένα άλλο μοντέλο βασισμένο σε παγκόσμια στοιχεία που κατασκευάστηκε και προσαρμόστηκε στα δεδομένα της Βραζιλίας (σύνθεση αποβλήτων και πηγή ηλεκτρικής ενέργειας) συνδέθηκε με τα αποτελέσματα της εκτίμησης επιπτώσεων κύκλου ζωής (LCIA). Έτσι, αξιολογήθηκαν η κατανάλωση των πόρων, οι εκπομπές και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι Mendes et al., το 2003, έκαναν σύγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του χώρου υγειονομική ταφής, του κομπόστ και της βιολογικής

επεξεργασίας των αστικών στερεών αποβλήτων στην πόλη Σάο Πάολο. Το 2004 επιλέχτηκε η κομποστοποίηση και η αναερόβια χώνευση για την αξιολόγηση ώστε να εξακριβωθούν εάν οι εκτιμήσεις που είχαν πραγματοποιηθεί σχετικά με τα περιβαλλοντικά οφέλη θα μπορούσαν να επιτευχθούν μέσω μιας αλλαγής στο σύστημα επεξεργασίας διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων.

Επίσης ένα σύστημα προσομοίωσης αποκαλούμενο -EcoSolver IP-SSK- συνδυάζει τα πλεονεκτήματα μιας δυναμικής προσέγγισης συστημάτων με την εμπειρία ειδικών στον τομέα της ανάλυσης κύκλου ζωής (LCA), εστιάζοντας στη διερευνητική εκμάθηση για τα κοινωνικό-τεχνικά συστήματα (Wäger & Hilty, 2002). Συγκεκριμένα το EcoSolver IP-SSK αναπτύχθηκε σε συνεργασία με τους βασικούς φορείς του συστήματος διαχείρισης των αποβλήτων, υποστηρίζοντας την ανάλυση ροής των υλικών, την ενέργεια και τις δαπάνες της περιφερειακής διαχείρισης των αποβλήτων με τις οικολογικές και οικονομικές επιπτώσεις τους. Τα στοιχεία εξόδου απεικονίζουν τα αποτελέσματα προσομοίωσης για τα διαφορετικά επίπεδα του συστήματος διάθεσης (ενιαίες διαδικασίες, διαδρομές διάθεσης, συστήματα διάθεσης). Οι δυνατότητες του IP-SSK EcoSolver, όπως έχει διαπιστωθεί στην πράξη, αποδεικνύουν ότι υπάρχει μια γενική ανάγκη βελτίωσης της πρότυπης δομής, με την αξιολόγηση των παραμέτρων αβεβαιότητας και ευαισθησίας. Οι τροποποιήσεις και οι επεκτάσεις του EcoSolver IP-SSK εστιάζουν στη δυνατότητά του να υποστηρίξει την διερευνητική εκμάθηση για τα κοινωνικό-τεχνικά συστήματα.

Επιπλέον, η ανάλυση κύκλου ζωής (LCA) είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την περιβαλλοντική σύγκριση των διαφορετικών επιλογών σε θέματα διαχείρισης των αποβλήτων ενός συγκεκριμένου προϊόντος, ενός υλικού, ή μιας σύνθετης ροής αποβλήτων (Kirkeby 2005; Berger et. al., 1999). Συγκεκριμένα το πρόγραμμα EASEWASTE, που είναι συντομογραφία της Περιβαλλοντικής Ανάλυσης των Συστημάτων και των Τεχνολογιών στερεών αποβλήτων από τον Kirkeby (2005), στηρίζεται στην περιβαλλοντική εκτίμηση των συστημάτων και των τεχνολογιών αστικών στερεών αποβλήτων. Το μοντέλο επιτρέπει, με τη χρήση της ανάλυσης του κύκλου ζωής, τις συγκρίσεις μεταξύ των διαφορετικών στρατηγικών διαχείρισης αποβλήτων και των διαφορετικών τεχνολογιών. Η λειτουργική μονάδα του μοντέλου είναι η διαχείριση μιας ποσότητας οικιακών αποβλήτων που παράγεται σε μια περιοχή και που διαιρείται σε τρεις κύριους τύπους κατοικημένων περιοχών: ατομική κατοικία, κατοικία με μεγάλη οικογένεια και μικρές εμπορικές επιχειρησιακές μονάδες που παράγουν απόβλητα σαν τα οικιακά. Εκτιμώνται οι επιπτώσεις από την κατανάλωση και οι περιβαλλοντικές εκπομπές από τη συλλογή, την επεξεργασία των αποβλήτων, τη διάθεση των υπολειμμάτων στους χώρους υγειονομικής ταφής και την επαναχρησιμοποίηση. Το μοντέλο χρησιμοποιεί την ανάλυση ροής ουσιών (SFA), με

σκοπό να αξιολογήσει τις εκπομπές αποβλήτων που διατίθενται στον αέρα, στο νερό και στο έδαφος. Το μοντέλο είναι σε θέση να υποστηρίξει διαφορετικές μεθοδολογίες εκτίμησης επιπτώσεων κύκλου ζωής (LCIA), δεδομένου ότι στις εκπομπές μπορούν να δοθούν οι παράγοντες περιβαλλοντικής επίδρασης για οποιεσδήποτε πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και για οποιαδήποτε μεθοδολογία.

Τα όρια του συστήματος του μοντέλου ξεκινούν από το σημείο όπου τα προϊόντα γίνονται απόβλητα, τοποθετούνται στο δοχείο αποβλήτων και καταλήγουν στο σημείο όπου τα απόβλητα ή/και τα υπολείμματα που θα παραχθούν είναι αδρανή και δεν θα προκαλούν περαιτέρω περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το μοντέλο EASEWASTE έχει χρησιμοποιηθεί στο δήμο του Aarhus, στη Δανία, για να συγκρίνει την παραδοσιακή αποτέφρωση αποβλήτων, με την αναερόβια χώνευση που περιλαμβάνει την παραγωγή βιοαερίου, από τα οργανικά οικιακά απόβλητα. Από τα δύο σενάρια που εξετάζονται προκύπτει ότι το σύστημα παράγει μεγάλα ποσά θερμαντικής και ηλεκτρικής ενέργειας, με θετικές επιπτώσεις στην εξοικονόμηση ενέργειας και στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η έκδοση EASEWASTE - 2004, δεν περιλαμβάνει τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των συστημάτων διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, κάτι που συνηθίζεται στην ανάλυση κύκλου ζωής. Τα συστήματα για την ανάλυση από το μοντέλο EASEWASTE είναι πραγματικά ή πιθανά μελλοντικά συστήματα στερεών αποβλήτων για μια δεδομένη περιοχή με προκαθορισμένο πληθυσμό. Πολλές διαδικασίες στο μοντέλο εξαρτώνται από τη σύνθεση των αποβλήτων. Μερικές επεξεργασίες στο μοντέλο EASEWASTE διαμορφώνονται ως εισαγωγή αποβλήτων ενώ άλλες διαδικασίες παρουσιάζονται ως είναι, δηλαδή ως διαδικασία. Για παράδειγμα, η αποτέφρωση είναι και διαδικασία και εισαγωγή στοιχείων, κατά συνέπεια οι εκπομπές συσχετίζονται με τη σύνθεση αποβλήτων καθώς επίσης και την τεχνολογία επεξεργασίας.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το μοντέλο προσομοίωσης ORWARE (ORganic WAste REsearch) το οποίο παρότι αρχικά εστίαζε στον κύκλο εργασιών περιβαλλοντικών επιδράσεων των οργανικών (βιοδιασπάσιμων) αποβλήτων, καλύπτει πλέον όλα τα ρεύματα υλικών που εμπεριέχονται στα ΑΣΑ (Eriksson et αl. 2002). Το ORWARE είναι ένα εργαλείο για την περιβαλλοντική ανάλυση συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων, για τον υπολογισμό των ροών αποβλήτων, των περιβαλλοντικών επιδράσεων, και των δαπανών της διαχείρισης. Το μοντέλο είναι βασισμένο σε στατικούς όρους και στο γραμμικό προγραμματισμό (LP). Στόχος του είναι να επιτρέψει τις ποσοτικοποιημένες και συστηματικές συγκρίσεις διαφορετικών λύσεων στη διαχείριση των αποβλήτων. Στο ORWARE συνδυάζονται τυποποιημένα εργαλεία, γνωστά ως ανάλυση ροής υλικών/υποκατάστατων (MFA/SFA), ανάλυση κύκλου ζωής LCA και κοστολόγηση κύκλου ζωής (LCC), που έχουν όλα ταξινομηθεί ως εργαλεία ανάλυσης αλυσίδων.

Στα αποτελέσματα δίνονται ποσοτικές εκτιμήσεις για τη συνολική εκροή των εκπομπών του διαμορφωμένου συστήματος και αξιολογούνται οι πιθανές περιβαλλοντικές επιδράσεις, όπως σε ένα τυποποιημένο μοντέλο ανάλυσης κύκλου ζωής LCA. Το εξεταζόμενο σύστημα περιλαμβάνει ολόκληρη την αλυσίδα των διαδικασιών που συνδέονται με το σύστημα διαχείρισης των αποβλήτων και άμεσα και έμμεσα. Άμεσα αφορούν στην αποκομιδή και στη μεταφορά αποβλήτων, στην αποτέφρωση, στο χώρο υγειονομικής ταφής, στο λίπασμα, στην αναερόβια χώνευση, στην επεξεργασία λυμάτων, στο πλαστικό και στην ανακύκλωση χαρτονιού, καθώς και στη θερμική αεριοποίηση. Αυτές οι διαδικασίες αποτελούν το αποκαλούμενο σύστημα πυρήνων. Έμμεσα αφορούν τις προς τα πάνω διαδικασίες που τροφοδοτούν στοιχεία στο σύστημα πυρήνων, όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η παραγωγή καυσίμων, και οι προς τα κάτω διαδικασίες που χρησιμοποιούν τα απόβλητα που παράγονται, για παράδειγμα τη χρήση του οργανικού λιπάσματος.

Το μοντέλο ORWARE κατασκευάστηκε με τη χρήση του MATLAB με τη γραφική διεπαφή του SIMULINK (Maths Works, 1993). Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων μεταφέρονται στο πρόγραμμα Microsoft Office Excel όπου παράγονται εύχρηστα διαγράμματα για τους υπεύθυνους λήψης απόφασης. Το μοντέλο ORWARE έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές έρευνες. Χαρακτηριστικά έχει εξετασθεί ο τρόπος με τον οποίο η ποσότητα ενός υλικού και οι ενεργειακές ροές θα μειώνονταν κατά τη διάρκεια του χρόνου λειτουργίας με την εισαγωγή της ηλιακής θέρμανσης ή της καύσης αερίου ή έναν συνδυασμό και των δύο σε ένα σύστημα θέρμανσης σε μια περιοχή. Ο στόχος της παραπάνω μελέτης ήταν να αξιολογηθεί η δυνατότητα βιοκελιών για την αναερόβια επεξεργασία των οργανικών μερών στα δημοτικά στερεά απόβλητα (Eriksson, 2003). Το μοντέλο ORWARE, που αρχικά αναπτύχθηκε για την περιβαλλοντική ανάλυση συστημάτων της διαχείρισης των αποβλήτων, παρουσιάζεται πλέον και ως εργαλείο για την περιβαλλοντική εκτίμηση των αλυσίδων τεχνολογίας. Χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της τεχνολογίας των θερμικών επεξεργασιών για τα απόβλητα υπό μορφή σεναρίων των αλυσίδων των τεχνολογιών. Τα σενάρια των αλυσίδων των θερμικών τεχνολογιών που αξιολογήθηκαν ήταν η αεριοποίηση με καταλυτική καύση, η αεριοποίηση με καύση φλογών, η αποτέφρωση και η επιχωμάτωση (Assefa, 2004, 2005).

Τα μοντέλα ανάλυσης κύκλου ζωής (LCA) βοηθούν μερικώς στη λήψη απόφασης. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι εργαλεία αξιολόγησης (ανάλυσης) που παρουσιάζουν τις περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις των διαφόρων πολιτικών ολοκληρωμένης διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Οι υπεύθυνοι λήψης απόφασης που χρησιμοποιούν μόνο μοντέλα ανάλυσης κύκλου ζωής μπορούν να εκτιμήσουν τη βέλτιστη πολιτική μεταξύ των

διαθέσιμων επιλογών ολοκληρωμένης διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Morrissey & Browneb 2004).

5.1.4. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ & ΑΛΛΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Ο επιτυχής προγραμματισμός και η λειτουργία ενός συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων εξαρτάται από τη γνώση της ποιότητας και της ποσότητας των αστικών στερεών αποβλήτων που παράγονται. Τα συμβατικά μοντέλα ανάλυσης και πρόβλεψης αυτών των παραμέτρων είναι βασισμένα σε δημογραφικούς και κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες. Η δυναμική ανάλυση παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων συσχετίζεται με τα στοιχεία χρονικής σειράς των παραγόμενων ποσοτήτων στερεών αποβλήτων. Έτσι λοιπόν οι Navarro-Esbri et al. (2002) προτείνουν μια τεχνική πρόβλεψης βασισμένη στη μη γραμμική δυναμική, και συγκρίνουν την απόδοσή της με μια εποχιακή αυτόματη μεθοδολογία αυτό-παλινδρόμησης και κινούμενου μέσου όρου (sARIMA), που εξετάζει τη σύντομη και μεσοπρόθεσμη πρόβλεψη. Οι Bruvoll και Ibenholt (1997) προέβλεψαν την παραγωγή αποβλήτων βάσει ενός μακροοικονομικού μοντέλου.

Ο McBean και Fortin (1993) εξέτασαν ορισμένες πτυχές της διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων με τη βοήθεια των συσχετισμών μεταξύ κοινωνικοοικονομικών παραγόντων, σύνθεσης στερεών αποβλήτων και ποσοτήτων.

Οι Chang et al. (1993) υιοθέτησαν μια οικονομετρική μέθοδο για να επιτύχουν την ανάλυση πρόβλεψης της παραγωγής στερεών αποβλήτων. Όσο αφορά όμως την δυναμική διαμόρφωση, ένας σημαντικός αριθμός επιστημονικών εργασιών εξετάζει την ανάλυση και την πρόβλεψη των περιβαλλοντικών εφαρμογών μέσα από τα μεταβλητά μοντέλα, που παίρνουν πληροφορίες με τη μορφή χρονικής σειράς (Katsamaki et al., 1998; Berthouex et al., 1996). Σε αυτό το πλαίσιο οι Chen και Huang (2001) εφάρμοσαν την τεχνική γκρίζας πρόβλεψης για να εξετάσουν την πρόβλεψη της παραγωγής στερεών αποβλήτων όταν ο αριθμός δειγμάτων ήταν πολύ μικρός. Δύο λοιπόν είναι οι τεχνικές πρόβλεψης από τους Navarro-Esbri et al. (2002), η πρώτη βασισμένη σε ένα εποχιακό μοντέλο αυτό-παλινδρόμησης και κινούμενου μέσου όρου (sARIMA) (Box & Jenkins, 1976), χρησιμοποιώντας μια μεθοδολογία που μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα με τη βοήθεια ενός αλγορίθμου ARMA, και η δεύτερη τεχνική είναι βασισμένη σε μια μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για την ανάλυση των μη γραμμικών συστημάτων.

Το μοντέλο SIRUS (Bautista & Pereira, 2006), ξεχωρίζει από τα άλλα μοντέλα γιατί χρησιμοποιεί γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών[18] (GIS). Είναι ένα σύστημα που απλοποιεί τους περιοδικούς στόχους σχετικά με τις θέσεις των σημείων συλλογής, της διανομής των κάδων -μέσων προσωρινής αποθήκευσης απορριμμάτων- και τις αποφάσεις δρομολόγησης. Το γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών μπορεί να συνεργαστεί με το σύστημα χωρικής απεικόνισης CAD[19] χρησιμοποιώντας τις βάσεις δεδομένων του συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Οι βάσεις δεδομένων περιέχουν στοιχεία από την καταμέτρηση των κατοίκων, τις φορολογικές και οικονομικές δραστηριότητες και στοιχεία σχετικά με την κυκλοφορία των οχημάτων. Το μοντέλο SIRUS προσφέρει ένα σύνολο διαδικασιών που βοηθούν στον καθορισμό των περιοχών συσσώρευσης απορριμμάτων, και των διαδρομών συλλογής απορριμμάτων. Οι περιοχές χωρίζονται σε τμήματα που καθορίζονται συνήθως από τις πολιτικές ανησυχίες και τα διαφορετικά χαρακτηριστικά της κάθε γειτονιάς. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται γραφικά μαζί με αριθμητικά στοιχεία, όπως για παράδειγμα η απόσταση μεταξύ του κατοίκου από το κοντινότερο σημείο συλλογής. Η εφαρμογή αυτού του συστήματος, οδηγεί σε μείωση του κόστους και βελτίωση της υπηρεσίας (κυρίως ΟΤΑ) που αναλαμβάνει την διαχείριση συλλογής–μεταφοράς των αστικών στερεών αποβλήτων.

[18] «Είναι ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων νομικής, διοικητικής και οικονομικής υφής, και ένα όργανο για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη, το οποίο αποτελείται από τη μια, από μια Βάση Δεδομένων και από την άλλη από διαδικασίες και τεχνικές» (Μανιάτης, 2003).

19 Τα συστήματα χωρικής απεικόνισης (design) είναι γραφικά συστήματα που επιτρέπουν ποιοτικές και ποσοτικές σχεδιαστικές αναλύσεις.

Μέρος 2ο: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

6.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ REFLOWS ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΣΕ MATLAB

Στην εργασία αυτή προτείνεται η χρήση του περιβάλλοντος προγραμματισμού MATLAB για την ανάπτυξη ενός μοντέλου ανάλυσης φυσικών ροών με έμφαση στα προγράμματα ανακύκλωσης. Στόχος είναι η εύκολη και αποτελεσματική αξιολόγηση διαφορετικών συστημάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων με σκοπό τη διευκόλυνση λήψης αποφάσεων με τη διερεύνηση περισσότερων από ένα σεναρίων και την επιλογή του βέλτιστου συστήματος ή βέλτιστου συνδυασμού συστημάτων. Ειδικότερα μας ενδιαφέρει η χρησιμοποίηση του **ReFlows** μοντέλου για το σχεδιασμό και ανάπτυξη ενός συστήματος Διαλογής στην Πηγή, ανακύκλωσης αποβλήτων συσκευασίας και ανάκτησης υλικών. Η ανάπτυξη και η εκτέλεση του **ReFlows** μοντέλου αυτού παράγει ενδεικτικές τιμές για τα ποσοστά ανάκτησης και ανακύκλωσης.

Ο προγραμματισμός στηρίχθηκε στις εξισώσεις και μεταβλητές από το τεχνοοικονομικό μοντέλο προσομοίωσης της κ. Τόγια (2003) που αναπτύχθηκε για την ανάλυση και αξιολόγηση πολιτικών διαχείρισης απορριμμάτων στην Ευρώπη. Το τεχνοοικονομικό μοντέλο προσομοίωσης δημιουργήθηκε και εφαρμόστηκε μέσα από φύλλα εργασίας (spreadsheet) του προγράμματος EXCEL της Microsoft.

Το EXCEL είναι ένα πρόγραμμα (λογισμικό) επεξεργασίας λογιστικών φύλλων που βασίζεται σε λογιστικές πράξεις. Είναι εύχρηστο, και ευρύτατα διαδεδομένο αλλά όσον αφορά για ανώτερες μαθηματικές πράξεις και υπολογισμούς το εύρος του είναι περιορισμένο. Επίσης το πρόγραμμα EXCEL προσφέρει δυνατότητες προγραμματισμού, με την προϋπόθεση ότι ο χρήστης κάνει χρήση των πιο προχωρημένων δυνατοτήτων του προγράμματος και δύναται να χρησιμοποιεί και τη γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic for Applications (VBA)[20] από την Microsoft (Rice, 2003). Όμως η Visual Basic είναι μια κλασσική γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου που θεωρείται μεν από τις ευκολότερες στην εκμάθηση, αλλά δεν παύει να είναι πολύπλοκη και μη εύχρηστη για τον απλό χρήστη. Θεωρείται ιδανικότερο τα λογιστικά φύλλα να χρησιμοποιούνται ως βάση (πίνακας) για την εισαγωγή στοιχειών και όχι να γίνονται πολύπλοκες αριθμητικές πράξεις.

Από την άλλη το MATLAB είναι μια υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού και ένα διαλογικό περιβάλλον εξειδικευμένο για την ανάπτυξη αλγορίθμων, την απεικόνιση στοιχείων,

---

[20] http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/enus/odc_xl2003_ta/html/odc_super.asp

την ανάλυση στοιχείων, και τον αριθμητικό υπολογισμό απλών και σύνθετων λειτουργιών. Σε αντίθεση με το πρόγραμμα EXCEL, το MATLAB έχει την δυνατότητα να επεξεργάζεται ετερογενή δεδομένα από διαφορετικές πηγές, να έχει πρόσβαση σε διαφορετικά σημεία, και να μπορεί να εξελιχθεί σε ένα περιβάλλον προσομοίωσης. Η ισχυρή, τεχνική γλώσσα που χρησιμοποιεί είναι συμπαγής και περιγραφική και επιτρέπει τη μοντελοποίηση διαφόρων συστημάτων με τη χρήση κώδικα που μαθαίνεται εύκολα. Ως ένα σύστημα που δημιουργήθηκε αρχικά για την εξυπηρέτηση υπολογισμών στις θετικές επιστήμες, το βασικό στοιχείο δεδομένων είναι η δομή του πίνακα. Αυτό γιατί ο πίνακας είναι από τα βασικά μαθηματικά εργαλεία στις επιστήμες αυτές. Έτσι επιτρέπει την επίλυση τεχνικών προβλημάτων μέσα σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα από αυτό που θα χρειαζόταν για να γράψει κανείς ένα πρόγραμμα σε μια κλασική γλώσσα όπως η C ή η FORTRAN. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά κάνουν το περιβάλλον του MATLAB ένα ελκυστικό και ισχυρό εργαλείο (Help Browser of Matlab).

Το όνομά του σημαίνει Εργαστήριο Πινάκων (MATrix LABoratory). Όταν λέμε πίνακας m x n, εννοούμε μια διάταξη αριθμών σε m γραμμές και n στήλες. Όταν ο πίνακας είναι μόνο γραμμή ή μόνο στήλη τότε ονομάζεται διάνυσμα. Η εισαγωγή πινάκων στο MATLAB μπορεί να γίνει με πολλούς διαφορετικούς τρόπους:

• Να γραφεί απευθείας ως λίστα στοιχείων

• Να δημιουργηθεί μέσα σε ένα M-file

• Να εισαχθεί από εξωτερικά αρχεία δεδομένων

• Να παραχθεί από εσωτερικές προτάσεις ή συναρτήσεις

Στην περίπτωση του **ReFlows** μοντέλου της εργασίας η εισαγωγή γίνεται από αρχεία του προγράμματος EXCEL.

Το Matlab έκανε την πρώτη του εμφάνιση στα μέσα της δεκαετίας του '70, από τον Cleve ως ένα λογισμικό για τον υπολογισμό πινάκων όπως προαναφέραμε. Αργότερα κάνοντας χρήση τη γλώσσας C ενσωματώθηκε και η γραφική παράσταση. Το πρώτο λογισμικό στην αγορά ήταν η έκδοση Matlab 2.0 το 1984. Στο διάστημα μέχρι σήμερα στην αγορά κυκλοφόρησαν κάθε φορά και πιο βελτιωμένες εκδόσεις (Matlab 3.0, Matlab 4.1, κ.α) με πιο ανεπτυγμένο περιβάλλον, με ενισχυμένες ικανότητες γραφικής παράστασης, με νέους τύπους στοιχείων προγραμματισμού και λειτουργίας, με νέες μαθηματικές αυξήσεις υπολογισμού και αλγορίθμου, με ενισχυμένη

ολοκλήρωση Διαδικτύου και άλλα, φτάνοντας σήμερα στην τελευταία έκδοση Matlab 7.2 (Kian Hwee, 2001).

Επιπλέον εάν παρατηρήσει κανείς μέσα από τη βιβλιογραφία κάποια μοντέλα στα πρώτα τους βήματα βασίζονται στη βοήθεια ενός προγράμματος επεξεργασίας λογισμικών φύλλων (IMW-I, ORWARE) και αργότερα εξελίσσονται μέσα από τη χρήση κάποιας γλώσσας προγραμματισμού (IMW-II, ORWARE). Οι υπολογισμοί σε Matlab του προγράμματος ORWARE είναι βασισμένοι στην άλγεβρα πινάκων (μητρών)[21], η οποία θεωρείται ότι είναι η πιο κατάλληλη να υποστηρίξει τη διαμόρφωση ροής ουσιών. Στην Ελλάδα οι Καρτεράκης Σ. και Γιδαράκος Ε. έκαναν χρήση του μαθηματικού πακέτου για την δημιουργία ενός προγράμματος που είχε ως στόχο να δώσει αξιόπιστα συμπεράσματα σχετικά με την επιλογή της βέλτιστης μεθόδου διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων. Πέραν τούτου μεγάλος είναι ο αριθμός αναφορών βιβλιογραφίας σχετικά με τη χρήση του πακέτου MATLAB στον κόσμο των μαθηματικών, και στους σκληροπυρηνικούς χρήστες υπερ-υπολογιστών, που προτιμούν ένα περιβάλλον για να ερευνήσει και να καθορίσει με ακρίβεια τους αλγορίθμους παρά από μια επίμοχθη κωδικοποίηση στη γλώσσα C. Το MATLAB αποτελεί σήμερα το πλέον διαδεδομένο εργαλείο για μια πληθώρα ανθρώπων, χρησιμοποιούμενο από εκπαιδευτικούς, ερευνητές, φοιτητές αλλά και επαγγελματίες διαφόρων επιστήμων. Στα πανεπιστημιακά περιβάλλοντα, είναι το τυποποιημένο εκπαιδευτικό εργαλείο για τις εισαγωγικές και προηγμένες σειρές μαθημάτων στα μαθηματικά, στην εφαρμοσμένη μηχανική, και στην επιστήμη. Στη βιομηχανία, είναι το εργαλείο της επιλογής για την έρευνα, την ανάπτυξη, και την ανάλυση υψηλής παραγωγικότητας.

[21] Η θεωρία πινάκων (μητρών) είναι ένας κλάδος των μαθηματικών που εστιάζεται στη μελέτη των πινάκων (μητρών). Ως υπο-κλάδος της γραμμικής άλγεβρας τείνει να καλύψει θέματα σχετικά με την θεωρία γραφικών παραστάσεων, την άλγεβρα, τη συνδυαστική και τη στατιστική.

6.2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΔΟΜΗ ΤΟΥ REFLOWS ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Πριν όμως αναπτύξουμε το **ReFlows** μοντέλο στη γλώσσα προγραμματισμού MATLAB πρέπει πρώτα να αναλύσουμε τη δομή του μοντέλου και τις εξισώσεις βάση των οποίων έγινε η ανάπτυξή του. Στο πλαίσιο του εξεταζόμενου μοντέλου, απεικονίζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων σε επίπεδο εθνικό το οποίο αποτελείται από ένα συγκεκριμένο αριθμό «συστημάτων-τύπων» διαχείρισης απορριμμάτων. Κάθε «σύστημα – τύπος» αφορά στη συσπείρωση (απεικόνιση) μιας ομάδας τοπικών συστημάτων που εμφανίζουν τα ίδια χαρακτηριστικά από άποψη φυσικών αποδόσεων (παραγωγή απορριμμάτων, συλλεγόμενες και ανακτώμενες ποσότητες) και οργανωτικής δομής (μέθοδος ΔσΠ, αριθμός ρευμάτων, μέθοδος περαιτέρω διαχείρισης κλπ.). Το σύνολο των διαφορετικών αυτών «συστημάτων- τύπων» που συναντάμε στην επικράτεια μιας χώρας αποτελεί το σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων σε εθνικό επίπεδο.

Συγκεκριμένα, το σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων σε επίπεδο χώρας P (SN^P) μπορεί να απεικονιστεί ως το σύνολο των διαφορετικών τύπων συστήματος (ST_j):

$$SN^P = \{ST_j\}$$

Όπου j=1,…m είναι ο αριθμός των «συστημάτων- τύπων» που απεικονίζουν το σύστημα στο επίπεδο της χώρας που μελετάμε.

Κάθε «σύστημα-τύπος» απεικονίζεται από ένα μοντέλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναλύσει και να προβεί σε προσομοιώσεις ενός συγκεκριμένου συστήματος (τοπικού, περιφερειακού) διαχείρισης και αξιοποίησης των απορριμμάτων. Η σύζευξη του συνόλου αυτών των μοντέλων που απεικονίζουν τα διάφορα «συστήματα - τύποι» και συνθέτουν το σύστημα σε επίπεδο χώρας διαμορφώνουν ένα μοντέλο σε επίπεδο χώρας (Εικόνα 4).

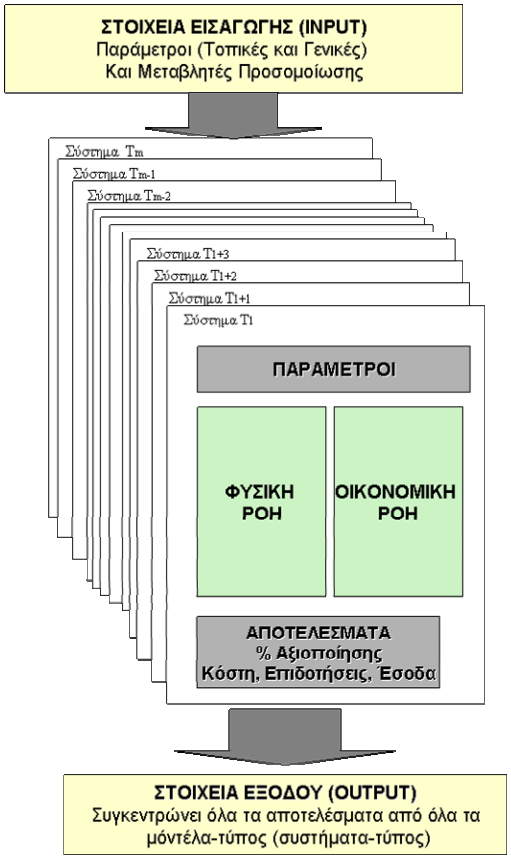
Στο πλαίσιο του εθνικού **ReFlows** μοντέλου, όλες οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν ως στοιχεία εισαγωγής (inputs) στα διαφορετικά μοντέλα που απεικονίζουν τα «συστήματα τύπους» ομαδοποιήθηκαν. Αυτοί οι παράμετροι κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις ομάδες:

Τοπικοί Παράμετροι, που απεικονίζουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε «σύστημα τύπος» (για παράδειγμα την παραγωγή per capita, το πληθυσμό που εξυπηρετείται από ένα σύστημα ΔσΠ, τα κόστη που προκύπτουν από τα διάφορα σχήματα συλλογής κλπ.).

Γενικοί Παράμετροι, που απεικονίζουν τα κοινά χαρακτηριστικά των διαφόρων «συστημάτων-τύπων» διαχείρισης απορριμμάτων (για παράδειγμα τα φυσικό-χημικά χαρακτηριστικά των διαφόρων ρευμάτων απορριμμάτων, τις αποδόσεις μιας μονάδας αποτέφρωσης ή κομποστοποίησης σε σχέση με τα υλικά ή την ενέργεια που ανακτάται, τα κόστη που συνεπάγονται οι διαφορετικές μέθοδοι επεξεργασίας, την επιβάρυνση από την επιβολή φόρου στις ποσότητες απορριμμάτων που οδηγούνται για αποτέφρωση ή τελική διάθεση κλπ.).

Τις μεταβλητές προσομοίωσης, που αφορούν στις παραμέτρους εκείνες, πιο συγκεκριμένα φυσικής ροής ή/και οργανωτικής δομής, που μπορούμε να προβούμε σε αλλαγές ώστε οι φυσικές αποδόσεις τους συστήματος να συγκλίνουν με τους στόχους που έχουν τεθεί για το σύστημα.

Σε ότι αφορά στα αποτελέσματα (outputs) του **ReFlows** μοντέλου, βρίσκουμε το σύνολο των αποτελεσμάτων (φυσική και οικονομική ροή) που έχουν επιτύχει τα διάφορα «συστήματα-τύποι» που συνθέτουν το εθνικό σύστημα.



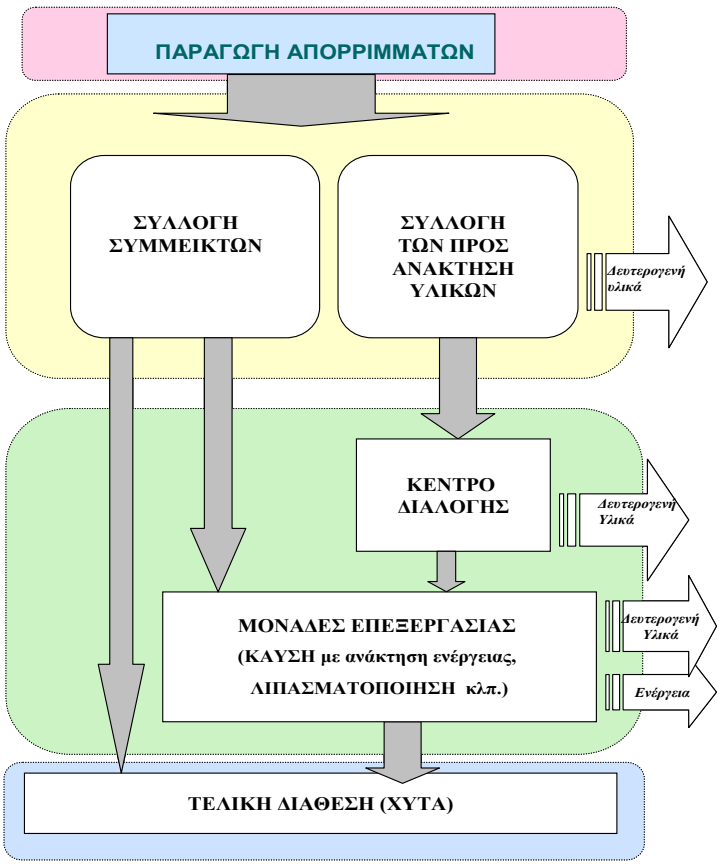
Σχήμα 4: Μορφή του ReFlows μοντέλου σε επίπεδο χώρας

Το **ReFlows** μοντέλο απεικονίζει τις βασικές διαδικασίες και δραστηριότητες (σχήματα συλλογής, τεχνικές και τεχνολογίες επεξεργασίας) που χαρακτηρίζουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων (Tchobanoglous & Kreith, 2002). Η δομή του βασίζεται σε υπό-μοντέλα, τις ρουτίνες. Κάθε ρουτίνα χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας ή διαδικασίας, με σκοπό να προσομοιώσουμε την ενέργεια που πραγματοποιείται και να εκτιμηθεί η φυσική και οικονομική ροή που δημιουργείται από αυτήν. Οι διαφορετικές ρουτίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεξάρτητα για την ανάλυση των επιπτώσεων που θα προκαλέσει μια μεταβολή οργανωτική ή τεχνολογική στη διαδικασία ή δραστηριότητα που μελετάμε (για παράδειγμα η εφαρμογή μιας πολιτικής πρόληψης ή η αλλαγή του σχήματος συλλογής) Μπορούν φυσικά να χρησιμοποιηθούν και συνδυαστικά σχηματίζοντας ένα ολοκληρωμένο μοντέλο διαχείρισης απορριμμάτων.

6.2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΡΟΗΣ

Τη φυσική ροή του συστήματος όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 5 την κατατάσσουμε σε 4 κατηγορίες:

- Τη ρουτίνα «παραγωγής»
- Τη ρουτίνα «συλλογής»
- Τις ρουτίνες «επεξεργασίας» ή «μετατροπής» και
- Τη ρουτίνα «τελικής διάθεσης» (χώρος υγειονομικής ταφής απορριμμάτων - ΧΥΤΑ)



Σχήμα 5: Σχηματική παρουσίαση των διαφόρων ρουτινών που αναπτύσσονται στο πλαίσιο του ReFlows μοντέλου (Τόγια, 2003)

6.2.1.1. Η ΡΟΥΤΙΝΑ «ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ» ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η ρουτίνα της παραγωγής των αστικών στερεών αποβλήτων υπολογίζει τα είδη και τις ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων που παράγονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

Οι παραγόμενες ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων ανά κάτοικο ανά έτος d (kg/hab/y) δίνονται από την εξίσωση:

$$d = \sum_{i=1}^{n} d_i \qquad \textbf{(0.1)}$$

όπου d_i αναφέρεται στα απόβλητα τύπου i=1….n. (για n>=1)

Τα απόβλητα που παράγονται (Q_P) το χρόνο σε μια συγκεκριμένη περιοχή αφορούν τις ποσότητες που παράγονται από το πληθυσμό (P) που διαμένει στη συγκεκριμένη περιοχή, δηλαδή:

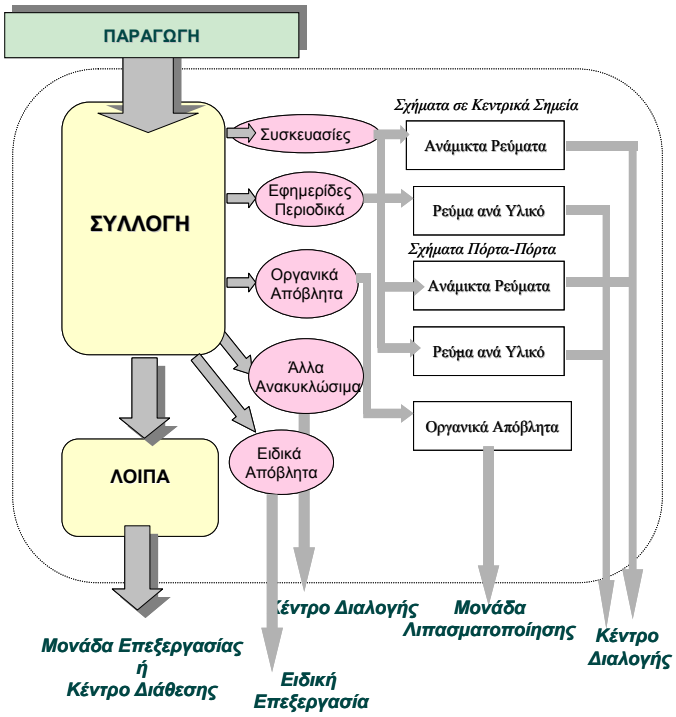
$$Q_P = P \cdot d \qquad \textbf{(0.2)}$$

Κατά συνέπεια οι ποσότητες που συλλέγονται στη συγκεκριμένη περιοχή (Q_C) δίνονται από την:

$$Q_C = Q_P \qquad \textbf{(0.3)}$$

6.2.1.2. Η ΡΟΥΤΙΝΑ «ΣΥΛΛΟΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ»

Το σύστημα συλλογής μπορεί να διαχωριστεί σε 2 μικρότερα συστήματα: αυτό της κλασσικής συλλογής, δηλαδή της αποκομιδής των σύμμεικτων αποβλήτων και αυτό της συλλογής των ανακυκλώσιμων (Σχήμα 6).



Σχήμα 6: Παρουσίαση του συστήματος συλλογής (Τόγια, 2003)

Σύμφωνα με την Εικόνα στην περίπτωση που δεν έχουν αναπτυχθεί προγράμματα διαλογής στην πηγή και ανακύκλωσης, το σύστημα συλλογής αφορά αποκλειστικά την αποκομιδή των σύμμεικτων απορριμμάτων. Σε αντίθετη περίπτωση, συνυπάρχει το σύστημα αποκομιδής των σύμμεικτων με αυτό των ανακυκλώσιμων.

Κατά συνέπεια, το σύνολο των ποσοτήτων αποβλήτων (Q_c) που συλλέγονται αποτελείται από:

$$Q_C = Q_C^{CI} + Q_C^{CS} \qquad \textbf{(0.4)}$$

όπου Q_C^{CS} : Οι ποσότητες αποβλήτων που συλλέγονται από το σύστημα συλλογής ανακυκλώσιμων,

και Q_C^{CI} : Οι ποσότητες αποβλήτων που συλλέγονται από το κλασσικό σύστημα αποκομιδής των σύμμεικτων,

με

$$Q_C^{CS} = g \cdot Q_C \qquad \textbf{(0.5)}$$

και

$$Q_C^{CI} = (1 - g) \cdot Q_C \qquad \textbf{(0.6)}$$

όπου g : το ποσοστό αποβλήτων που συλλέγονται από το σύστημα συλλογής ανακυκλώσιμων.

Μεταβάλλοντας τον αριθμό ρευμάτων και των προς ανάκτηση υλικών, καθώς και τον τρόπο συλλογής (πόρτα-πόρτα, κεντρικά σημεία), προκύπτει ένας μεγάλος αριθμός σχημάτων ΔσΠ.

Λαμβάνοντας υπόψη, ότι πολλά προγράμματα ΔσΠ λαμβάνουν χώρα προοδευτικά, είτε σε σχέση εμβέλειας του προγράμματος, είτε σε σχέση με τα υλικά στόχους, διαχωρίζουμε το πληθυσμό στις 3 παρακάτω κατηγορίες :

Συνολικός πληθυσμός (P) είναι ο πραγματικός πληθυσμός που διαμένει στην περίμετρο ενός δήμου.

Ο πληθυσμός που εξυπηρετείται από ένα πρόγραμμα ΔσΠ και ανακύκλωσης (P_t) είναι ο πληθυσμός που διαμένει σε μια περιοχή στην επικράτεια του δήμου όπου υπάρχει σύστημα ΔσΠ και ανακύκλωσης.

Ο πληθυσμός που διαμένει σε δήμους που έχουν συνάψει σύμβαση συνεργασίας με το εγκεκριμένο σύστημα για την ανάπτυξη της ανακύκλωσης στα όρια τους (P_{sc}).

Εξορισμού, θεωρούμε ότι στο πλαίσιο κάθε «ReFlows-τύπου», ο πληθυσμός του οποίου ο Δήμος έχει συνάψει σύμβαση με το εγκεκριμένο σύστημα είναι ίσος με το συνολικό πληθυσμό του Δήμου:

$$P_{sc} = P \qquad \textbf{(0.7)}$$

Και σε επίπεδο χώρας, ο συνολικός πληθυσμός αφορά το πληθυσμό της χώρας, κατά συνέπεια:

$$P_t^{d_i} \leq P_{sc} \leq P \qquad \textbf{(0.8)}$$

Όπου $P_t^{d_i}$: Ο πληθυσμός που πραγματοποιεί διαχωρισμό του υλικού d_i .

Ο συνολικός πληθυσμός που εξυπηρετείται από ένα σύστημα ΔσΠ και συλλογής των ανακυκλώσιμων ορίζεται ως:

$$P_{tAV}^{d_i} + P_{tPAP}^{d_i} = P_t^{d_i} \qquad \textbf{(0.9)}$$

Όπου $P_{tAV}^{d_i}$: Ο πληθυσμός που εξυπηρετείται από ένα σχήμα ΔσΠ σε κεντρικά σημεία,

$P_{tPAP}^{d_i}$: Ο πληθυσμός που εξυπηρετείται από ένα σχήμα ΔσΠ πόρτα – πόρτα.

6.2.1.3. ΟΙ ΡΟΥΤΙΝΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Από τη στιγμή που συλλέγονται, τα ΑΣΑ οδηγούνται σε μια μονάδα επεξεργασίας (Κέντρα Διαλογής Ασύμμεικτων Υλικών (ΚΔΑΥ), μονάδα ειδικής επεξεργασίας, μονάδα αποτέφρωσης με ανάκτηση ενέργειας, μονάδα μηχανικής διαλογής (σύμμεικτων) ή/και κομποστοποίησης). Έχουμε:

$$Q_{TR} = Q_C \qquad \textbf{(0.10)}$$

Όπου Q_{TR} : Οι ποσότητες των απορριμμάτων που εισάγονται για επεξεργασία σε μια μονάδα επεξεργασίας.

Οπότε έχουμε:

$$Q_C^{CS} = Q_C^{CS(R)} + Q_C^{CS(Tsp)} \qquad \textbf{(0.11)}$$

Όπου $Q_C^{CS(R)}$: Οι ποσότητες αποβλήτων που συλλέγονται από ένα σύστημα ΔσΠ και συλλογής ανακυκλώσιμων με σκοπό την ανάκτηση υλικών, και

$Q_C^{CS(Tsp)}$: Οι ποσότητες αποβλήτων που συλλέγονται από ένα σύστημα συλλογής με σκοπό την ειδική επεξεργασία.

6.2.1.3.1. Η ΡΟΥΤΙΝΑ «ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ»

Οι ποσότητες που συλλέγονται από ένα σύστημα ΔσΠ και συλλογής ανακυκλώσιμων ενόψει ανάκτησης υλικών, εισάγονται σ' ένα κέντρο διαλογής, για περαιτέρω διαλογή ώστε να πληρούν συγκεκριμένες ποιοτικές προδιαγραφές που επιτρέπουν την περαιτέρω διάθεση και αξιοποίηση τους:

$$Q_C^{CS(R)} = Q_{Tri} \qquad \textbf{(0.12)}$$

όπου Q_{Tri} : Ποσότητες απορριμμάτων που εισάγονται σε ΚΔΑΥ.

Στην έξοδο του Κέντρου διαλογής, συναντάμε από τη μια πλευρά, τα δευτερογενή υλικά που έχουν ανακτηθεί και προορίζονται για ανακύκλωση και τα ανεπιθύμητα υλικά (*R)* που έχουν αναμιχθεί με τα ανακυκλώσιμα κατά την ΔσΠ και συλλογή τους και τα οποία θα οδηγηθούν σε μια μονάδα επεξεργασίας ή σένα κέντρο τελικής διάθεσης

$$Q_C^{CS(R)} = Q_R + R \qquad \textbf{(0.13)}$$

όπου Q_R : Ανακατωμένες ποσότητες.

Επίσης, έχουμε :

$$Q_C^{CS(R)} = Q_C^{CS(R)_PAP} + Q_C^{CS(R)_AV} \qquad \textbf{(0.14)}$$

όπου $Q_C^{CS(R)_PAP}$: Ποσότητες απορριμμάτων που έχουν συλλεχθεί ενόψει ανακύκλωσης στο πλαίσιο ενός συστήματος συλλογής πόρτα – πόρτα και

$Q_C^{CS(R)_AV}$: Ποσότητες απορριμμάτων που έχουν συλλεχθεί ενόψει ανακύκλωσης στο πλαίσιο ενός συστήματος συλλογής σε κεντρικά σημεία

Όπως και:

$$Q_C^{CS(R)_PAP} = Q_R^{PAP} + R^{PAP} \qquad \textbf{(0.15)}$$

όπου Q_R^{PAP} : Ποσότητες ανακτώμενων απορριμμάτων που προέρχονται από ένα σύστημα συλλογής πόρτα-πόρτα,

R^{PAP} : Ποσότητες ανεπιθύμητων υλικών που βρίσκονται στα ΑΣΑ που προέρχονται από ένα σύστημα συλλογής πόρτα-πόρτα,

και

$$Q_C^{CS(R)_AV} = Q_R^{AV} + R^{AV} \qquad \textbf{(0.16)}$$

Όπου Q_R^{AV} : Ποσότητες ανακτώμενων απορριμμάτων που προέρχονται από ένα σύστημα συλλογής σε κεντρικά σημεία

R^{AV} : Ποσότητες ανεπιθύμητων υλικών που βρίσκονται στα ΑΣΑ που προέρχονται από ένα σύστημα συλλογής σε κεντρικά σημεία

και

$$Q_R = Q_R^{PAP} + Q_R^{AV} \qquad \textbf{(0.17)}$$

Σε κάθε σχήμα ΔσΠ και ανακύκλωσης, οι συνολικές ανακατωμένες ποσότητες είναι το άθροισμα των ποσοτήτων που ανακτώνται ανά υλικό:

$$Q_R^{PAP} = \sum_{i=1}^{n} \left(P_{tPAP}^{d_i} \cdot p^{d_i_PAP} \right) \qquad \textbf{(0.18)}$$

$$Q_R^{AV} = \sum_{i=1}^{n} \left(P_{tAV}^{d_i} \cdot p^{d_i_AV} \right) \qquad \textbf{(0.19)}$$

και

$$p^{d_i} = \frac{Q_R^{d_i}}{P_t^{d_i}} \qquad \textbf{(0.20)}$$

με $p^{d_i_PAP}$, $p^{d_i_AV}$: αποδόσεις ανάκτησης (kg/κάτοικο/έτος) συστήματος πόρτα- πόρτα και σε κεντρικά σημεία αντίστοιχα,

$Q_R^{d_i}$: Ανακτώμενη ποσότητα αποβλήτων τύπου i.

Επιπλέον, για να αξιολογήσουνε τις αποδόσεις ενός προγράμματος ΔσΠ σε σχέση με τις ποσότητες που παράγονται ανά υλικό ορίζουμε:

$$c_{d_i} = \frac{p^{d_i}}{d_i} \qquad \textbf{(0.21)}$$

όπου c_{d_i} : Ποσοστό ανάκτησης του αποβλήτου τύπου i που αποτελεί υλικό στόχο του προγράμματος ΔσΠ.

Το ποσοστό ανεπιθύμητων υλικών (r):

$$r = \frac{R}{Q_C^{CS(R)}} \qquad \textbf{(0.22)}$$

Η εύρεση της ποσότητας των συλλεγμένων υλικών $Q_C^{CS(R)}$ ως προς το ποσοστό ανεπιθύμητων υλικών υπολογίζεται από τις εξισώσεις **(0.22)** και **(0.13)**. Λύνοντας την εξίσωση **(0.13)** ως προς $R = Q_C - Q_R$ αντικαθίσταται στην **(0.22)** με $r = \frac{Q_c - Q_R}{Q_C}$

Λύνοντας ως προς Q_c έχουμε

$$Q_C = \frac{Q_R}{1-r} \qquad \textbf{(0.23)}$$

6.2.1.3.2. Η ΡΟΥΤΙΝΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι ποσότητες ειδικών αποβλήτων που συλλέγονται από ένα σύστημα συλλογής με σκοπό την ειδική επεξεργασία κυρίως εξαιτίας της επικινδυνότητας ειδικών υλικών στα ΑΣΑ, οδηγούνται σε μια μονάδα ειδικής επεξεργασίας:

$$Q_C^{CS(Tsp)} = Q_{Tsp} \qquad \textbf{(0.24)}$$

Όπου Q_{Tsp} : Οι ποσότητες των απορριμμάτων που εισάγονται σε μονάδα ειδικής επεξεργασίας.

6.2.1.3.3. Η ΡΟΥΤΙΝΑ ΤΗΣ «ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ ΜΕ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»

Θεωρούμε ότι ο Δήμος διαθέτει μια μονάδα αποτέφρωσης με επαρκή δυναμικότητα. Οι ποσότητες απορριμμάτων που συλλέγονται από ένα σχήμα συλλογής σύμμεικτων (κλασσική συλλογή) CI (Q_C^{CI}), καθώς και τα υπολείμματα του ΚΔΑΥ, οδηγούνται στη μονάδα αποτέφρωσης. Σε αντίθετη περίπτωση οδηγούνται σε χώρο τελικής διάθεσης (ΧΥΤΑ).

Σε περίπτωση που δεν διαθέτουμε στοιχεία σχετικά με τις ποσότητες ή τη σύνθεση των απορριμμάτων που οδηγούνται στη μονάδα αποτέφρωσης, τις εκτιμάμε έμμεσα λαμβάνοντας υπόψη μας κάποιες αναγκαίες απλοποιητικές υποθέσεις. Στην περίπτωση αυτή θεωρούμε ότι ένα μέρος των παραπάνω ρευμάτων εισάγεται στη μονάδα και ορίζεται από το συντελεστή w.

Κατ' επέκταση θεωρούμε ότι οι ποσότητες απορριμμάτων που οδηγούνται σ' ένα αποτεφρωτήρα δίνονται από :

$$Q_I = w \cdot \left(Q_C^{CI} + R\right) \qquad \textbf{(0.25)}$$

Όπου Q_I : Οι ποσότητες των απορριμμάτων που αποτεφρώνονται.

Τα προϊόντα που παράγονται στην έξοδο αφορούν στην παραγωγή ενέργειας, καθώς και διάφορα υπολείμματα (υπό-προϊόντα).

Η παραγωγή ενέργειας και ατμού

Η ενέργεια που παράγεται σε μια μονάδα καύσης εξαρτάται από την Ελάχιστη Θερμική Ικανότητα [Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI), Lower Heating Value] των απορριμμάτων που εισάγονται στη μονάδα ($PCI(Q_I)$), και πιο συγκεκριμένα, της σύνθεσης των απορριμμάτων, δεδομένου ότι η ΔσΠ και ανάκτηση κάποιων υλικών (χαρτιού, πλαστικού κλπ.) επηρεάζει την PCI του ρεύματος που αποτεφρώνεται. Για το λόγο αυτό, το ReFlows μοντέλο υπολογίζει τη PCI του ρεύματος που εισάγεται στη μονάδα καύσης με βάση με τη σύνθεση του εισαχθέντος ρεύματος. Η PCI δίνεται από :

$$PCI(Q_I) = \sum_{i=1}^{n} \left(Q_I^{d_i} \cdot PCI(d_i) \right) \qquad \textbf{(0.26)}$$

Όπου $Q_I^{d_i}$: Οι ποσότητες απορριμμάτων που καίγονται τύπου i,

$PCI(d_i)$: Η θερμική ικανότητα των απορριμμάτων τύπου i.

Θεωρούμε ότι όλες οι μονάδες αποτέφρωσης παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα προς πώληση και αυτοκατανάλωση.

Η θερμότητα και η ηλεκτρική ενέργεια που πωλούνται και αυτοκαταναλώνονται δίνονται από:

$$Ch_A = PCI(Q_I) \cdot Rd_{th} \cdot Rd_{Ch_A} \qquad \textbf{(0.27)}$$

$$Ch_V = PCI(Q_I) \cdot Rd_{th} \cdot Rd_{Ch_V} \qquad \textbf{(0.28)}$$

$$El_A = PCI(Q_I) \cdot Rd_{th} \cdot Rd_{El} \cdot Rd_{El_A} \qquad \textbf{(0.29)}$$

$$El_V = PCI(Q_I) \cdot Rd_{th} \cdot Rd_{El} \cdot Rd_{El_V} \qquad \textbf{(0.30)}$$

όπου Ch_A : θερμότητα που αυτό-καταναλώνεται,

Ch_V : θερμότητα που πωλείται,

El_A : ηλεκτρική ενέργεια που αυτό-καταναλώνεται,

El_V : ηλεκτρική ενέργεια που πωλείται,

Rd_{th} : θερμική απόδοση του φούρνου- καυστήρα,

Rd_{El} : απόδοση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας,

Rd_{El_A} : απόδοση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για αυτοκατανάλωση,

Rd_{El_V} : απόδοση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για πώληση,

Rd_{Ch_A} : απόδοση παραγωγής θερμότητας για αυτοκατανάλωση,

Rd_{Ch_V} : απόδοση παραγωγής θερμότητας για πώληση.

Τα υπό-προϊόντα

Η αποτέφρωση των απορριμμάτων παράγει δυο τύπους υπό-προϊόντων:

Τα υπολείμματα καθαρισμού των εκπομπών (REFIOMs) τα οποία πρέπει να σταθεροποιηθούν πριν τη τελική διάθεση.

Και τις σκωρίες που, μετά από εξόρυξη και ανάκτηση κάποιων συγκεκριμένων υλικών, οδηγούνται σε χώρους τελικής διάθεση ή αξιοποιούνται σε Δημόσια Έργα. Το μέρος από τις σκωρίες που αξιοποιούνται σε Δημόσια έργα ορίζεται από το συντελεστή λ.

Έχουμε :

$$S_p = M + \sum_{i=1}^{n} Q_R^{d_i} + F \qquad \textbf{(0.31)}$$

όπου S_p : Υπό-προϊόντα αποτέφρωσης,

M : Σκωρίες μετά την εξόρυξη των ανακτώμενων υλικών,

F : REFIOMs.

Τα υλικά που ανακτώνται από τις σκωρίες είναι το αλουμίνιο και ο σίδηρος

6.2.1.3.4. Η ΡΟΥΤΙΝΑ «ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ»

Θεωρούμε ότι ο Δήμος διαθέτει μια μονάδα μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης με επαρκή δυναμικότητα. Οι ποσότητες απορριμμάτων που συλλέγονται με κλασσική συλλογή CI (Q_C^{CI}), οδηγούνται προς αυτή τη μονάδα. Σε αντίθετη περίπτωση, οδηγούνται προς κάποια άλλη διαδικασία ή προς διάθεση.

Ανάλογες υποθέσεις με αυτές της αποτέφρωσης λαμβάνουμε υπόψη μας και στην περίπτωση που δεν διαθέτουμε στοιχεία σχετικά με τις ποσότητες ή τη σύνθεση των απορριμμάτων που οδηγούνται στη μονάδα μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης. Όπου w ο συντελεστής που ορίζει το μέρος των παραπάνω ρευμάτων που εισάγεται στη μονάδα:

$$Q_{URMC} = w \cdot Q_C^{CI} \qquad \textbf{(0.32)}$$

Όπου Q_{URMC}: Οι ποσότητες των απορριμμάτων που δέχονται επεξεργασία σε μια μονάδα μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης.

Η μονάδα μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης επιτρέπει τη παραγωγή κομπόστ, την παραγωγή υποκατάστατου καυσίμου στερεάς μορφής (RDF refused derived fuel), και την ανάκτηση συγκεκριμένων υλικών (για παράδειγμα γυαλιού, αλουμινίου, και σίδερου). Συναντάμε, λοιπόν, στην έξοδο της μονάδας υπολείμματα (R_{URMC}) που αφορούν κυρίως ανενεργά υλικά και ποσότητες ανακτώμενων υλικών και προϊόντων (Q_R) τα οποία δίνονται από:

$$Q_R = \sum_{i=1}^{n} Q_R^{d_i} + Q^{comp} + Q^{RDF} \qquad \textbf{(0.33)}$$

Όπου Q^{comp}: Οι ποσότητες του παραγόμενου κομπόστ, και

Q^{RDF}: Οι ποσότητες του παραγόμενου RDF.

Οι ποσότητες των απορριμμάτων τύπου i που ανακτώνται εξαρτώνται από το ρεύμα απορριμμάτων που εισάγεται ($Q_{URMC}^{d_i}$) και την απόδοση ανάκτησης ($Rd_R^{d_i}$). Ανάλογα και οι ποσότητες κομπόστ και RDF που παράγονται, εξαρτώνται από το ρεύμα απορριμμάτων που εισάγεται ($Q_{URMC}^{d_i}$) και την απόδοση την διαδικασίας παραγωγής $Rd_{P(comp)}$ και $Rd_{P(RDF)}$ για το κομπόστ και το RDF αντίστοιχα.

$$Q_R^{d_i} = f(Q_{URMC}^{d_i}, Rd_R^{d_i}) \quad \textbf{(0.34)}$$

$$Q^{comp} = f(Q_{URMC}^{d_i}, Rd_{P(comp)}) \quad \textbf{(0.35)}$$

$$Q^{RDF} = f(Q_{URMC}^{d_i}, Rd_{P(RDF)}) \quad \textbf{(0.36)}$$

6.2.1.4. Η ΡΟΥΤΙΝΑ «ΤΕΛΙΚΗΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ»

Τα ΑΣΑ που εισάγονται σε αυτή τη ρουτίνα αφορούν σε όλα όσα δεν έχουν εισαχθεί στις ρουτίνες «επεξεργασίας», καθώς και τα υπολείμματα που προκύπτουν από τις ρουτίνες «επεξεργασίας». Ανάλογα με τα φυσικό-χημικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπων (ρευμάτων) απορριμμάτων (ή υπολειμμάτων) και κυρίως την επικινδυνότητά τους, τα κέντρα τελικής διάθεσης ομαδοποιούνται σε διαφορετικές κατηγορίες. Σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που πραγματοποιείται στη Γαλλία (Miquel & Poignant, 1999, p.103), διαχωρίζουμε δυο τύπους κέντρων τελικής διάθεσης, ανάλογα με των τύπο των απορριμμάτων που δέχονται: κέντρο τελικής διάθεσης κατηγορίας ΙΙ (για τα δημοτικά απόβλητα) και κέντρο τελικής διάθεσης κατηγορίας Ι (για τα ειδικά βιομηχανικά απόβλητα). Με εξαίρεση τα REFIOMs, όλοι οι άλλοι τύποι ή ρεύματα απορριμμάτων (ή υπολειμμάτων) οδηγούνται κέντρο τελικής διάθεσης κατηγορίας ΙΙ. Έχουμε λοιπόν,

$$Q_{CET} = Q_{CETI} + Q_{CETII} \quad \textbf{(0.37)}$$

Όπου:

$$Q_{CETII} = Q_C^{CI} + R - Q_I - Q_{URMC} + (1-\lambda)\cdot M + R_{URMC} \quad \textbf{(0.38)}$$

Και

$$Q_{CETI} = F \quad \textbf{(0.39)}$$

Με, Q_{CET} : Οι ποσότητες των απορριμμάτων που αποστέλλονται σε κέντρο τελικής διάθεσης (ΧΥΤΑ),

Q_{CETI} : Οι ποσότητες των απορριμμάτων που αποστέλλονται σε κέντρο τελικής διάθεσης κατηγορίας Ι (ΧΥΤΑ Ι), και

Q_{CETII} : Οι ποσότητες των απορριμμάτων που αποστέλλονται σε κέντρο τελικής διάθεσης κατηγορίας ΙΙ (ΧΥΤΑ ΙΙ).

6.2.2. ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ - ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ

Δύο τύπους αξιοποίησης - ανάκτησης των απορριμμάτων μπορούμε να διαχωρίσουμε : την αξιοποίηση των απορριμμάτων με τη μορφή υλικών και την αξιοποίηση με τη μορφή ενέργειας. Ο πρώτος τύπος αφορά στην ανάκτηση υλικών ενόψει ανακύκλωσης ή κομποστοποίησης (Q_V^M), και ο δεύτερος στις ποσότητες απορριμμάτων που αποτεφρώνονται σε μια μονάδα καύσης ανακτώντας την παραγόμενη ενέργεια (Q_V^E). Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, θεωρούμε ότι η παραγωγή RDF που προκύπτει από την επεξεργασία συγκεκριμένων ρευμάτων απορριμμάτων αφορά στην ενεργειακή αξιοποίηση του ρεύματος. Οι συνολικές ποζότητες απορριμμάτων που αξιοποιούνται (Q_V^T), δίνονται από :

$$Q_V^T = Q_V^M + Q_V^E \qquad \textbf{(0.40)}$$

Όπου

$$Q_V^M = \sum_{i=1}^{n} Q_R^{d_i} + Q^{comp} \qquad \textbf{(0.41)}$$

Όπου

$$Q_V^E = \sum_{i=1}^{n} Q_I^{d_i} + Q^{RDF} \qquad \textbf{(0.42)}$$

Όπου $Q_I^{d_i}$: Οι ποσότητες απορριμμάτων d_i που καίγονται, όπου i τα ΑΣΑ που δύνανται να παράγουν ενέργεια.

Αναφορικά με τα ποσοστά διάφορα αξιοποίησης, έχουμε :

$$v_t = v_m + v_e \qquad \textbf{(0.43)}$$

Όπου v_t είναι το ποσοστό συνολικής αξιοποίησης,

v_m είναι το ποσοστό αξιοποίησης με τη μορφή ανάκτησης υλικών,

v_e είναι το ποσοστό αξιοποίησης με τη μορφή ανάκτησης ενέργειας.

Όπου,

$$v_m = \frac{Q_V^M}{Q_P} \qquad \textbf{(0.44)}$$

Όπου

$$v_e = \frac{Q_V^E}{Q_P} \qquad \textbf{(0.45)}$$

6.2.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Στο πλαίσιο του κάθε «συστήματος-τύπου», κάθε ρεύμα φυσικής ροής του συστήματος αντιστοιχεί ένα ρεύμα οικονομικής ροής το οποίο εμφανίζεται με τη μορφή κόστους, επιδοτήσεων (εξωγενών χρηματοδοτικών υποστηρικτικών μηχανισμών) και εσόδων.

Για κάθε διαδικασία ή δραστηριότητα που πραγματοποιείται σε κάθε εξεταζόμενο υπό-σύστημα από τη συλλογή έως τη τελική διάθεση και την εμπορευματοποίηση των ανακτώμενων υλικών, λαμβάνοντας υπόψη τη διαχείριση των υπολειμμάτων και υπό-προϊόντων, έχουμε διαχωρίσει και αντιστοιχήσει το χρηματο-οικονομικό κόστος, τις διάφορες επιδοτήσεις υποστήριξης και τα διάφορα έσοδα. Αυτό μας επιτρέπει στη συνέχεια να υπολογίσουμε το συνολικό κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων για κάθε «σύστημα-τύπος»

6.2.3.1. ΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΚΟΣΤΟΣ

Το συνολικό ακαθάριστο κόστος της διαχείρισης των απορριμμάτων αντιστοιχεί στο άθροισμα του επιμέρους κόστους που προκύπτει από κάθε υποσύστημα και δίνεται από:

$$C_T^{Brut} = C_C + C_{TRI} + C_{Tsp} + C_I + C_{URMC} + C_{CET} \qquad \textbf{(0.46)}$$

Όπου C_T^{Brut} : Συνολικό Ακαθάριστο Κόστος,

C_C : Κόστος Συλλογής,

C_{TRI} : Κόστος Διαχωρισμού – Διαλογής,

C_{Tsp} : Κόστος Ειδικής Επεξεργασίας,

C_I : Κόστος αποτέφρωσης – καύσης με ανάκτηση ενέργειας,

C_{URMC} : Κόστος Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης,

C_{CET} : Κόστος Τελικής Διάθεσης.

6.2.3.1.1. ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ

Η ανάλυση του κόστους συλλογής είναι αρκετά σύνθετο να διερευνηθεί. Εξαρτάται από τη ποικιλομορφία των προγραμμάτων και πιθανών σχημάτων συλλογής και διαλογής στη, τα ιδιαίτερα τοπικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής και το επίπεδο ποιότητας των προσφερόμενων υπηρεσιών. Ως αρχική προσέγγιση, το παραπάνω κόστος δίνεται από :

$$C_C = C_{CI} + C_{CS} \qquad \textbf{(0.47)}$$

Όπου C_{CI} : το κόστος συλλογής των σύμμεικτων απορριμμάτων (πρόγραμμα κλασσικής αποκομιδής),

C_{CS} : Κόστος συλλογής του προγράμματος ανακυκλώσιμων.

Με

$$C_{CI} = k_{CI} \cdot Q_C^{CI} \qquad \textbf{(0.48)}$$

$$C_{CS} = k_{CS_PAP} \cdot Q_C^{CS_PAP} + k_{CS_AV} \cdot Q_C^{CS_AV} \qquad \textbf{(0.49)}$$

Όπου k_{CS_PAP} : μοναδιαίο κόστος (€/t) των συλλεγμένων απορριμμάτων από ένα σύστημα συλλογής ανακυκλώσιμων (CS) πόρτα – πόρτα,

k_{CS_AV} : μοναδιαίο κόστος (€/t) των συλλεγμένων απορριμμάτων από ένα σύστημα συλλογής ανακυκλώσιμων (CS) σε κεντρικά σημεία,

k_{CI} : μοναδιαίο κόστος (€/t) των συλλεγμένων απορριμμάτων από ένα σύστημα κλασσικής αποκομιδής (CI) σύμμεικτων.

6.2.3.1.2. ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ

Το κόστος Διαλογής (διαχωρισμού σε ΚΔΑΥ) αναλύεται με βάση τις ποσότητες απορριμμάτων που εισέρχονται σ' ένα κέντρο διαλογής (ΚΔΑΥ), γεγονός που επιτρέπει την άμεση με το κόστος συλλογής.

Το κόστος Διαλογής δίνεται από :

$$C_{TRI} = k_{T_PAP} \cdot Q_C^{CS(R)_PAP} + k_{T_AV} \cdot Q_C^{CS(R)_AV} \qquad \textbf{(0.50)}$$

Όπου k_{T_PAP} : μοναδιαίο κόστος διαλογής (€/t) που αφορά στις ποσότητες που προέρχονται από ένα σύστημα ένα σύστημα συλλογής ανακυκλώσιμων (CS) πόρτα – πόρτα (PAP),

k_{T_AV} : μοναδιαίο κόστος διαλογής (€/t) που αφορά στις ποσότητες που προέρχονται από ένα σύστημα ένα σύστημα συλλογής ανακυκλώσιμων (CS) σε κεντρικά σημεία (AV).

6.2.3.1.3. ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το κόστος ειδικής επεξεργασίας δίνεται από:

$$C_{Tsp} = k_{Tsp} \cdot Q_{Tsp} \qquad \textbf{(0.51)}$$

Όπου k_{Tsp} : μοναδιαίο κόστος (€/t) ειδικής επεξεργασίας.

6.2.3.1.4. ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΗΣ ΜΕ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αναφορικά με το κόστος της καύσης, με βάση πάντα τα στοιχεία που είναι διαθέσιμα, υπολογίζεται ξεχωριστά το κόστος της διαδικασίας καύσης, αυτής καθαυτής, καθώς και το κόστος εξόρυξης και ανάκτησης των μετάλλων. Λαμβάνουμε επίσης υπόψη μας την επιβολή φορολογικών επιβαρύνσεων που μπορούν να εφαρμοστούν στις ποσότητες απορριμμάτων που

εισάγονται σε μια μονάδα καύσης (βλέπε για παράδειγμα τη περίπτωση της Δανίας, Γαλλίας). Σε αντίθεση, το κόστος διαχείρισης των υπό-προϊόντων υπολογίζεται στη φάση της τελικής διάθεσης.

Το κόστος καύσης δίνεται από :

$$C_I = C_{I_{propre}} + C_F + T_I \qquad \textbf{(0.52)}$$

Με

$$C_I = k_I \cdot Q_I \qquad \textbf{(0.53)}$$

$$C_F = k_F \cdot M^* \qquad \textbf{(0.54)}$$

$$T_I = t_I \cdot Q_I \qquad \textbf{(0.55)}$$

Όπου $C_{I_{propre}}$: το κόστος που αφορά καθαυτού την καύση,

C_F : το κόστος εξόρυξης και ανάκτησης μετάλλων,

T_I : το αποτέλεσμα του φόρου που επιβάλλεται στα ΑΣΑ που εισάγονται σε μια μονάδα καύσης,

k_I : μοναδιαίο κόστος (€/t) των απορριμμάτων που καίγονται με ανάκτηση ενέργειας,

k_F : μοναδιαίο κόστος (€/t) εξόρυξης και ανάκτησης μετάλλων,

M^* : οι σκωρίες πριν την εξόρυξη των ανακτώμενων υλικών[22],

t_I : μοναδιαία τιμή φόρου (€/t) που επιβάλλεται στα ΑΣΑ που οδηγούνται προς καύση.

---

[22] Όπου $M^* = M + \sum_{i=1}^{n} Q_R^{d_i}$.

6.2.3.1.5. ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Το κόστος μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης δίνεται από:

$$C_{URMC} = k_{URMC} \cdot Q_{URMC} \qquad \textbf{0.56}$$

Όπου k_{URMC} : μοναδιαίο κόστος (€/t) μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης.

Όπως και στην περίπτωση του κόστους που συνδέεται με τη διαχείριση των υπό-προϊόντων της καύσης των απορριμμάτων, το κόστος διαχείρισης των υπολειμμάτων που συναντάμε στην έξοδο μιας μονάδας μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης υπολογίζεται τη φάσης της τελικής διάθεσης.

6.2.3.1.6. ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ

Το κόστος της τελικής διάθεση συμπεριλαμβάνει ανά φορά το κόστος εκμετάλλευσης του χώρου διάθεσης (ΧΥΤΑ) και το φόρο που επιβάλλεται στα ΑΣΑ που οδηγούνται στο ΧΥΤΑ. Δίνεται από το γινόμενο του μοναδιαίου κόστους και των ποσοτήτων που ανά φορά διατίθενται στο ΧΥΤΑ. Το συνολικό κόστος διάθεσης δίνεται από :

$$C_{CET} = C_{CETI} + C_{CETII} + T_{CET} \qquad \textbf{(0.57)}$$

με

$$C_{CETI} = k_{CETI} \cdot Q_{CETI} \qquad \textbf{(0.58)}$$

$$C_{CETII} = k_{CETII} \cdot Q_{CETII} \qquad \textbf{(0.59)}$$

$$T_{CET} = t_{CET} \cdot Q_{CET} \qquad \textbf{(0.60)}$$

Όπου C_{CETI} : μοναδιαίο κόστος χώρου διάθεσης κατηγορίας I,

C_{CETII} : μοναδιαίο κόστος χώρου διάθεσης κατηγορίας II,

T_{CET} : το αποτέλεσμα του φόρου που εφαρμόζεται στις ποσότητες απορριμμάτων που οδηγούνται προς ένα χώρο τελικής διάθεσης

k_{CETI} : μοναδιαίο κόστος (€/t) τελικής διάθεσης σε χώρο κατηγορίας I,

k_{CETII} : μοναδιαίο κόστος (€/t) τελικής διάθεσης σε χώρο κατηγορίας II,

t_{CET} : μοναδιαία τιμή φόρου (€/t) που εφαρμόζεται στις ποσότητες απορριμμάτων που οδηγούνται προς ένα χώρο τελικής διάθεσης.

6.2.3.2. ΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΑΘΑΡΟ ΚΟΣΤΟΣ

Από την πλευρά ενός «συστήματος – τύπου», το συνολικό καθαρό κόστος (C_T^{Net}) της διαχείρισης των ΑΣΑ αφορά στο συνολικό ακαθάριστο κόστος μετά την αφαίρεση των εσόδων (E_T) από την πώληση των διαφόρων προϊόντων και τις επιδοτήσεις υποστήριξης (S_T). Το εν λόγω κόστος δίνεται από:

$$C_T^{Net} = C_T^{Brut} - S_T - E_T \qquad \textbf{(0.61)}$$

Για λόγους συγκρισιμότητας, μπορούμε να ανάγουμε το συνολικό κόστος (καθαρό ή ακαθάριστο) της διαχείρισης των ΑΣΑ, στο κόστος ανά τόνο απορριμμάτων που υπόκεινται σε συλλογή και επεξεργασία ή/και ανά κάτοικο (€/κάτοικο) ανά έτος. Το συνολικό ακαθάριστο ($k_T^{Brut(t)}$) και καθαρό ($k_T^{Net(t)}$) κόστος ανά τόνο δίνεται από:

$$k_T^{Brut(t)} = \frac{C_T^{Brut}}{Q_P} \qquad \textbf{(0.62)}$$

Και

$$k_T^{Net(t)} = \frac{C_T^{Net}}{Q_P} \qquad \textbf{(0.63)}$$

Το συνολικό ακαθάριστο ($k_T^{Brut(h)}$) και καθαρό ($k_T^{Net(h)}$) κόστος ανά κάτοικο δίνεται από :

$$k_T^{Brut(h)} = \frac{C_T^{Brut}}{P} \qquad \textbf{(0.64)}$$

Και

$$k_T^{Net(h)} = \frac{C_T^{Net}}{P} \qquad \textbf{(0.65)}$$

6.2.3.3. Η ΧΡΗΜΑΤΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΠΟΥ ΚΑΤΑΒΑΛΛΕΤΑΙ ΣΤΟΥΣ ΟΤΑ

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το ReFlows μοντέλο αναπτύχθηκε με βάση το γαλλικό σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων συσκευασίας «Eco-Emballages», η παρούσα εργασία συμπεριλαμβάνει τους βασικούς μηχανισμούς χρηματο-οικονομικής υποστήριξης που καταβάλλει κατά τρόπο εξωγενή το σύστημα στους αρμόδιους για τη συλλογή και αξιοποίηση των ΑΣΑ ΟΤΑ. (Eco-Emballages, 1998c). Οι παραπάνω μηχανισμοί αφορούν στις μόνιμες επιδοτήσεις. Πιο συγκεκριμένα, οι χρηματο-οικονομικοί αυτοί μηχανισμοί αφορούν στην επιδότηση:

Κάθε τόνο ανακτώμενου προς ανακύκλωση υλικού,

Της ενεργειακής αξιοποίησης,

Της ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των κατοίκων.

Η συνολική επιδότηση που καταβάλλεται (S_T) δίνεται από :

$$S_T = S_R + S_I + S_C \qquad \textbf{(0.66)}$$

όπου S_R: επιδότηση των ανακτώμενων προς ανακύκλωση απορριμμάτων,

S_I : Επιδότηση στην ενεργειακή αξιοποίηση,

S_C : επιδότηση στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των κατοίκων.

6.2.3.3.1. Η ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΚΤΩΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Η επιδότηση που καταβάλλεται στις ανακτώμενες ποσότητες είναι συνάρτηση των ποσοτήτων, σε τόνους, που ανακτώνται και πωλούνται προς ανακύκλωση στην αγορά δευτερογενών υλικών, και οι οποίες πληρούν κάποιες ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές ποιότητας (PTM), μιας τιμής επιδότησης που εκφράζεται σε €/tonne και ορίζεται από ένα πίνακα τιμών. Ο πίνακας αυτός διαφοροποιείται σε σχέση με τα ανακτώμενα υλικά, ενώ περιλαμβάνει για το σύνολο τους μια σχετική προοδευτικότητα ανάλογα με την απόδοση που επιτυγχάνεται από τον κάθε ΟΤΑ, σε σχέση με το ποσοστό ανάκτησης του εν λόγω υλικού ανά κάτοικο ανά έτος:

$$s_R^{d_i} = f\left(d_i, p^{d_i}\right) \qquad \textbf{(0.67)}$$

Όπου $s_R^{d_i}$: η μοναδιαία επιδότηση ανά ανακτώμενο τόνο (€/t) του αστικού στερεού απόβλητου τύπου *i*.

Η συνολική επιδότηση που καταβάλλεται στις ανακτώμενες προς ανακύκλωση ποσότητες δίνεται από:

$$S_R = \sum_{i=1}^{n}\left(s_R^{d_i} \cdot Q_R^{d_i}\right) \qquad \textbf{(0.68)}$$

Σε περίπτωση που η επιδότηση διαφοροποιείται επίσης και σε σχέση με το τρόπο συλλογής (PAP ή AV) από τον ΟΤΑ, έχουμε :

$$S_R^{d_i} = s_{R_PAP}^{d_i} \cdot Q_{R_PAP}^{d_i} + s_{R_AV}^{d_i} \cdot Q_{R_AV}^{d_i} \qquad \textbf{(0.69)}$$

Όπου $s_{R_PAP}^{d_i}$, $s_{R_AV}^{d_i}$: η μοναδιαία επιδότηση ανά ανακτώμενο τόνο (€/t) του αστικού στερεού απόβλητου τύπου *i* που η συλλογή έχει πραγματοποιηθεί πόρτα-πόρτα (PAP) ή σε κεντρικά σημεία (AV) αντίστοιχα.

6.2.3.3.2. Η ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ

Για να καταβληθεί στους ΟΤΑ η επιδότηση ανά τόνο απορριμμάτων που αξιοποιείται με ανάκτηση ενέργειας, οι τελευταίοι πρέπει να πληρούν μια σειρά από κριτήρια και συνθήκες χορήγησης. Από τη στιγμή που τα παραπάνω κριτήρια πληρούνται, η οικονομική υποστήριξη στην ανάκτηση ενέργειας είναι το γινόμενο της ποσότητας σε τόνους απορριμμάτων επί μια μοναδιαία προοδευτική επιδότηση. Η τιμή της τελευταία εξαρτάται από το ποσοστό ανάκτησης υλικών που επιτυγχάνουν οι ΟΤΑ:

$$s_I = f\left(v_m\right) \qquad \textbf{(0.70)}$$

s_I : Τιμή μοναδιαίας επιδότησης (€/t) στην ανάκτηση ενέργειας.

Η συνολική επιδότηση στην ανάκτηση ενέργειας δίνεται από:

$$S_I = \sum_{i=1}^{n}\left(s_I \cdot Q_S^{d_i}\right) \qquad \textbf{(0.71)}$$

Όπου $Q_S^{d_i}$: οι ποσότητες απορριμμάτων i που αποτεφρώνονται και για τις οποίες χορηγείται η οικονομική υποστήριξη, όπου i τύπος αστικού στερεού απόβλητου που δύναται να παράγει ενέργεια.

Επιπλέον, οι ποσότητες οι οποίες υποστηρίζονται οικονομικά εξαρτώνται από τις ποσότητες που ανακτώνται ενόψει ανακύκλωσης από τον πληθυσμό που εξυπηρετείται από τη μονάδα αποτέφρωσης:

$$Q_S^{d_i} = Q_R^{d_i} \cdot \mu^{d_i} \qquad \textbf{(0.72)}$$

Όπου μ^{d_i} : ο πολλαπλασιαστής των ποσοτήτων που χορηγείται η επιδότηση για το απόρριμμα τύπου d_i, οριζόμενο από τις επιδοτήσεις που εφαρμόζει η εταιρεία Eco-Emballages.

Έχουμε λοιπόν το παρακάτω περιορισμό:

$$Q_S^{d_i} \le \left(Q_P^{d_i} - Q_R^{d_i}\right) \qquad \textbf{(0.73)}$$

Σημειώνουμε ότι εάν d_i αφορά στο αλουμίνιο, ο περιορισμός γίνεται :

$$Q_S^{d_i} \leq \left(25\% \cdot Q_P^{d_i} \right) \qquad \textbf{(0.74)}$$

Σύμφωνα με το τελευταίο, μόνο 25% του αλουμινίου που εισάγεται στη μονάδα, δηλαδή το ελαφρύ (souple) μέρος του αλουμινίου, αξιοποιείται με τη μορφή ενέργειας.

Αναφορικά με τις ποσότητες που δεν επιχορηγούνται ($Q_{NS}^{d_i}$) οι οποίες όμως αξιοποιούνται, έχουμε :

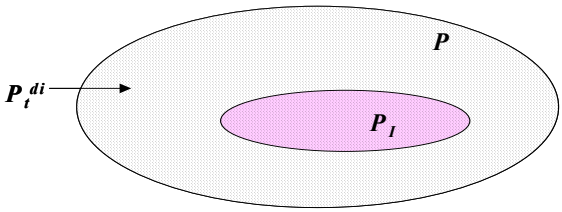
$$Q_{NS}^{d_i} = \left(Q_P^{d_i} - Q_R^{d_i} \right) - Q_S^{d_i} \qquad \textbf{(0.75)}$$

Και στην περίπτωση του αλουμινίου:

$$Q_{NS}^{d_i} = \left(25\% \cdot Q_P^{d_i} \right) - Q_S^{d_i} \qquad \textbf{(0.76)}$$

Εκτίμηση των ποσοτήτων που ανακτώνται από το ποσοστό του πληθυσμού που εξυπηρετείται από μια μονάδα αποτέφρωσης.

Με σκοπό να ορίσουμε τις ποσότητες των απορριμμάτων που ανακτώνται από το ποσοστό του πληθυσμού που εξυπηρετείται από μια μονάδα αποτέφρωσης, έχουμε εισάγει έναν αριθμό απλουστευτικών υποθέσεων. Υποθέτουμε ομοιογένεια στη διασπορά του πληθυσμού που



εξυπηρετείται από ένα σύστημα ΔσΠ και ανακύκλωσης, στο πλαίσιο ενός «συστήματος τύπου»:

Προκύπτουν τα παρακάτω μερίδια (ποσοστά):

$$P_I \approx w \cdot P_{sc} \qquad \textbf{(0.77)}$$

Κατ' επέκταση,

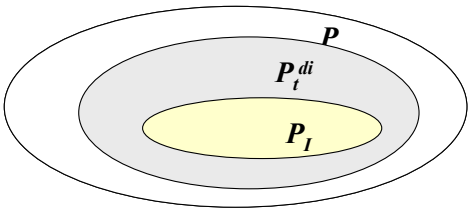
$$P_I \approx w \cdot P_t^{d_i} \qquad \textbf{(0.78)}$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω ποσοστά, εκτιμάμε ότι οι ποσότητες απορριμμάτων που ανακτώνται ($Q_R^{P_I}$) από το μέρος του πληθυσμού του ΟΤΑ που εξυπηρετείται από μια μονάδα αποτέφρωσης δίνονται από:

$$Q_R^{P_I} = w \cdot Q_R \qquad \textbf{(0.79)}$$

Υποθέτουμε τώρα ότι η διασπορά του πληθυσμού $P_t^{d_i}$ είναι ετερογενής. Τρεις περιπτώσεις μπορούν να διαχωριστούν.

<u>Πρώτη Περίπτωση</u>: Το σύνολο του πληθυσμού που εξυπηρετείται από τη μονάδα



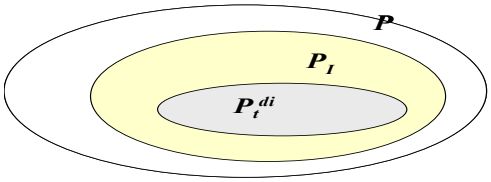
αποτέφρωσης, εξυπηρετείται και από ένα σύστημα ΔσΠ και ανακύκλωσης: $P_t^{d_i} \geq P_I$.

Στην περίπτωση αυτή, οι παραγόμενες και ανακτώμενες ποσότητες απορριμμάτων από τον πληθυσμό που εξυπηρετείται από τη μονάδα αποτέφρωσης αφορά στο σύνολο των παραγόμενων ($Q_P^{P_I}$) και ανακτώμενων ($Q_R^{P_I}$) ποσοτήτων από το συγκεκριμένο πληθυσμό. Το ανώτατο όριο των ανακτώμενων ποσοτήτων δίνεται από: $Q_{R_{\succ}} = Q_R^{P_I}$.

Για παράδειγμα: Υποθέτουμε ότι ποσότητες που παράγονται από τον πληθυσμό $P_t^{d_i}$ ανέρχονται σε 2000 τόνους από τους οποίους οι 800 τόνοι παράγονται από το ποσοστό του πληθυσμού που εξυπηρετείται επιπλέον και από μια μονάδα αποτέφρωσης, οι ποσότητες που ανακτώνται από τον πληθυσμό $P_t^{d_i}$ ανέρχονται σε 400 τόνους από τους οποίους οι 150 τόνοι ανακτώνται από το ποσοστό του πληθυσμού που εξυπηρετείται επιπλέον και από μια μονάδα αποτέφρωσης. Οι ποσότητες που παράγονται και ανακτώνται από τον πληθυσμό P_I (πληθυσμός που

εξυπηρετείται επίσης και από μια μονάδα αποτέφρωσης) ανέρχονται σε 800 και 150 τόνους αντίστοιχα.

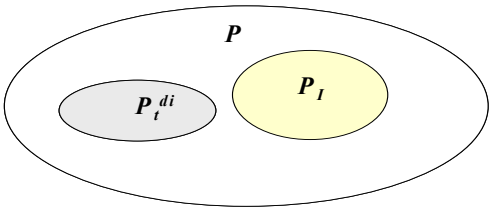
<u>Δεύτερη περίπτωση</u>: Το σύνολο του πληθυσμού που εξυπηρετείται από μια μονάδα



αποτέφρωσης, δεν εξυπηρετείται και από ένα σύστημα ΔσΠ και ανακύκλωσης: $P_I \geq P_t^{d_i}$

Στην περίπτωση αυτή, οι ποσότητες των απορριμμάτων που παράγονται και αυτές που ανακτώνται από το πληθυσμό που εξυπηρετείται από μια μονάδα αποτέφρωσης αφορά στις ποσότητες που παράγονται από το πληθυσμό που εξυπηρετείται από τη μονάδα αποτέφρωσης ($Q_P^{P_I}$), και οι ποσότητες που ανακτώνται ($Q_R^{P_I}$) από το πληθυσμό που εξυπηρετείται από το σύστημα ΔσΠ και ανακύκλωσης. Το κατώτατο όριο των ανακτώμενων ποσοτήτων δίνεται από : $Q_{R_<} = Q_R^{P_I}$.

Για παράδειγμα : Υποθέτουμε αυτή τη φορά ότι ο πληθυσμός P_I παράγει 2000 τόνους απορριμμάτων από τους οποίους οι 800 τόνοι παράγονται από τον πληθυσμό που εξυπηρετείται



επίσης και από ένα σύστημα ΔσΠ και ανακύκλωσης. Οι ποσότητες που ανακτώνται από τον πληθυσμό που εξυπηρετείται από το σύστημα ΔσΠ και ανακύκλωσης ανέρχονται σε 150 τόνους. Οι ποσότητες που ανακτώνται από τον πληθυσμό που εξυπηρετείται από τη μονάδα αποτέφρωσης δεν μπορούν να είναι περισσότερες από αυτές που ανακτώνται από τον πληθυσμό που εξυπηρετείται από το σύστημα ΔσΠ και ανακύκλωσης, δηλαδή 150 τόνοι.

<u>Τρίτη περίπτωση</u>: Ο πληθυσμός που εξυπηρετείται από τη μονάδα αποτέφρωσης δεν εξυπηρετείται από το σύστημα ΔσΠ και ανακύκλωσης και το αντίστροφο: $P_I \neq P_t^{d_i}$.

Στην περίπτωση αυτή, οι δυο τύποι πληθυσμού είναι ανεξάρτητοι. Ο πληθυσμός που εξυπηρετείται από ένα σύστημα ΔσΠ, εξυπηρετείται από τη μονάδα αποτέφρωσης και ο πληθυσμός που εξυπηρετείται από τη μονάδα αποτέφρωσης δεν ανακτά τα αστικά στερεά απόβλητά του ενόψει ανακύκλωσης.

Διαπίστωση: Η υπόθεση της ετερογένειας (ανομοιομορφίας) μας υποχρεώνει να υιοθετήσουμε ένα ανώτατο και ένα κατώτατο όριο. Με την προοπτική εξέλιξης (επέκτασης) του συστήματος ο πληθυσμός που εξυπηρετείται από το σύστημα ΔσΠ τείνει να φθάσει το πληθυσμό του κάθε ΟΤΑ για κάθε τύπο d_i αστικού στερεού απόβλητου, οπότε και απαλλασσόμαστε από τα παραπάνω όρια (περιορισμούς). Επιπλέον, ο κίνδυνος μιας υπό-εκτίμησης των ποσοτήτων των απορριμμάτων που οδηγούνται προς τη αποτέφρωση, η οποία προκύπτει από την υπόθεση της ομοιογένειας, είναι αρκετά ασθενής.

6.2.3.3.3. Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΣΤΗΝ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΚΑΙ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΩΝ

Η οικονομική υποστήριξη στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των κατοίκων εξαρτάται από τον αριθμό των κατοίκων που εξυπηρετείται από ένα σύστημα ΔσΠ και ανακύκλωσης τουλάχιστον τριών υλικών συσκευασίας.

Η επιδότηση δίνεται από:

$$S_C = s_C \cdot P_t^{3d_i} \qquad \textbf{(0.80)}$$

Όπου $P_t^{3d_i}$: Ο πληθυσμός που εξυπηρετείται από ένα σύστημα ΔσΠ και ανακύκλωσης τουλάχιστον τριών υλικών (3di),

s_C : μοναδιαία επιδότηση (€/κάτοικο/έτος) στην ενημέρωση.

6.2.3.4. ΤΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΩΛΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΚΤΩΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα συνολικά έσοδα για έναν ΟΤΑ προέρχονται, από τη μία πλευρά, από την πώληση των ανακτώμενων υλικών ή/και παραγόμενων προϊόντων που συναντάμε στην έξοδο ενός ΚΔΑΥ ή μιας μονάδας επεξεργασίας και από την άλλη πλευρά, από την πώληση της ενέργειας που παράγεται από την καύση των απορριμμάτων. Όπου :

$$E_T = E_R + E_E \qquad \textbf{(0.81)}$$

Όπου E_R : τα έσοδα που προέρχονται από την πώληση των ανακτώμενων υλικών (καθώς και προϊόντων),

E_E : τα έσοδα που προέρχονται από την πώληση της παραγόμενης ενέργειας.

Τα έσοδα που προέρχονται από την πώληση των ανακτώμενων υλικών και/ή προϊόντων είναι :

$$E_R = \sum_{i=1}^{n} \left(v^{d_i} \cdot Q_R^{d_i} \right) + v^{comp} \cdot Q^{comp} + v^{RDF} \cdot Q^{RDF} \qquad \textbf{(0.82)}$$

Όπου v^{d_i} : μοναδιαία τιμή (€/τ) πώλησης ενός τόνου ανακτώμενου υλικού d_i,

v^{comp} : μοναδιαία τιμή (€/t) πώλησης ενός τόνου παραγόμενου κομπόστ,

v^{RDF} : μοναδιαία τιμή (€/t) πώλησης ενός τόνου παραγόμενου RDF.

Τα έσοδα από την πώληση ενέργειας αφορούν στην πώληση θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Με σκοπό να εκτιμήσουμε τα συνολικά έσοδα, λάβαμε υπόψη μας τόσο τις ποσότητες θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας που πωλούνται όσο και τις ποσότητες που αυτό-καταναλώνονται στη μονάδα, δεδομένου ότι η οικονομία που πραγματοποιείται μπορεί να θεωρηθεί ως έσοδο. Τα έσοδα που προέρχονται από την πώληση ενέργειας δίνονται από:

$$E_E = E_E^{Ch} + E_E^{El} \qquad \textbf{(0.83)}$$

Με

$$E_E^{Ch} = v^{Ch} \cdot \left(Ch_A + Ch_V \right) \quad \textbf{(0.84)}$$

$$E_E^{El} = v^{El} \cdot \left(El_A + El_V \right) \quad \textbf{(0.85)}$$

Όπου E_E^{Ch} : Τα έσοδα που προέρχονται από την πώληση θερμικής ενέργειας,

E_E^{El} : Τα έσοδα που προέρχονται από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας,

v^{Ch} : μοναδιαία τιμή (€/kWh) πώλησης της θερμικής ενέργειας,

v^{El} : μοναδιαία τιμή (€/kWh) πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας.

6.3. ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ REFLOWS ΣΤΗ ΓΛΩΣΣΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ MATLAB

Στην εργασία κατά τη χρήση του προγράμματος προσομοίωσης MATLAB για την ανάπτυξη του μοντέλου **ReFlows** ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα.

Αρχικά δημιουργήθηκε ένα M-file αρχείο και συγκεκριμένα ένα script αρχείο που αποτελείται από μια ακολουθία εντολών του MATLAB. Η σειρά εντολών στηρίχθηκε σε εξισώσεις και μεταβλητές που αναπτύχθηκαν στο τεχνοοικονομικό μοντέλο προσομοίωσης Togia (2003).

Ενώ η εισαγωγή στοιχείων στο πρόγραμμα EXCEL γίνονταν σε περισσότερα από ένα λογιστικά φύλλα και σε διαφορετικά και διάσπαρτα κελιά, στην περίπτωση του υπάρχοντος μοντέλου **ReFlows** δημιουργήθηκαν 2 αρχεία βασισμένα στα φύλλα εργασίας του Excel που έχουν τη μορφή πινάκων με συγκεκριμένη μορφή ως προς τις στήλες και ως προς τις γραμμές, από τα οποία το πρόγραμμα αντλεί τα δεδομένα για την επεξεργασία τους και την έκδοση επιθυμητών αποτελεσμάτων. Το αρχείο 1model.xls μπορεί να έχει απεριόριστες ν στήλες, όσες συμπληρώσει εξ αρχής ο χρήστης, και είναι ο αριθμός των «συστημάτων-τύπων», με διαφορετικά χαρακτηριστικά καθένα από αυτά και κατ' επέκταση διαφορετικές αποδόσεις.

Σε ερώτημα ο χρήστης πρέπει να δώσει τον ακριβή αριθμό των «συστημάτων-τύπων» χωριστά για αστικές, ημιαστικές (για αγροτικές περιοχές γίνεται αυτόματα) όπου το άθροισμα θα δίνει την ν τιμή. Το αρχείο model.xls είναι ένας πίνακας με 43 στήλες και 50 γραμμές. Κάθε δεδομένο πρέπει να εισάγεται σε συγκεκριμένο κουτάκι ώστε κατά την εκτέλεση του προγράμματος να διαβάζει τα επιθυμητά στοιχεία κάνοντας τους υπολογισμούς που του έχουν ζητηθεί μέσα από το M-αρχείο.

Για την εκτέλεση του **ReFlows** μοντέλου το μόνο που χρειάζεται να κάνει ο χρήστης είναι να εισάγει τα στοιχεία που διαθέτει στα δύο φύλλα εργασίας. Απλά πληκτρολογεί το όνομα του αρχείου εκτέλεσης και αυτό με τη σειρά του επεξεργάζεται τα στοιχεία των φύλλων εργασίας παράγει τις ανάλογες τιμές και δίνει συγκριτικά στοιχεία με τη μορφή των γραφικών παραστάσεων. Αναλυτικά οι οδηγίες χρήσης του **ReFlows** μοντέλου προσομοίωσης διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων δίνονται στο Παράρτημα Ι.

7. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 2, η συμμόρφωση με τους στόχους και τους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής πολιτικής για τη διαχείριση των αποβλήτων είναι μια υποχρέωση στην ανάπτυξη και εφαρμογή οποιουδήποτε συστήματος διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων. Ένα τμήμα της πολιτικής της διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων είναι η εναλλακτική διαχείριση και συγκεκριμένα η ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας και του έντυπου χαρτιού με προγράμματα διαλογής στην πηγή.

Λαμβάνοντας, λοιπόν, υπόψη τις υποχρεώσεις που απορρέουν από το Νόμο 2939/2001 (άρθρο 8, παρ. 1), την ΚΥΑ 50910/2727/2003 (άρθρο 17) και τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες 94/62/ΕΚ και 2004/12/ΕΚ, οι περισσότεροι ΟΤΑ της χώρας σε συνεργασία με τους αρμόδιους φορείς (ΕΕΑΑ, κ.α.) έχουν υποχρέωση να οργανώσουν προγράμματα ανακύκλωσης σε πανελλαδική κλίμακα.

Σήμερα, το σύστημα που εφαρμόζεται στην Ελλάδα περιλαμβάνει τρία προγράμματα ανακύκλωσης υλικών συσκευασίας και έντυπου χαρτιού. Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να εκτιμήσει την υφιστάμενη κατάσταση και να αξιολογήσει, με βάσει μια σειρά σεναρίων (όπως θα αναπτυχθούν περαιτέρω), την πορεία της χώρας σχετικά με τους προκαθορισμένους στόχους ανακύκλωσης που θέτουν οι Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Συγκεκριμένα συγκρίνονται οι αποδόσεις της υφιστάμενης κατάστασης και των σεναρίων με τους ποσοτικούς στόχους που υιοθετούνται και καθορίζονται από το Νόμο 2939/2001 (ποσοστά αξιοποίησης) για το έτος 2005 (ενσωμάτωση της οδηγίας 94/62/ΕΚ), οι οποίοι θα πρέπει να αυξηθούν μέχρι το έτος 2011 σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 12/2004/ΕΚ. Ο στόχοι για την ανακύκλωση και ανάκτηση των αποβλήτων συσκευασιών και του έντυπου χαρτιού παρουσιάζονται στον πίνακα 5.

Deleted: η

Deleted: με

Deleted: ισχύς

Deleted: της

Deleted: έχουν τη δυνατότητα

Πίνακας 5: Στόχοι ανακύκλωσης αποβλήτων συσκευασιών στην Ελλάδα

Επίτευξη μέχρι:	*Δεκέμβριο του 2005*	*Δεκέμβριο του 2011*
Συνολική ανακύκλωση	min 25%max 45%	min 55% max 80%
Ανακύκλωση συγκεκριμένων υλικών:		
γυαλί	15%	60%
χαρτί και χαρτόνι	15%	60%
μέταλλα	15%	50%
πλαστικά	15%	22,5%
έντυπο χαρτί[23]	30%	30%

Η εργασία βασίζεται στην εφαρμογή του **ReFlows** μοντέλου ολοκληρωμένης διαχείρισης ΑΣΑ ανακύκλωσης, που έχει αναπτυχθεί από την κα. Togia (2003) και το οποίο μεταφέρθηκε στο πρόγραμμα MATLAB στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Είναι το μεθοδολογικό εργαλείο όπου κατά την εκτέλεση του **ReFlows** τόσο για την υφιστάμενη κατάσταση όσο για το κάθε σενάριο παράγει τις τιμές εκείνες που θα συγκριθούν με τους προκαθορισμένους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης (πίνακας 5) για το σχεδιασμό διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων.

Deleted: β
Deleted: στο σχεδιασμό και
Deleted: ολοκληρωμένου συστήματος
Formatted: Bullets and Numbering
Deleted: α
Formatted: Greek

Σε πρώτη φάση υπολογίζονται οι ποσότητες που πρέπει να ανακτηθούν, σύμφωνα με τους στόχους του Πίνακα 5 για κάθε υλικό, βάσει της παραγωγής των αστικών στερεών αποβλήτων σήμερα (εκτιμήσεις) και με βάση τις προβλέψεις της παραγωγής για το 2011 κρατώντας σταθερή τη σύνθεση των υλικών. Καθότι διανύεται το έτος 2006 θα γίνει ένας έλεγχος εάν το 2005, σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία, το σύστημα που υπάρχει στην Ελλάδα πέτυχε τους προαναφερθέντες στόχους και εάν όχι κατά πόσο τους πλησίασε.

Deleted: σταθερη

Στη συνέχεια εκτός από την εξέταση του συστήματος της υφιστάμενης κατάστασης αναπτύσσονται τρία σενάρια. Στο κάθε σενάριο, βασιζόμενο στην εξέλιξη της υφιστάμενης κατάστασης μέσα από κάποιες υποθέσεις, αναπτύσσεται χωριστά το κάθε πρόγραμμα ή αλλιώς σύστημα-τύπος που επικρατεί σήμερα.

Παρακάτω ακολουθεί ανάλυση των διαθέσιμων στοιχείων που έχουν ληφθεί από τα υπάρχοντα προγράμματα ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ, ΑΕΔΑ), από τη στατιστική υπηρεσία, την Eurostat και το ΥΠΕΧΩΔΕ, ώστε να αντληθούν τα επιθυμητά δεδομένα που θα εισαχθούν στη βάση δεδομένων

[23] Να διευκρινίσουμε ότι το ποσοστό στόχου για το έντυπο χαρτί είναι ενδεικτικό.

του **ReFlows**. Οι πληροφορίες που χρειάζονται είναι δεδομένα του συνολικού πληθυσμού, η συνολική ποσότητα παραγωγής των αστικών στερεών αποβλήτων ανά κάτοικο το χρόνο και η ποσοστιαία παραγωγή ανά ανακτώμενο υλικό ανά κάτοικο το χρόνο. Επίσης από το υπάρχον σύστημα και τα πιλοτικά προγράμματα λαμβάνεται υπόψη ο πληθυσμός που εξυπηρετείται καθώς και η απόδοση του κάθε προγράμματος.

7.1. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ

Στις ενότητες που ακολουθούν γίνεται συνοπτική περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθήθηκε για τη συλλογή των αναγκαίων στοιχείων εισόδου για τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

7.1.1. ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Formatted: Bullets and Numbering

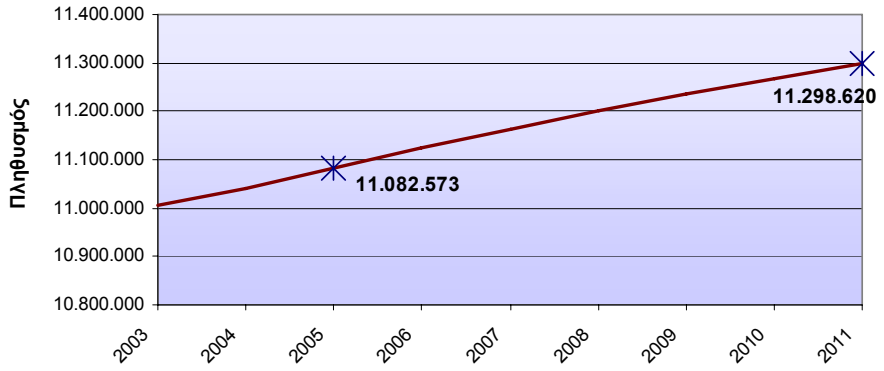
Λαμβάνονται υπόψη, οι δημογραφικές προβλέψεις της Eurostat (2006) για την εξέλιξη του πληθυσμού στο σύνολο της χώρας από το 2003 έως το 2011 σύμφωνα με το Διάγραμμα 13 (Παράρτημα ΙΙ, Π.12 & Π.13). Οι προβολές πληθυσμού καταρτίστηκαν με βάση τον εκτιμώμενο πληθυσμό της 1ης Ιανουαρίου 2003 (Πληθυσμός 11.006.377). Οι δημογραφικές προβλέψεις στηρίχτηκαν στην γραμμική εξίσωση

$$y = 0,9 \times \chi + 1.150.000 \text{ όπου } \chi => 11.006.377 \text{ κάτοικοι}$$

Formatted: Greek
Formatted: Greek
Formatted: Greek
Formatted: Greek
Formatted: Greek

Καθότι η τελευταία απογραφή στην Ελλάδα έγινε το 2001 εκτιμάται ότι ο συνολικός πληθυσμός της Ελλάδας, το **2005** ήταν **11.082.573** κάτοικοι και το **2011** θα είναι **11.298.620** κάτοικοι.

Διάγραμμα 13: Προβολή του πληθυσμού της Ελλάδας για το 2003 έως το 2011



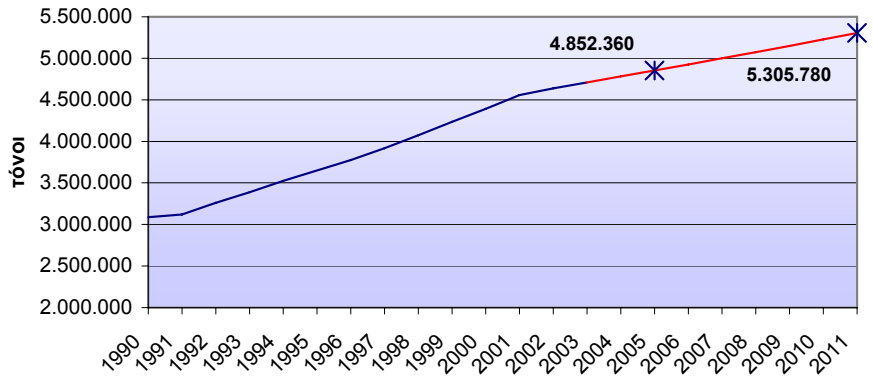
(Πηγή: Eurostat, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/plus/portal, Ημερομηνία Πρόσβασης: 2/5/06)

7.1.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η παραγωγή των αστικών στερεών αποβλήτων όπως παρουσιάστηκε στο διάγραμμα 10 τα τελευταία έτη έχει αυξηθεί. Παρατηρείται πώς από το 1991 μέχρι το έτος 2001 η αύξηση είναι περίπου της τάξεως του 10% ανά έτος και μετά το 2001 μειώνεται η αύξηση περίπου στο 1,5% ανά έτος. Για την εκτίμηση της μελλοντικής παραγωγής, λαμβάνοντας υπόψη την αύξηση των τελευταίων χρόνων, δηλαδή της τάξεως του 1,5% το χρόνο θεωρείται ότι θα συνεχίζεται η αύξηση αυτή στο μέλλον, όπως δηλώνει στο Διάγραμμα 14 η κόκκινη γραμμή.

Το έτος αναφοράς είναι το 2003 όπου παράχθηκαν 4.710.000 τόνοι αστικών στερεών αποβλήτων. Οπότε για το 2004 θεωρείται ότι η παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων ήταν 4.780.650 τόνοι/έτος και το 2005 ήταν 4.852.360 τόνοι/έτος. Με ανάλογους υπολογισμούς έως το 2011 προβλέπεται ότι η παραγωγή σε τόνους θα είναι 5.305.780.

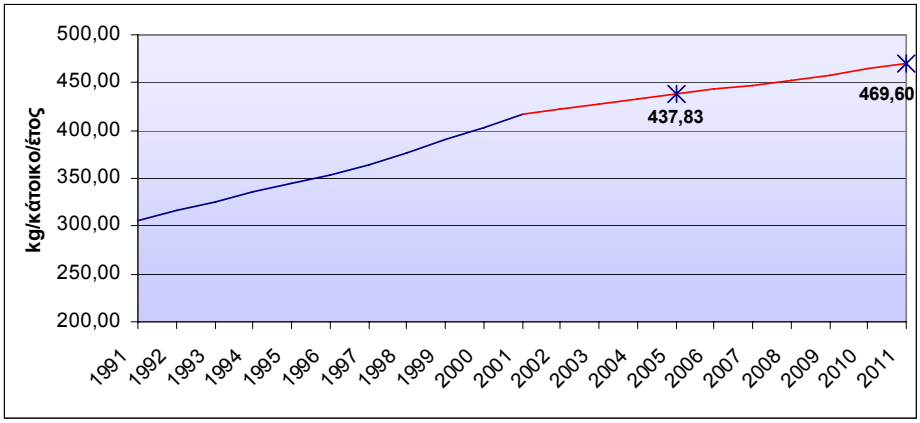
Διάγραμμα 14: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα και μελλοντικές παραγόμενες ποσότητες σε τόνους ανά έτος



(Πηγή: Eurostat, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/plus/portal, Ημερομηνία Πρόσβασης: 24/5/06)

Βάση των στοιχείων και τις υποθέσεις του πληθυσμού και της παραγωγής των αστικών στερεών αποβλήτων σε τόνους υπολογίζεται η παραγωγή ανά κάτοικο σε kg όπως αναλυτικά παρουσιάζεται στο Παράρτημα ΙΙ (Π.8) και στο Διάγραμμα 15. Τα στοιχεία ενδιαφέροντος είναι οι τιμές του έτους **2005** και **2011** με **437,83**kg/κάτοικο/έτος και **469,60**kg/κάτοικο/έτος αντίστοιχα.

Διάγραμμα 15: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα και μελλοντικές παραγόμενες ποσότητες σε kg ανά κάτοικο ανά έτος.



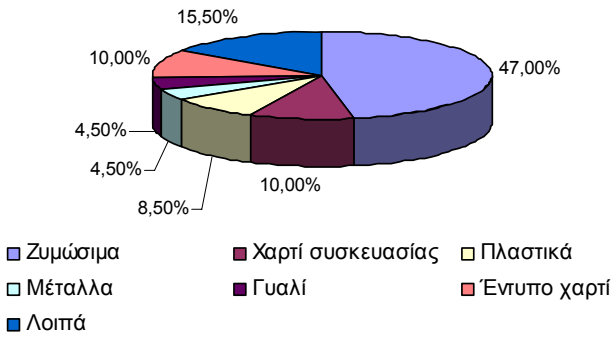
Formatted: Bullets and Numbering

ΣΥΝΘΕΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Λόγω έλλειψης στοιχείων σχετικά με την εξέλιξη της σύνθεσης των αστικών στερεών αποβλήτων θεωρείται ότι η μέση σύσταση των παραγόμενων αστικών αποβλήτων, παραμένει σταθερή, όπως περιγράφεται στην ΚΥΑ Η.Π. 50910/2727/2003, (Διάγραμμα 12), τόσο για το έτος 2005 όσο και για το έτος 2011. Σε αντίθεση με την παραγωγή των αστικών στερεών αποβλήτων και τον πληθυσμό αποφεύχθηκε η πρόβλεψη στον τομέα αυτό γιατί χαρακτηρίζεται από μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας, καθώς δεν υπάρχουν αξιόπιστα στοιχεία ποιοτικής σύνθεσης.

Στο Διάγραμμα 12 δεν αναφέρεται χωριστά η ποσότητα του έντυπου χαρτιού οπότε θεωρείται ότι περιλαμβάνεται στην κατηγορία χαρτί (20,00%). Βάσει της σύνθεσης των παραγόμενων αποβλήτων της ΕΕΑΑ στην Αττική (12 Δήμοι) και στην Πάτρα, η οποία θα αναλυθεί παρακάτω, εκτιμάται ότι τόσο η παραγωγή του έντυπου χαρτιού όσο και του χαρτιού στο σύνολο των αστικών στερεών αποβλήτων θα είναι 10,00% το καθένα (Διάγραμμα 16). Στην κατηγορία λοιπά περιλαμβάνονται κυρίως το ξύλο, τα επικίνδυνα απόβλητα, τα ΑΗΗΕ (Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού) κ.α.

Διάγραμμα 16: Ποσοστιαία σύνθεση παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα (εκτιμήσεις)



*(**Πηγή**: ΚΥΑ Η.Π. 50910/2727/2003)*

Επιπλέον σύμφωνα με τον Πίνακα 6, όπου παρουσιάζονται αναλυτικά τα υλικά των οποίων προτείνεται η διαλογή και συλλογή στην πηγή ως υλικά – στόχοι, αναφέρονται διάφορες κατηγορίες του πλαστικού (PET, PE, Φιλμ, Άλλα πλαστικά) και του μετάλλου (αλουμίνιο, σίδηρος). Ο υπολογισμός των τιμών ποσοστιαίας παραγωγής για το πλαστικό στηρίζεται στη σύνθεση των παραγόμενων αποβλήτων της ΕΕΑΑ στην Αττική (12 Δήμοι) και στην Πάτρα. Επιλέχθηκε αυτό το πρόγραμμα γιατί έχει μεγαλύτερο χρονικό διάστημα δράσης εξυπηρετώντας μεγαλύτερο πληθυσμό και τα αποτελέσματα είναι πιο αντιπροσωπευτικά σε σύγκριση με τα άλλα δύο «συστήματα-τύπους», που εφαρμόζονται για μικρό χρονικό διάστημα και πιλοτικά στο Δήμο Αθηναίων.

Deleted: υποκατάστατες

Deleted: διαδικασίες

Deleted: ονται

Πίνακας 6: Υλικά-στόχοι των συστημάτων

Υλικά- στόχοι (d_i)
Χάρτινη Συσκευασία & Χάρτινη Συσκευασία Υγρών
Πλαστικά
PET
PE
Φιλμ
Άλλα πλαστικά
Μέταλλα
Αλουμίνιο
Σίδηρος
Γυαλί
Έντυπο χαρτί

Από το πρόγραμμα της ΕΕΑΑ τόσο για την Αττική όσο και για την Πάτρα δίνονται το ποσοστό υπολείμματος ή αλλιώς το ποσοστό ανεπιθύμητων υλικών που συναντάται κατά τη συλλογή των ανακυκλώσιμων (r =37% για την Αττική και r =32% για την Πάτρα) και οι ποσότητες των ανακτώμενων υλικών (Q_R) σε τόνους για το μήνα Δεκέμβριο του 2005 (αντίστοιχα για τις δύο πόλεις).

Βάσει του τύπου (0.23) από το κεφάλαιο 6 υπολογίζονται αναλυτικά οι τιμές του ποσοστού συλλογής των υλικών όπως παρουσιάζονται στους Πίνακες 6 & 7.

Πίνακας 7: Εύρεση ποσοστού παραγωγής των υλικών στην Πάτρα το μήνα Δεκέμβριο του 2005.

Υπόλειμμα 37%	**Πάτρα – Δεκέμβριος 2005**		
Υλικά (d_i)	Q_R	Q_C	**Ποσοστό συλλογής** $Q_c / \sum Q_c$
Χαρτί συσκευασίας	22,59	350,14	**48,85%**
PET	11,47	18,20	**2,54%**
PE	6,45	10,24	**1,43%**
Φιλμ	2,00	3,18	**0,44%**
Άλλα πλαστικά	2,31	3,67	**0,51%**
Αλουμίνιο	0,85	1,35	**0,19%**
Σίδηρος	9,81	15,58	**2,17%**
Γυαλί	15,27	24,24	**3,38%**
Έντυπο χαρτί	182,81	290,17	**40,48%**
Σύνολο	**451,58**	**716,80**	**100,00%**

Σύμφωνα με το πρόγραμμα της ΕΕΑΑ πραγματοποιείται αποκομιδή μόνο των ανακυκλώσιμων υλικών οπότε όλες οι παραγόμενες ποσότητες Q_P των αποβλήτων συσκευασίας και του έντυπου χαρτιού συλλέγονται (Εξίσωση (0.10)).

Οι τιμές των ποσοστών παραγωγής υλικών υπολογίζονται από το μέσο όρο των ποσοστών συλλογής των δύο έργων (Πίνακας 9).

Πίνακας 8: Εύρεση ποσοστού παραγωγής των υλικών στην Αττική το μήνα Δεκέμβριο του 2005.

Υπόλειμμα 32%	**Αττική – Δεκέμβριος 2005**		
Υλικά (d_i)	Q_R	Q_C	**Ποσοστό συλλογής** $Q_c / \sum Q_c$
Χαρτί συσκευασίας	395,31	581,34	**44,58%**
PET	16,70	24,56	**1,88%**
PE	15,35	22,58	**1,73%**
Φιλμ	6,75	9,93	**0,76%**
Άλλα πλαστικά	4,83	7,11	**0,54%**
Αλουμίνιο	2,40	3,53	**0,27%**
Σίδηρος	25,69	37,78	**2,89%**
Γυαλί	52,95	77,86	**5,97%**
Έντυπο χαρτί	366,65	539,19	**41,35%**
Σύνολο	**886,67**	**1303,92**	**100,00%**

Στο διάγραμμα 17 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν τα υπόλοιπα υλικά του πλαστικού και του μετάλλου που υπολογίστηκαν με την αντιστοιχία της ποσοστιαίας σύνθεσης των υλικών με τη μέση τιμή παραγωγής των υποκλασμάτων του πλαστικού και του μετάλλου αντίστοιχα.

Πίνακας 9: Εύρεση της μέσης τιμής ποσοστού παραγωγής των υλικών

	Ποσοστό παραγωγής		
Υλικά (d_i)	Πάτρα	Αμαρουσίου	**Μέση τιμή ποσοστού παραγωγής**
Χαρτί συσκευασίας	**48,85%**	44,58%	**46,72%**
PET	**2,54%**	1,88%	**2,21%**
PE	**1,43%**	1,73%	**1,58%**
Φιλμ	**0,44%**	0,76%	**0,60%**
Άλλα πλαστικά	**0,51%**	0,54%	**0,53%**
		Συνολικά το πλαστικό	**4.92%**
Αλουμίνιο	**0,19%**	0,27%	**0,23%**
Σίδηρος	**2,17%**	2,89%	**2,53%**
		Συνολικά τα μέταλλα	**2,76%**
Γυαλί	**3,38%**	5,97%	**4,68%**
Σύνολο Συσκευασίας			
Έντυπο χαρτί	40,48%	41,35%	**40,92%**
Σύνολο	**100,00%**	**100,00%**	**100,00%**

Πίνακας 10: Υπολογισμός του ποσοστού παραγωγής των υποκλασμάτων του πλαστικού σε αναλογία με τη συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων

Κλάσματα πλαστικού	Μέση τιμή ποσοστού παραγωγής	Ποσοστό ως προς το σύνολό της	Το ποσοστό στην τιμή 8,5
PET	2,21%	44,92%	**3,82 %**
PE	1,58%	32,10%	**2,73%**
Φιλμ	0,60%	12,25%	**1,04%**
Άλλα πλαστικά	0,52%	10,73%	**0,91%**
Συνολικά	**4.92%**	**100,00%**	**8,50%**

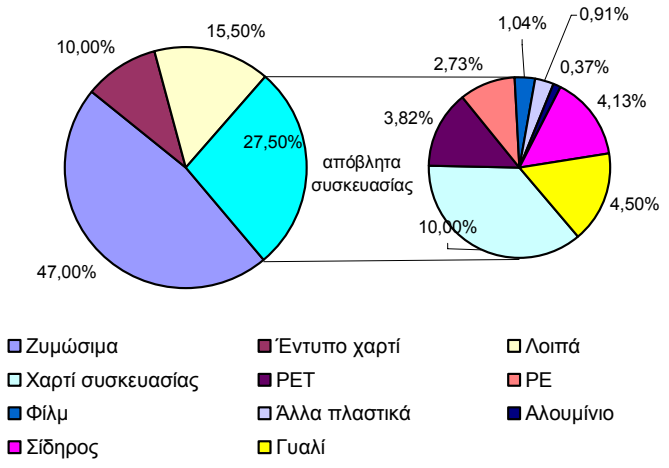
Αναλυτικά οι υπολογισμοί των τιμών των υλικών της κατηγορίας του πλαστικού σε αναλογία με τη συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων, που είναι 8,5% (διάγραμμα 16), δίνονται στον πίνακα 10. Αντίστοιχα οι υπολογισμοί του ποσοστού παραγωγής των κλασμάτων του μετάλλου (στην τιμή 4,5% σύμφωνα με το διάγραμμα 16) δίνονται στον πίνακα 11.

Πίνακας 11: Υπολογισμός του ποσοστού παραγωγής των κλασμάτων του μετάλλου σε αναλογία με τη συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων

Κλάσματα μετάλλου	Μέση τιμή ποσοστού παραγωγής	Ποσοστό ως προς το σύνολό της	Το ποσοστό στην τιμή 4,50
Αλουμίνιο	2,21%	8,32%	0,37%
Σίδηρος	1,58%	91,68%	4,12%
Συνολικά	**2,77%**	**100,00%**	**4,50%**

Οι εκτιμήσεις του διαγράμματος 17 της ποσοστιαίας σύνθεσης της παραγωγής υποτίθεται ότι ισχύουν σε όλη την Ελλάδα καθότι δεν υπάρχουν αναλυτικά στοιχεία για κάθε υλικό από άλλη πηγή. Τα απόβλητα συσκευασίας καλύπτουν το 27,50% στο οποίο περιέχονται αναλυτικά στο μικρό κύκλο, σύμφωνα με το διάγραμμα 17, το χαρτί συσκευασίας, το PET, το PE, το φιλμ, τα άλλα πλαστικά, το αλουμίνιο, ο σίδηρος και το γυαλί.

Διάγραμμα 17: Ποσοστιαία σύνθεση παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων (εκτιμήσεις)

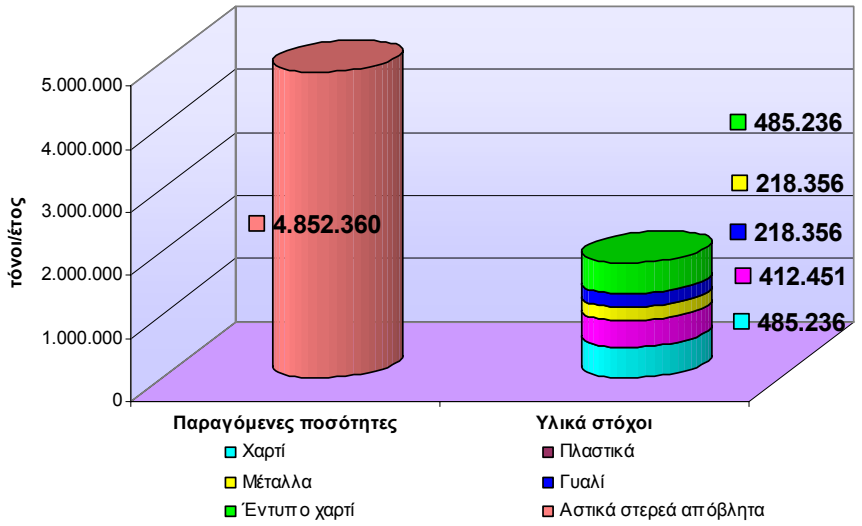


Formatted: Bullets and Numbering

7.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΕΥΞΗΣ ΤΩΝ ΣΤΟΧΩΝ

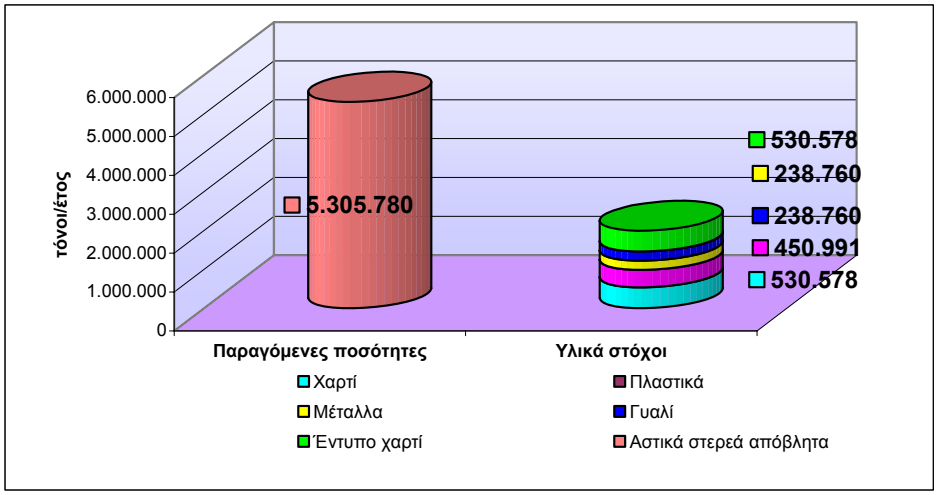
Από την παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων για το 2005 που ήταν **4.852.360** τόνοι και με βάση τη σύνθεση των υλικών (Διάγραμμα 18), οι συσκευασίες (χαρτί, πλαστικά, μέταλλα, γυαλί) καλύπτουν το 27,50% (**1.334.399** τόνοι) και το έντυπο χαρτί το 10% (**485.236** τόνοι).

Διάγραμμα 18: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων και των υλικών στόχων για το 2005



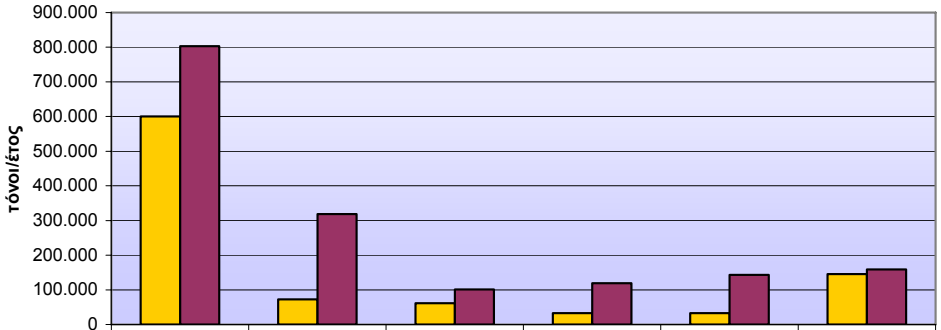
Ανάλογοι υπολογισμοί πραγματοποιούνται και για το έτος 2011. Εφόσον εκτιμάται ότι η παραγωγή των αστικών στερεών αποβλήτων το 2011 θα φτάσει τους 5.305.780 τόνους, σύμφωνα με τις τιμές της σύνθεσης του διαγράμματος 21, οι ποσότητες των συσκευασιών θα αυξηθούν στους 5.305.780 Χ 27,50% = 1.459.089 τόνους και του έντυπου χαρτιού στους 5.305.780 Χ 10,00% = 530.578 τόνους.

Διάγραμμα 19: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων και τα υλικά στόχοι για το 2011



Στη συνέχεια, σύμφωνα με τους στόχους ανακύκλωσης αποβλήτων συσκευασίας από τον Πίνακα 4 και στηριζόμενοι στις παραγόμενες ποσότητες για κάθε έτος σύμφωνα με τα Διαγράμματα 18 & 19, εκτιμώνται οι ποσότητες των υλικών που πρέπει να ανακτηθούν ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι για το 2005 και το 2011 αντίστοιχα (Διάγραμμα 20).

Διάγραμμα 20: Ποσότητες που πρέπει να ανακτηθούν οι στόχοι για το έτος 2005 και 2011 αντίστοιχα



	Συσκευασίες	Χαρτί συσκευασίας	Πλαστικά	Μέταλλα	Γυαλί	Έντυπο χαρτί
2005	600.480	72.785	61.868	32.753	32.753	145.571
2011	802.499	318.347	101.473	119.380	143.256	159.173

8. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

8.1. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Deleted: ΣΕΝΑΡΙΟ 1-

Το υπάρχον σύστημα ανακύκλωσης στην Ελλάδα βασίζεται σε τρία «συστήματα-τύπους» ή αλλιώς προγράμματα που υλοποιούνται τόσο στην Αττική όσο και στην ευρύτερη υπόλοιπη χώρα. Τα τρία αυτά «συστήματα-τύποι» μαζί συνθέτουν τη συνολική κατάσταση της Ελλάδας σχετικά με την ανακύκλωση.

Formatted: Bullets and Numbering

1ο ΣΥΣΤΗΜΑ-ΤΥΠΟΣ

Εικόνα 1: Χρήση μπλε κάδων

Ως πρώτο σύστημα-τύπο χαρακτηρίζεται το σύστημα που οργανώνεται από την ΕΕΑΑ (Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης και Ανακύκλωσης). Η διαλογή και συλλογή των ανακυκλώσιμων γίνεται σ' ένα ρεύμα, δηλαδή όλα τα υλικά στόχοι[1] συλλέγονται ανάμικτα με τη χρήση για παράδειγμα των κλασσικών μπλε κάδων που έχουν τοποθετηθεί σε διάφορα επιλεγμένα σημεία. Βάση κάποιων έργων που υλοποιούνται, όπως της Πάτρας και της Αττικής (Μαρούσι) σχετικά με τα ποσοστά ανάκτησης που επιτυγχάνει το υφιστάμενο σύστημα (στοιχεία 2005), εκτιμώνται οι αποδόσεις ανάπτυξης του κάθε συστήματος-τύπου.

Ο πληθυσμός που εξυπηρετείται από το σύστημα διαλογής στην πηγή – ανακύκλωσης είναι **1.165.520** (τέλη του 2005) κάτοικοι και καλύπτεται από τις περιοχές της Αττικής (από 12 Δήμους[24]), το Δήμο Πάτρας, το Νομό Πιερίας, το Νομό Ημαθίας, τη Δυτική Θεσσαλία (Τρίκαλα & Καρδίτσα) τη Καλαμάτα, τη Λαμία, τη Θεσσαλονίκη και τη Ζάκυνθο (ΕΕΑΑ, 2006). Το πρόγραμμα της ΕΕΑΑ από την υλοποίησή του το 2002 στόχευε κατά την επέκταση του συστήματος στο σύνολο των περιοχών έως τα τέλη του 2006 στην εξυπηρέτηση 4.500.000 ατόμων (ΕΕΑΑ, 2006). Οι νέες περιοχές που αναμένεται να καλυφθούν εκτός από την επέκταση των υφιστάμενων προγραμμάτων ώστε να καλυφθεί επαρκώς το σύνολο της περιοχής είναι τα Χανιά το Ρέθυμνο, η Κέρκυρα, η Ρόδος, η Πέλλα, οι Σέρρες, οι Δήμοι της Αττικής (Αγ. Δημήτριος, Ν. Σμύρνη, Αγ. Στέφανος, Πετρούπολη, Ηράκλειο Αττικής, Αιγάλεω, Καπανδρίτι,

Deleted: επιπλέον

Deleted: του ότι θα επεκταθούν στην εξυπηρέτηση των υπαρχουσών περιοχών

[24] Δήμος Αμαρούσιου, Βριλησσίων, Μελισσίων, Πεύκης, Φιλοθέης, Χαλανδρίου, Κηφισιάς, Λυκόβρυσης, Ν. Ερυθραίας, Κοινότητα Άνοιξης, Κοινότητα Διονύσου & Κοινότητα Ν. Πεντέλης.

Αγ. Παρασκευή, Ελευσίνα, Χολαργός, Χαϊδάρι), οι Δήμοι του νομού Θεσσαλονίκης κ.α. (Χάρτης 1)

Χάρτης 1. Οι περιοχές στις οποίες πραγματοποιείται και αναμένεται στο κοντινό μέλλον να επεκταθεί το 1ο σύστημα-τύπο δηλώνονται με την πορτοκαλί ένδειξη.

Οι αποδόσεις του προγράμματος διαλογής στην πηγή και ανακύκλωσης αναφορικά με τα ανακτώμενα υλικά δίνονται από τον τύπο (0.20) που βασίζεται στην ανάκτηση ανά kg ανά κάτοικο το χρόνο. Τα δεδομένα που παρέχονται από τα προγράμματα της Αττικής (ΚΔΑΥ Αμαρούσιου) και της Πάτρας (ΚΔΑΥ Πάτρας) είναι η ποσότητα αποβλήτων που ανακτάται και ο πληθυσμός. Βάση αυτών υπολογίζεται η ανάκτηση των υλικών συσκευασίας και του έντυπου χαρτιού σε kg ανά κάτοικο το χρόνο από το μέσον όρο ανάκτησης των δύο προγραμμάτων σύμφωνα με τα στοιχεία του 2005 (Πίνακας 12). Ως ποσοστό ανεπιθύμητων υλικών λαμβάνεται ο μέσος όρος της Πάτρας (39%) και της Αττικής (31%) που είναι 35%.

Πίνακας 12: Υπολογισμός ανάκτησης kg ανά κάτοικο το χρόνο

Έτος 2005	**Αττική (Πληθυσμός: 267.189)**		**Πάτρα (Πληθυσμός: 199.512)**		
Υλικά (d_i)	**Q_R σε τόνους ανά έτος**	**Ανάκτηση kg/κάτοικο/έτος ($Q_R / P_t^{d_i}$) X 1000**	**Q_R σε τόνους ανά έτος**	**Ανάκτηση kg/κάτοικο/έτος ($Q_R / P_t^{d_i}$) X 1000**	**Μ.Ο. Ανάκτηση kg/κάτοικο/έτος**
Χαρτί συσκευασίας	3.093	**11,57**	2.088	**10,46**	**11,02**
PET	192	**0,72**	120	**0,60**	**0,66**
PE	185	**0,69**	67	**0,34**	**0,51**
Φιλμ	53	**0,20**	14	**0,07**	**0,13**
Άλλα πλαστικά	57	**0,22**	29	**0,15**	**0,18**

Αλουμίνιο	34	**0,12**	20	**0,10**	**0,11**
Σίδηρος	260	**0,97**	84	**0,42**	**0,70**
Γυαλί	529	**1,98**	173	**0,87**	**1,42**
Έντυπο χαρτί	4.302	**16,10**	1693	**8,49**	**12,29**
Σύνολο	**8706**	**32,58**	**4.290**	**21,50**	**27,04**

2^{ο} ΣΥΣΤΗΜΑ –ΤΥΠΟΣ

Εικόνα 2: Κάδος πιλοτικού προγράμματος

Ως 2^{ο} σύστημα-τύπος θεωρείται ένα πιλοτικό πρόγραμμα που λειτουργεί στο Δήμο Αθηναίων (στοιχεία 2005). Η διαλογή και συλλογή των ανακυκλώσιμων γίνεται σε τρία ρεύματα, στο ένα ρεύμα το έντυπο χαρτί, στο άλλο ρεύμα το γυαλί και στο τρίτο τα υπόλοιπα τρία από τα τέσσερα υλικά συσκευασίας (χαρτί συσκευασίας, πλαστικό, μέταλλα).

Επειδή το πρόγραμμα λειτουργεί πιλοτικά εξυπηρετούνται από 100 τοποθετημένους κάδους γύρω στους 12.000 κατοίκους. Προβλέπεται να προστεθούν γύρω στους 2000 κάδους σε κεντρικά σημεία ώστε να εξυπηρετηθούν συνολικά 240.000 κάτοικοι. Μελλοντικά ενδιαφέρονται να συμμετάσχουν στο πρόγραμμα και άλλοι Δήμοι που ανήκουν στην Νομαρχία Πειραιώς (περίπου 550.000 κάτοικοι) όπως ο Πειραιάς η Νίκαια ο Κορυδαλλός κ.α. καθώς και Δήμοι που ανήκουν στην Νομαρχία Ανατολικής και Δυτικής Αττικής.

Τα στοιχεία που έχουν τροφοδοτηθεί για αυτό το πρόγραμμα εκτός από τον πληθυσμό είναι τα ποσοστά ανάκτησης των ανακυκλώσιμων υλικών και του έντυπου χαρτιού. Η επόμενη κίνηση όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 13 είναι η εύρεση ανάκτησης ανά κάτοικο για κάθε υλικό. Στο σύστημα αυτό το υπόλειμμα κυμαίνεται στα 11,9%.

Πίνακας 13: Υπολογισμός ανάκτησης υλικών για το 2005 (εκτιμήσεις)

Πληθυσμός (P): 12.000	**Αττική – (Δεκέμβριος 2005)**	
Υλικά	**Ανάκτηση υλικών σε kg το μήνα Q**	**Ανάκτηση kg/κάτοικο/έτος (Q/P X 12 μήνες)**
Χαρτί συσκευασίας	55	**0,05**
PET	95	**0,09**
PE	20	**0,02**
Φιλμ	12	**0,01**
Άλλα πλαστικά	15	**0,01**
Αλουμίνιο	40	**0,04**
Σίδηρος	25	**0,02**
Γυαλί	302	**0,30**
Έντυπο χαρτί	2255	**2,2550**
Σύνολο	**2822**	**2,8220**

Formatted: Bullets and Numbering

3^{ο} ΣΥΣΤΗΜΑ –ΤΥΠΟΣ

Ως 3^{ο} σύστημα-τύπος είναι το δεύτερο πιλοτικό πρόγραμμα που εφαρμόζεται στο Δήμο Αθηναίων σε κεντρικά σημεία με την εγκατάσταση ανταποδοτικών κέντρων[25]. Η διαλογή και συλλογή των ανακυκλώσιμων γίνεται σε πέντε ρεύματα, ρεύμα ανά υλικό συσκευασίας (χαρτί, μέταλλα, γυαλί, πλαστικό) και το έντυπο χαρτί (εφημερίδες, περιοδικά). Το πιλοτικό αυτό πρόγραμμα εξυπηρετεί 16.000 άτομα, καθώς τα ανταποδοτικά κέντρα είναι 4 και το κάθε ένα εξυπηρετεί κατά μέσο όρο 4000 άτομα. Προβλέπεται να αυξηθούν τα τέσσερα υπάρχον τα κέντρα σε 100, ώστε να εξυπηρετηθούν 400.000 άτομα

Τα στοιχεία που παρέχονται είναι το βάρος ανάκτησης (kg) της κάθε συσκευασίας οπότε υπολογίζονται οι αποδόσεις ανάκτησης για κάθε κάτοικο (kg/κάτοικο/έτος) (Πίνακας 13). Να σημειωθεί ότι το υπόλειμμα είναι μηδενικό, λόγω του τύπου του συστήματος.

Πίνακας 14: Υπολογισμός ανάκτησης υλικών για το 2005 (εκτιμήσεις)

Πληθυσμός: 16.000	***Ανάκτηση υλικών σε kg το μήνα Ιούνιο 2005***	**Ανάκτηση kg/κάτοικο/έτος (Q/P X 12 μήνες)**
Αλουμίνιο	2.193	1,64
Λευκοσίδηρος	10.681	8,01
Πλαστικό	7.582	5,69
Γυαλί	10.313	7,73
Χαρτί	14.086	10,56
ΣΥΝΟΛΟ	**44.855**	33,64

Στο πρόγραμμα αυτό δεν υπάρχουν τιμές για τα υποκλάσματα του πλαστικού και του έντυπου χαρτιού. Ως έντυπο χαρτί θεωρείται το 50% της κατηγορίας χαρτί ενώ το άλλο 50% θεωρείται ότι αποτελείται από χαρτί συσκευασίας. Όσον αφορά το πλαστικό λαμβάνεται υπόψη η αναλογία της μέσης τιμής ποσοστού παραγωγής από τον πίνακα 8 ώστε να υπολογιστεί η ανάκτηση σε kg/κάτοικο/έτος των κλασμάτων πλαστικού (Πίνακας 14).

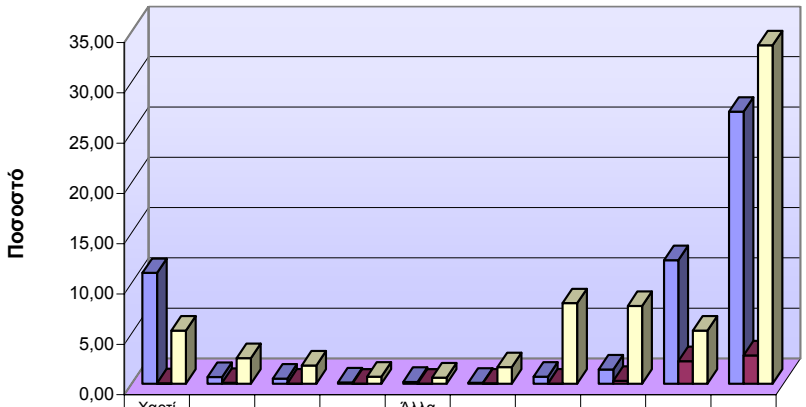
[25] Πλ. Κοραή, Πλ. Συντάγματος, Υμηττού και Χρεμωνίδου (Παγκράτι), Φ. Νέγρη και Δροσοπούλου.

Πίνακας 15: Υπολογισμός ανάκτησης του πλαστικού για το 2005 (εκτιμήσεις)

Σύνθεση πλαστικών	Μέση τιμή ποσοστού παραγωγής	Ποσοστό ως προς το σύνολό της	Ανάκτηση kg/κάτοικο/έτος
PET	2,21%	0,45	**2,55**
PE	1,58%	0,32	**1,82**
Φιλμ	0,60%	0,12	**0,69**
Άλλα πλαστικά	0,52%	0,10	**0,61**
Σύνολο	**4.92%**	**1**	**5,68**

Ανακεφαλαιώνοντας, στο διάγραμμα 21 παρουσιάζονται οι θεωρητικές ανακτώμενες ποσότητες των τριών σεναρίων–τύπων που εφαρμόζονται στην Ελλάδα.

Διάγραμμα 21: Θεωρητικές ανακτώμενες ποσότητες (kg/κάτοικο/έτος) στο πλαίσιο των 3 σεναρίων-τύπων που εξετάζονται στην Ελλάδα



	Χαρτί συσκευασίας	PET	PE	Φίλμ	Άλλα πλαστικά	Αλουμίνιο	Σίδηρος	Γυαλί	Έντυπο χαρτί	Σύνολο
1ο σύστημα-τύπος	11,02	0,66	0,51	0,13	0,18	0,11	0,70	1,43	12,29	27,04
2ο σύστημα-τύπος	0,06	0,10	0,02	0,01	0,02	0,04	0,03	0,30	2,26	2,82
3ο σύστημα-τύπος	5,28	2,55	1,83	0,70	0,61	1,64	8,01	7,73	5,28	33,64

8.2. ΣΕΝΑΡΙΑ ΔΙΑΛΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Τα σενάρια διαλογής στην πηγή-ανακύκλωση που περιγράφονται βασίζονται στην εξέλιξη της υφιστάμενης κατάστασης για το 2011. Όπως αναπτύχθηκε στο κεφάλαιο 2 θεωρείται, ότι η αύξηση της παραγωγής των αστικών στερεών αποβλήτων με το χρόνο δεν θα οφείλεται μόνο στην πληθυσμιακή ανάπτυξη αλλά και στη μακροπρόθεσμη αύξηση της παραγωγής των αστικών στερεών αποβλήτων ανά κάτοικο. Η τιμή της παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων ανά κάτοικο το χρόνο αυξάνεται σε 469,60 kg (Διάγραμμα 3) και ο πληθυσμός στο σύνολο της Ελλάδος στους 11.298.620 κατοίκους (Διάγραμμα 1). Οι τιμές αυτές για το 2011 ισχύουν για κάθε σενάριο.

Deleted: Στο σενάριο 1

Επίσης, θεωρείται ότι το κάθε σενάριο έως το 2011 θα εξυπηρετεί το συνολικό πληθυσμό της χώρας. Να διευκρινιστεί ότι στο συνολικό πληθυσμό, εξαιρείται ο πληθυσμός που κατοικεί στις ορεινές περιοχές, οι οποίες συνήθως θεωρούνται αυτές που βρίσκονται σε υψόμετρο πάνω από 600 μέτρα, και στις δύσκολα προσεγγίσημες νησιωτικές περιοχές. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Στατιστικής Υπηρεσίας από την απογραφή του 2001 περίπου το 6,86[26]% (750.882 κάτοικοι) του συνολικού πληθυσμού της Ελλάδος (10.934.097 κάτοικοι) κατοικεί σε ορεινές περιοχές και το 11,88[27]% κατοικεί σε νησιά λίγων χιλιάδων στρεμμάτων (ή και μικρότερα). Πιθανόν έως τα τέλη του 2011 να μειωθεί το ποσοστό του 18,74% λόγω της εσωτερικής μετακίνησης του πληθυσμού σε πεδινές και αγροτικές ή αστικές περιοχές. Ωστόσο εκτιμάται ότι το μέγιστο ποσοστό που θα ήταν εφικτό να εξυπηρετηθεί από ένα σύστημα διαλογής στην πηγή – ανακύκλωσης είναι το 90%, δηλαδή από τους 11.298.620 κατοίκους οι 10.168.758.

Σε πρώτη φάση στα σενάρια 1,2 και 3 η μέση ποσότητα του ανακυκλώσιμου ρεύματος υλικών στόχων (προς Κ.Δ.Α.Υ) που αναμένεται ότι θα συλλέγεται κατά την έναρξη των σεναρίων, θα παραμένει ίδια με την υφιστάμενη κατάσταση. Αυτό δηλώνει ότι τα συστήματα αυτά θα εφαρμοστούν χωρίς την εντατική ενημέρωση των πολιτών. Στη συνέχεια τα σενάρια επαναλαμβάνονται με τη διαφορά ότι σε όσα συστήματα-τύπους εξυπηρετούν μεγαλύτερο πληθυσμό από τον υφιστάμενο θα υπάρχει μια αύξηση 20% της απόδοσης των υλικών τους στο διάστημα μέχρι το 2011 (Διάγραμμα 22).

[26] Δεν περιλαμβάνεται ο ορεινός πληθυσμός των Νομών Κυκλάδων και Δωδεκανήσου που αναλογεί στους 39.107 μόνιμους κατοίκους (Στατιστική Υπηρεσία, 2001).

[27] Υπολογίστηκε το ποσοστό πληθυσμού που κατοικεί στα μικρά νησιά των Νομών Κυκλάδων και Δωδεκανήσου (1.300.000 μόνιμοι κάτοικοι).

Formatted: Bullets and Numbering

ΣΕΝΑΡΙΟ 1

Στο πρώτο σενάριο υποτίθεται ότι μόνο το 1ο σύστημα-τύπος εξελίσσεται εξυπηρετώντας τον υπόλοιπο πληθυσμό, έτσι ώστε στο σύνολό τους τα τρία συστήματα να καλύπτουν το 90% του συνολικού πληθυσμού. Το 1ο σύστημα-τύπος θεωρούμε ότι από τους 1.165.520 κατοίκους που εξυπηρετούσε μέχρι σήμερα θα επεκταθεί σε 10.140.758 κατοίκους όπου μαζί με τα άλλα δύο προγράμματα (28.000 κατοίκους στο σύνολό τους) το σύστημα θα εξυπηρετεί συνολικά 10.168.758 κατοίκους.

Formatted: Bullets and Numbering

ΣΕΝΑΡΙΟ 2

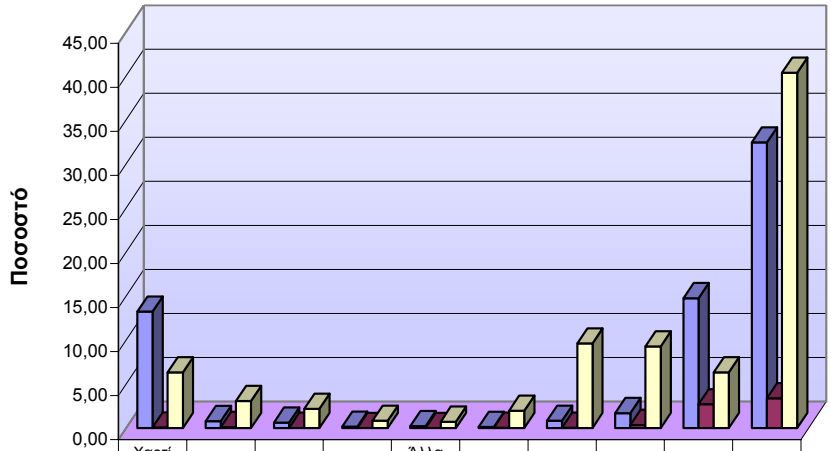
Οι υποθέσεις στο σενάριο αυτό ακολουθούν τον ίδιο τρόπο σκέψης όπως στο 1ο σενάριο. Στην προκειμένη περίπτωση εκτιμάται ότι αναπτύσσεται στην Ελλάδα μόνο το 2ο σύστημα-τύπος χωρίς να υφίστανται αλλαγές στα άλλα δύο συστήματα-τύπους. Ο πληθυσμός από τον οποίο θα εξυπηρετείται το 2ο σύστημα-τύπο από 12.000 θα ανέρχεται στους 8.987.238 κατοίκους.

Formatted: Bullets and Numbering

ΣΕΝΑΡΙΟ 3

Παράλληλα με τα άλλα δύο σενάρια στην προκειμένη περίπτωση από την υφιστάμενη κατάσταση των 16.000 κατοίκων θεωρείται ότι θα εξυπηρετεί 8.991.238 κατοίκους. Στο άθροισμα με τα άλλα δύο σύστημα θα καλύπτει το 90% του πληθυσμού.

Διάγραμμα 22: Θεωρητικές ανακτώμενες ποσότητες (kg/κάτοικο/έτος) αυξανόμενες κατά 20% στο πλαίσιο των 3 σεναρίων-τύπων που εξετάζονται στην Ελλάδα



	Χαρτί συσκευασίας	PET	PE	Φίλμ	Άλλα πλαστικά	Αλουμίνιο	Σίδηρος	Γυαλί	Έντυπο χαρτί	Σύνολο
1ο σύστημα-τύπος	13,22	0,79	0,62	0,16	0,22	0,14	0,84	1,71	14,75	32,45
2ο σύστημα-τύπος	0,07	0,11	0,02	0,01	0,02	0,05	0,03	0,36	2,71	3,38
3ο σύστημα-τύπος	6,34	3,07	2,19	0,84	0,73	1,97	9,61	9,28	6,34	40,37

Formatted: Bullets and Numbering

8.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

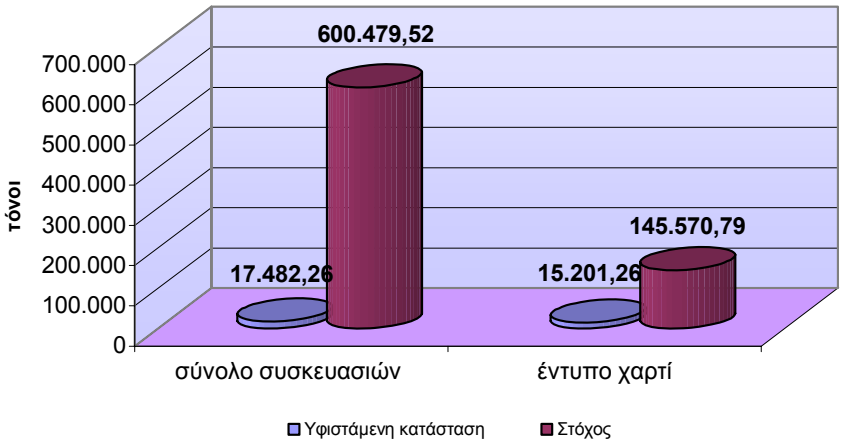
Με βάση τις παραπάνω παραδοχές υπολογίζονται οι ποσότητες των υλικών στόχων αυτών που ανακτώνται και αυτών που μπορούν να ανακτηθούν στο πλαίσιο των υποτιθέμενων σχημάτων ανακύκλωσης (σενάρια) εάν αυτά εφαρμοστούν στην Ελλάδα. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εκτέλεση του **ReFlows** συγκρίνονται με τους στόχους που καλείται να επιτύχει η χώρα.

Deleted: καλούνται να επιτύχουν

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 23 οι ποσότητες τόσο του συνόλου των συσκευασιών όσο και του έντυπου χαρτιού που ανακτώνται σήμερα είναι πολύ χαμηλότερες από το στόχο.

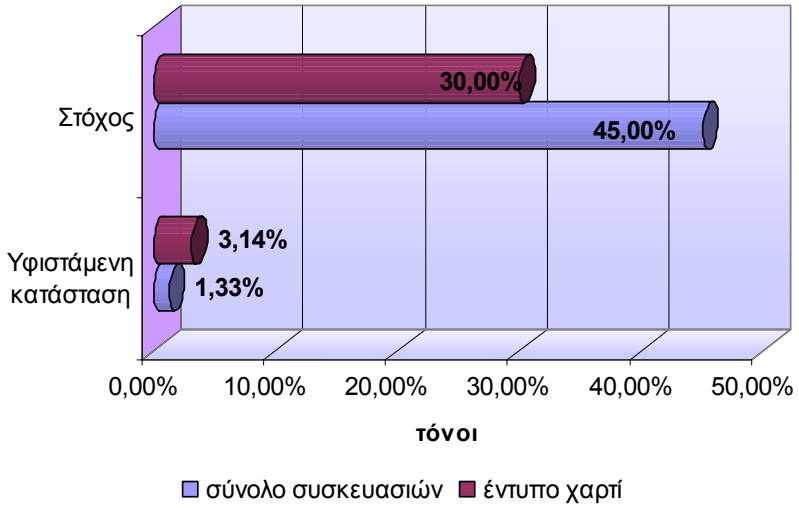
Αντίθετα, στο κεφάλαιο 4 (πίνακας 2), σύμφωνα με επίσημα στοιχεία, αναφέρθηκε ότι η Ελλάδα ανακυκλώνει 33% της συσκευασίας. Η απόκλιση αυτή με τα αποτελέσματα οφείλεται στο γεγονός ότι δεν λήφθηκε υπόψη στο 1^{ο} σύστημα-τύπο η αξιοποίηση των υλικών συσκευασίας από τις εταιρείες-μέλη (υπόχρεους συσκευαστές) που συνεργάζονται με την ΕΕΑΑ. Τα δεδομένα εισόδου βασίζονταν μόνο στην συνεργασία του ΕΕΑΑ με τους Δήμους. Ομοίως, τα άλλα δύο συστήματα-τύπους είναι πιλοτικά προγράμματα που τα υλικά συσκευασίας προέρχονται κυρίως από τα νοικοκυριά.

Διάγραμμα 23: Ανάκτηση υλικών συσκευασίας και έντυπου υλικού σε τόνους ανά έτος στην Ελλάδα σήμερα συγκριτικά με το στόχο



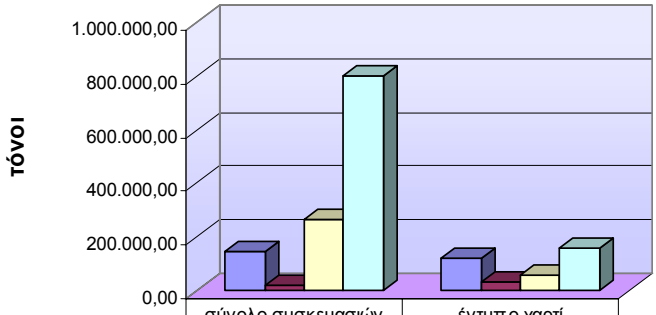
Αντίστοιχα στο διάγραμμα 24 το ποσοστό ανάκτησης του έντυπου υλικού συγκριτικά με το σύνολο συσκευασιών μπορεί να είναι μεγαλύτερο αλλά δεν παύει να απέχει με μεγάλη διαφορά από το στόχο. Αυτό σημαίνει ότι η υφιστάμενη κατάσταση πρέπει να βελτιωθεί.

Διάγραμμα 24: Ποσοστά ανάκτησης συσκευασιών και έντυπου χαρτιού στην Ελλάδα σήμερα συγκριτικά με τους στόχους



Οι ποσότητες των αποβλήτων συσκευασιών που εκτιμώνται ότι θα ανακτηθούν με τα διάφορα σχήματα ΔσΠ (αριθμός ρευμάτων) και τρόπους συλλογής (κεντρικά σημεία) όπως εξετάσθηκαν είναι κατά πολύ χαμηλότερες από αυτές που στοχεύει να ανακτήσει η Ελλάδα (διάγραμμα 25).

Διάγραμμα 25: Ανάκτηση υλικών συσκευασίας και έντυπου υλικού σε τόνους ανά έτος στην Ελλάδα συγκριτικά για τα τρία σενάρια το έτος 2011

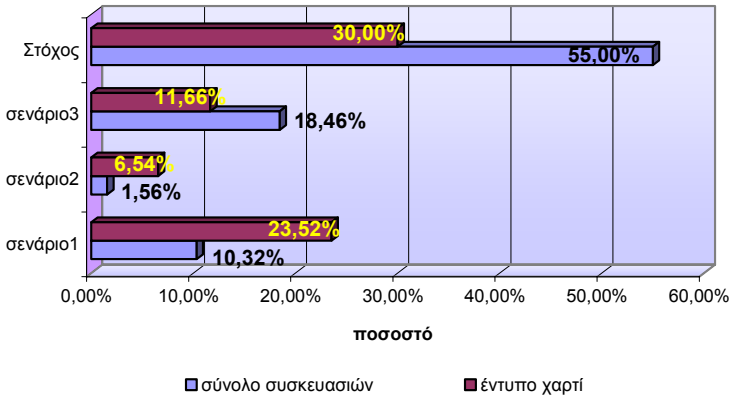


	σύνολο συσκευασιών	έντυπο χαρτί
σενάριο1	148.649,26	124.781,58
σενάριο2	22.463,50	34.679,52
σενάριο3	265.769,66	61.852,06
Στόχος	802.499,24	159.173,40

Συγκρίνοντας τις αποδόσεις των σεναρίων τη μεγαλύτερη ανάκτηση υλικών ως προς το σύνολο των συσκευασιών εμφανίζει το σενάριο 3, δηλαδή ενός συστήματος διαλογής στην πηγή και συλλογής που δίνεται έμφαση στο 3^{ο} σύστημα τύπο με τα πέντε ρεύματα. Παρόλα αυτά όπως επιβεβαιώνεται και στο διάγραμμα 26 το ποσοστό ανάκτησης των συσκευασιών είναι μικρό σε σύγκριση με το στόχο.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν σχετικά με τις ποσότητες έντυπου χαρτιού που εκτιμώνται ότι θα ανακτηθούν το 2011 με τα διάφορα σχήματα ΔσΠ και συλλογής που εξετάσθηκαν είναι πιο ενθαρρυντικά. Σε αντίθεση με την ανάκτηση των συσκευασιών, στην ανάκτηση του έντυπου υλικού το 1^{ο} σενάριο πλησιάζει το στόχο. Να σημειωθεί ότι η ποσότητα ανάκτησης του έντυπου χαρτιού στο 3^{ο} σενάριο είναι μικρή σε αναλογία με την ανάκτηση ποσότητας της συσκευασίας. Πιθανόν αυτό να οφείλεται στο γεγονός ότι στα στοιχεία συλλογής του πιλοτικού προγράμματος δεν υπήρχε διαχωρισμός της ποσότητας ανάκτησης του χαρτιού από το έντυπο χαρτί και υποτίθεται ότι η αναλογία θα είναι 50%.

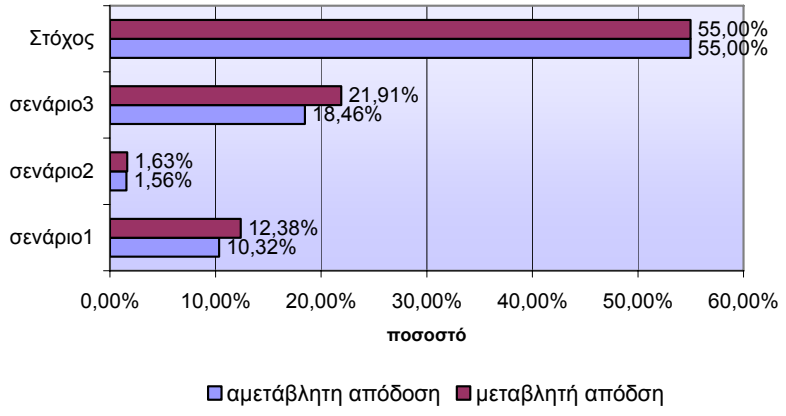
Διάγραμμα 26: Ποσοστά ανάκτησης συσκευασιών και έντυπου χαρτιού στην Ελλάδα συγκριτικά για τα σενάρια που εξετάζονται συγκριτικά με τους στόχους



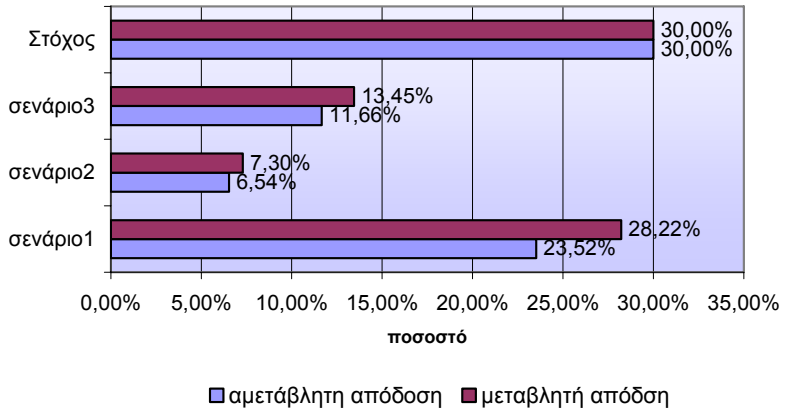
Στο διάγραμμα 26 είναι επίσης εμφανές ότι το 2^{ο} σενάριο τόσο για το σύνολο συσκευασιών όσο και για το έντυπο χαρτί δεν παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με τα άλλα σενάρια για την επίτευξη του στόχου.

Σύμφωνα με τα διαγράμματα 27 και 28 παρατηρείται ότι τα ποσοστά ανάκτησης έχουν αυξητική τάση, λόγω της αύξησης της απόδοσης του κάθε συστήματος-τύπου του αντίστοιχου σεναρίου. Αυτό αποδεικνύει πως η συμμετοχή των κατοίκων μέσα από την ευαισθητοποίηση και ενημέρωση επηρεάζει άμεσα τα αποτελέσματα του συστήματος.

Διάγραμμα 27: Ποσοστά Ανάκτησης συσκευασιών στην Ελλάδα για τα τρία σενάρια που εξετάζονται συγκριτικά με και χωρίς μεταβλητή απόδοση με τους στόχους



Διάγραμμα 28: Ποσοστά Ανάκτησης έντυπου χαρτιού στην Ελλάδα για τα σενάρια που εξετάζονται συγκριτικά με τους στόχους



Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι το υπάρχον σύστημα και τα πιλοτικά προγράμματα πρέπει να επεκταθούν ώστε να καλύψουν το μεγαλύτερο ποσοστό της Ελλάδας. Δηλαδή να επικρατήσει ένα σύστημα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων που να περιλαμβάνει και τα τρία συστήματα-τύπους, δίνοντας βαρύτητα στο πρώτο και το τρίτο σύστημα-τύπο. Αυτό όμως δεν αρκεί για την επίτευξη των στόχων. Εκτιμάται ότι για να έχουν μεγαλύτερη επιτυχία τα προγράμματα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα στην ενημέρωση των κατοίκων. Έτσι όχι μόνο θα αυξηθεί η απόδοση των συστημάτων αλλά παράλληλα μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή των συσκευασιών και του έντυπου χαρτιού, δηλαδή να παραμείνει σταθερή η παραγωγή των υλικών ανά κάτοικο το έτος.

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Το αντικείμενο της μελέτης ήταν η επιλογή του βέλτιστου σεναρίου ή συνδυασμού σεναρίων, με τη βοήθεια ενός συστήματος υποστήριξης λήψης αποφάσεων, που επιτυγχάνουν ή πλησιάζουν στην επίτευξη των στόχων της ελληνικής νομοθεσίας (σε συμμόρφωση των Οδηγιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης) για την εισαγωγή συστήματος διαλογής στην πηγή και ανακύκλωσης στην Ελλάδα.

Τα σενάρια που παραθέτονται βασίζονται στο υπάρχον σύστημα διαλογής στην πηγή και ανακύκλωσης. Η υπόθεση αυτή είναι ένας βασικός παράγοντας για την επιτυχία ενός μελλοντικού συστήματος καθότι δεν θα πρέπει να μεταβάλλονται οι υπάρχουσες συνήθειες των πολιτών αλλά να ενσωματώνεται το νέο σύστημα στο υπάρχον. Είναι όμως απαραίτητο, για την επίτευξη της αύξησης της απόδοσης του συστήματος, η εκπαίδευση και ενημέρωση του πολίτη στο νέο τρόπο διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών, για την αλλαγή των συνηθειών του. Εδώ εντάσσεται και η περιβαλλοντική εκπαίδευση στα σχολεία, έτσι ώστε να διαμορφωθεί μια συνειδητή περιβαλλοντική συμπεριφορά των πολιτών και να αποφεύγονται ανεξέλεγκτες καταστάσεις και αδιέξοδα, τα οποία οφείλονται σε ημιμάθεια, παραπληροφόρηση κλπ. (Αραβώσης, 1997).

Η διεθνής εμπειρία υποδεικνύει ότι η διαλογή στην πηγή και ανακύκλωση ξηρών ανακυκλώσιμων έχει ένα πρόσθετο κόστος σε σχέση με τη συλλογή σύμμεικτων αποβλήτων, το οποίο εξαρτάται τόσο από τα ακριβή χαρακτηριστικά του επιλεγέντος συστήματος (αριθμός ρευμάτων υλικών, τύπος διαλογής, συχνότητα συλλογής) όσο και από χωροταξικούς και οργανωτικούς παράγοντες. Για το λόγο αυτό η νομοθεσία προβλέπει την απαίτηση χρηματικής εισφοράς (μέσω του πράσινου σήματος) από τις επιχειρήσεις που εισάγουν συσκευασίες στην αγορά, ώστε να καλυφθεί μέρος αυτού του κόστους. Από την άλλη το πρόσθετο κόστος στους ΟΤΑ μπορεί να καλυφθεί, όπως προβλέπεται στο Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο, μέσα από τα τρία εναλλακτικά μοντέλα που έχουν εγκριθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ όσον αφορά τη σχέση των ΟΤΑ με το συλλογικό σύστημα που οργανώνει η ΕΕΑΑ (κεφάλαιο 4.3). Παρόλα αυτά το ύψος του πρόσθετου κόστους δεν είναι εφικτό να εκτιμηθεί καθότι η ελληνική εμπειρία και τα διαθέσιμα στοιχεία γύρω από το κόστος είναι εξαιρετικά περιορισμένα. Οι αναφερόμενες στη βιβλιογραφία τιμές των παραμέτρων που επηρεάζουν το κόστος (εργατικό κόστος, επιλογή εξοπλισμού, και τα οργανωτικά χαρακτηριστικά της συλλογής) παρουσιάζουν μεγάλη διασπορά, σε βαθμό που δεν θεωρείται ότι μπορούν να αξιοποιηθούν ούτε ως απλά ενδεικτικές για την Ελλάδα (ΑΕΔΑ, 2005).

Η ανάπτυξη πιλοτικών προγραμμάτων με διαφορετικούς τύπους συστημάτων διαλογής στην πηγή σε διαφορετικές πόλεις ή περιοχές ή Δήμους θα μπορούσε να δώσει πολύτιμες πληροφορίες τόσο για τα κόστη όσο και για τις αποδόσεις, τις οργανωτικές δυσκολίες και τις όποιες άλλες ιδιαιτερότητες κάθε συστήματος. Κάθε περιοχή διαφοροποιείται όσον αφορά τις δυνατότητες που προσφέρει ο χώρος, δηλαδή ο τύπος και η χρήση της οικίας, το πόσο πυκνοκατοικημένη ή μη είναι μια περιοχή, και εάν μια περιοχή είναι αγροτική ή το κέντρο της πόλης.

Επιπλέον, προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην ύπαρξη και λειτουργία της αγοράς για τα ανακυκλώσιμα υλικά. Η εμπειρία δείχνει ότι οι αγορές ανακυκλώσιμων υλικών αναπτύσσονται με κάποια καθυστέρηση σε σχέση με τα προγράμματα συλλογής και είναι πολύ ευάλωτες σε εθνικές και διεθνείς διακυμάνσεις των διαθεσίμων ποσοτήτων. Αυτό μπορεί να έχει επίπτωση σε ένα σύστημα όταν η επένδυσή του βασίζεται στην προσδοκία αναμενόμενων εσόδων από την πώληση των ανακτώμενων υλικών.

Επίσης, η ευρωπαϊκή και η διεθνής εμπειρία έχουν καταδείξει ότι κάθε σύστημα ανακύκλωσης απαιτεί ένα χρονικό διάστημα προσαρμογής και απόδοσης τουλάχιστον 5 ετών (ΑΕΔΑ, 2005).

Με την επιρροή των παραπάνω παραγόντων η ζητούμενη απόδοση ενός συστήματος για την τήρηση των εθνικών στόχων (55% ανακύκλωση των υλικών συσκευασίας για το 2011) είναι υψηλή και απαιτεί μια ολοκληρωμένη διεξοδική προσέγγιση.

Με στόχο την εξεύρεση της βέλτιστης λύσης για ανακύκλωση στην Ελλάδα μπορούν να αξιοποιηθούν τα αποτελέσματα του **ReFlows** υπολογιστικού μοντέλου για την αξιολόγηση των βασικών σεναρίων διαλογής στην πηγή και ανακύκλωσης που εξετάστηκαν στο κεφάλαιο.

Κατά την επιλογή του 1^{ου} σεναρίου, που δίνεται έμφαση στη συγκέντρωση των υλικών σε ένα ρεύμα, απαιτείται χώρος σε επίπεδο γειτονιάς καθώς θα πρέπει να τοποθετηθεί σημαντικός αριθμός νέων κάδων. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την διαλογή των υλικών είναι απαραίτητο ένα Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών, στον οποίο θα γίνεται ο διαχωρισμός των υλικών σε επιμέρους ρεύματα ανακυκλώσιμων που μπορούν να διατεθούν στην αγορά.

Το 2^{ο} σενάριο, παρότι στηρίζεται στη λειτουργία 3 ρευμάτων η χωριστή συλλογή αναμενόταν ότι θα οδηγούσε σε υψηλή απόδοση του συστήματος και καλύτερη ποιότητα υλικών. Ωστόσο τα δεδομένα της παρούσης έρευνας παρουσιάζουν το αντίθετο. Πιθανόν αυτό να οφείλεται στην έλλειψη ενημέρωσης των πολιτών.

Το 3° σενάριο γίνεται ελκυστικότερο γιατί παρουσιάζει το πλεονέκτημα της καλής ποιότητας υλικού εφόσον διαχωρίζεται σε πέντε ρεύματα και λειτουργεί ως ανταποδοτικό κέντρο. Το τελευταίο είναι ένα καλό οικονομικό κίνητρο για το πολίτη. Από την άλλη όμως η προσέγγιση αυτή απαιτεί τον κατάλληλο χώρο.

Από τα τρία αυτά σενάρια κανένα δεν αποτελεί από μόνο του τη βέλτιστη λύση, καθώς η εμπειρία στην Ελλάδα είναι περιορισμένη και οι αντίστοιχες εμπειρίες από το εξωτερικό παρουσιάζουν μια προσέγγιση με διάφορες μεθοδολογίες και συστήματα. Σημειώνεται ότι σε περίπτωση που αποφασιστεί η εφαρμογή πιλοτικών προγραμμάτων, μπορούν να εξεταστούν και άλλες περιπτώσεις εκτός από αυτές που περιλαμβάνονται στα σενάρια που αναλύθηκαν σε αυτή τη μελέτη.

Για παράδειγμα, κοινό χαρακτηριστικό, των σεναρίων είναι ότι πραγματοποιείται η διαλογή στην πηγή μόνο σε κεντρικά σημεία και δεν ακολουθείται η μέθοδος συλλογής πόρτα-πόρτα όπου τα υλικά-στόχοι τοποθετούνται από τους πολίτες σε μέσα προσωρινής αποθήκευσης ανά νοικοκυριό ή πολυκατοικία. Μπορεί η συλλογή αυτή να παρουσιάζει μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας από άλλα προγράμματα ΔσΠ (χαρακτηρίζεται από ένταση εργασίας), είναι όμως πιο αποτελεσματική στην ανάκτηση (από άποψη ποιότητας και ποσότητας υλικών) έτσι ώστε πολλές φορές τα πρόσθετα έσοδα να αντισταθμίζουν τα επιπλέον έξοδα.

Συνεπάγεται των παραπάνω ότι ως βέλτιστο σύστημα θεωρείται αυτό που καλύπτεται από ένα συνδυασμό πιλοτικών προγραμμάτων που θα καλύψει σχεδόν όλη την ηπειρωτική και νησιώτικη επιφάνεια, λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες (όπως αναφέρθηκαν) που επηρεάζουν την επιλογή μιας μεθόδου διαλογής στην πηγή και ανακύκλωσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

Αγαπητός Γ., 2002. Οικονομικό λεξικό. Σύγχρονο & Αναλυτικό. Έκδοση 1η, Αθήνα.

ΑΕΔΑ (Αναπτυξιακή Εταιρεία Δήμου Αθηναίων), 2005. Μελέτη Αξιολόγησης Διαθέσιμων Μεθόδων Ανακύκλωσης και Εναλλακτικής Διαχείρισης Α.Σ.Α. στο Δήμο Αθηναίων. Τεχνική Περίληψη, Αθήνα.

Αραβώση Κ., 2001. Διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων στην Ελλάδα. ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ.

Αραβώσης Κ., 1996. Πρόταση ολοκληρωμένης μεθοδολογίας για την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών πάνω σε ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης. *Ανακύκλωση,* 6/96, σελ. 18.

Αραβώσης Κ., 1997. Στρατηγικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Απορριμμάτων και Ανακύκλωσης στην Ελλάδα. 5ο Παγκόσμιο Συνέδριο Μηχανολόγων ICOMES '98, Λέσβος, 3-6/10/1997. www.flexweb.arvis.gr/gr/uploads/Publications/STRATEGIC.doc

Αραβώσης Κ., Κούγκολος Α., Λέκκας Κ., Μάκκας Α., Πατσής Κ., 2003. Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την αξιολόγηση των εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με τη χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης. Σειρά Ερευνητικών Εργασιών, 9, σελ. 417-446. www.prd.uth.gr/research/DP/2003/uth-prd-dp-2003-19_gr.pdf

Αρφανάκου Α., 2004. Εναλλακτική Διαχείριση Συσκευασιών και άλλων Προϊόντων Νόμος 2939/01. 16ο Συνέδριο Πανελλήνιου Δικτύου Οικολογικών Οργανώσεων, «Ανακύκλωση με εναλλακτική διαχείριση», Τριχωνίδα, 8-10/10/04.

Γαβριλάκης Κ., 2000. Απορρίμματα: Προβλήματα και η αντιμετώπιση τους. ΥΠΕΠΘ - Πανεπιστήμιο Αιγαίου - ΕΠΕΑΕΚ Ι, Αθήνα. www.alkaios.aegean.gr/sppe/plan/ planning/documents/step2/Gavrilakis1.pdf

ΕΕΑΑ (Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης & Ανακύκλωσης), Ημερομηνία πρόσβασης [*10-7-2006],* www.herrco.gr.

ΕΚΠΑΑ 2002. Η Ελληνική Στρατηγική προς την Αειφόρο Ανάπτυξη. Εισηγητικό Κείμενο. Αθήνα.

ΕΚΠΑΑ 2003. Περιβαλλοντικά Σήματα. Σχέδιο Έκθεσης Δεικτών Αειφορίας. Αθήνα.

Ένωση Δήμων Κύπρου, 2002. Στρατηγικό Σχέδιο Διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων στην Κύπρο. Τελική Έκθεση. www.ucm.org.cy/gr/documents/ekthesis/ Parartima4_kosti.doc

Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, COM 2005 (0281)/21.12-2005. Πρόταση για Οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου που τροποποιεί την οδηγία 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2004. Σήματα ΕΟΠ 2004 Ενημέρωση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος σχετικά με επιλεγμένα θέματα. Λουξεμβούργο.

Καρτεράκης Σ., Γιδαράκος Ε., 2005. Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την επιλογή του βέλτιστου σεναρίου διαχείρισης αστικών στερεών απορριμμάτων. Πρακτικά 5ου Διεθνούς Συνεδρίου "HELECO '05" ΤΕΕ, Αθήνα, 3-6/2/05.

Λαζαρίδη Κ., Κομίλης Δ., Ροβολής Α., 2004. Συγκριτική ανάλυση και γεωγραφική διαφοροποίηση του κόστους διαχείρισης στερεών αποβλήτων σε αστικούς και αγροτικούς δήμους. 7ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, «Φυσική γεωγραφία & περιβάλλον», Μυτιλήνη, 14-17/10/2004.

Λαζαρίδη Κ., Τόγια Α., Χαριτοπούλου Ρ., Αμπελιώτης Κ., 2006. Μπορεί η Ελλάδα να Επιτύχει τους Στόχους της Ευρωπαϊκής Πολιτικής για τα Βιοαποδομήσιμα Αστικά Απόβλητα; 2ο Συνέδριο ΕΕΔΣΑ «Απόβλητα Ώρα Μηδέν: από τον ΧΥΤΑ στον ΧΥΤΥ», Αθήνα 3-4/02/2006.

Λιαλιός Γ., 2006. Τα σκουπίδια, καθρέφτης της ζωής μας. Καθημερινή, 14-05-06. www.news.kathimerini.gr.

Μανιάτης Γ., 2003. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Μαυρόπουλος Α., Κουσκούρης Α., Καρκαζή Α., 2006. Συμπράξεις Δημοσίου – Ιδιωτικού Τομέα στη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. 2ο Διεθνές Συνέδριο ΕΕΔΣΑ «Απόβλητα Ώρα Μηδέν: από τον ΧΥΤΑ στον ΧΥΤΥ», Αθήνα 3-4/02/2006.

Μουσιόπουλος Ν., Καραγιαννίδης Α., 2002. Σημειώσεις στο μάθημα Διαχείριση απορριμμάτων. Θεσσαλονίκη.

Μπεριάτος Η., Αραβώσης Κ., Καραγιαννίδης Α., Περκουλίδης Γ., Κολτσίδας Ε., Κούγκολος Α., 2003. Θεσμικό πλαίσιο και πολιτική διαχείρισης στερεών αποβλήτων: Εξελίξεις και προοπτικές. Περιοδικό «*Περιβάλλον και Δίκαιο*», Αθήνα.

Οικονομοπούλου Α., Οικονομοπούλου Μ., Οικονομόπουλος Π., Οικονομόπουλος Α., 2005-a. Βέλτιστη διαχείριση απορριμμάτων / Μέρος ΙΙ: Εφαρμογή στην περιφέρεια Αττικής. Πρακτικά 5ου Διεθνούς Συνεδρίου "HELECO '05" ΤΕΕ, Αθήνα, 3-6/2/05.

Οικονομοπούλου Μ., Οικονομοπούλου Α., Οικονομόπουλος Π., Οικονομόπουλος Α., 2005-b. Βέλτιστη διαχείριση απορριμμάτων / Μέρος Ι: Μεθοδολογία και υπολογιστικό σύστημα. Πρακτικά 5ου Διεθνούς Συνεδρίου "HELECO '05" ΤΕΕ, Αθήνα, 3-6/2/05.

Παναγιωτακόπουλος Δ., 2002. Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων. Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη.

Σιδέρης Ι. Τσάλτας Γ. (επιμέλεια), 2003. Γιοχάνεσμπουργκ. Το περιβάλλον μετά τη Συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Εκδόσεις Σιδέρης, Αθήνα.

Στοϊλόπουλος Β., 2002. Εγκαταστάσεις Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης (ΕΜΔΚ) αποβλήτων σε χώρες της Κεντρικής Ευρώπης. ΕΕΔΣΑ, Αθήνα. www.eedsa.duth.gr

Τόγια Α., Χαριτοπούλου Ρ., Λαζαρίδη Κ., 2006. Δυνατότητες και Περιορισμοί των «Εθελοντικών Συμφωνιών» στην Εναλλακτική Διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων: Μαθήματα από το Γαλλικό Σύστημα Διαχείρισης Απορριμμάτων Συσκευασίας. 2ο Διεθνές Συνέδριο ΕΕΔΣΑ «Απόβλητα Ώρα Μηδέν: από τον ΧΥΤΑ στον ΧΥΤΥ», Αθήνα 3-4/02/2006.

Τσιλέμου Κ., Παναγιωτακόπουλος Δ., 2005-a. Μια στατιστική μεθοδολογία παραγωγής συναρτήσεων εγκαταστάσεων επεξεργασίας στερεών αποβλήτων. Πρακτικά 5^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου "HELECO '05" ΤΕΕ, Αθήνα, 3-6/02/05.

Τσιλέμου Κ., Παναγιωτακόπουλος Δ., 2005-b. Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση Συστημάτων Διαχείρισης Αστικών Αποβλήτων. Εγχειρίδιο για την πρόγνωση των αστικών αποβλήτων και την αξιολόγηση της βιωσιμότητας των συστημάτων διαχείρισής των. LCA-IWM & Εργαστήριο Οργάνωσης και Προγραμματισμού Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ξάνθη.

ΥΠΕΧΩΔΕ, 2002. «3^{η} εθνική έκθεση της σύμβασης – πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή», Αθήνα. www.minenv.gr/4/48/00/clima/3nationalReport.doc

Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών, www.mnec.gr.

Κοινοτική Απόφαση 94/3/ΕΚ: 'Απόφαση της Επιτροπής για τη θέσπιση καταλόγου αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο 1α) της οδηγίας 75/442/ΕΚ του Συμβουλίου περί των στερεών αποβλήτων'.

Κοινοτική Οδηγία 2004/12/ΕΚ: 'Οδηγία του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τροποποίηση της Οδηγίας 94/62/ΕΚ για τις Συσκευασίες και τα Απορρίμματα Συσκευασίας'.

Κοινοτική Οδηγία 2005/20/ΕΚ: 'Οδηγία του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τροποποίηση της Οδηγίας 94/62/ΕΚ για τις Συσκευασίες και τα Απορρίμματα Συσκευασίας'.

Κοινοτική Οδηγία 75/442/ΕΟΚ: 'Οδηγία του Συμβουλίου περί των Στερεών Αποβλήτων'.

Κοινοτική Οδηγία 91/156/ΕΟΚ: 'Οδηγία του Συμβουλίου για την Τροποποίηση της Οδηγίας 75/442 περί των Στερεών Αποβλήτων'.

Κοινοτική Οδηγία 94/62/ΕΚ: 'Οδηγία του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις Συσκευασίες και τα Απορρίμματα Συσκευασίας'.

ΚΥΑ 114218/97: 'Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων', ΦΕΚ 1016/1997 Τεύχος Β'.

ΚΥΑ 26469/1501/Ε103: 'Τροποποίηση της ΚΥΑ 143121302/2000 Συμπλήρωση και εξειδίκευση της ΚΥΑ 113944/1997 Εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων', ΦΕΚ 864/2003 Τεύχος Β'.

ΚΥΑ 29407/3508: 'Μέτρα & όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων', ΦΕΚ 1572/2002 Τεύχος Β'.

ΚΥΑ 50910/2727/2003: 'Μέτρα & όροι για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Εθνικός & περιφερειακός σχεδιασμός διαχείρισης', ΦΕΚ 1909/2003 Τεύχος Β'.

ΚΥΑ 69728/824/199: 'Μέτρα & όροι για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων', ΦΕΚ 358/1996 Τεύχος Β'.

Νόμος 1650/86 (160/Α): 'Για την Προστασία του Περιβάλλοντος'. ΦΕΚ 160/1986 Τεύχος Α'.

Νόμος υπ' αριθ. 2939/2001: 'Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών κα άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων προϊόντων', ΦΕΚ 179/2001 Τεύχος Β'.

Ξενόγλωσση

Abou Najm M., El-Fadel M., 2004. Computer based interface for an integrated solid waste management optimization model. *Environmental Modelling & Software,* 19, pp. 1151-164.

Abou Najm M., El-Fadel M., El-Taha M., Ayoub G., El-Awar F., 2002a. An optimization model for regional integrated solid waste management: I. Model formulation. Waste *Management and Research*, 20, pp. 37–45.

Abou Najm M., El-Fadel M., El-Taha M., Ayoub G., El-Awar F., 2002b. An optimization model for regional integrated solid waste management: II. Model application and sensitivity analysis. *Waste Management and Research*, 20,pp. 46–54.

Anex R.P., Lawver R.A., Lund J.R., Tchobanoglous G., 1996. GIGO: Spreadsheet-based simulation for MSW systems. *Journal of Environmental Engineering,* 122, pp. 259-262.

Aravossis K., Anagnostopoulos P., Kungolos A., Vliamos S., 2001. A new methodology approach for the technical-economical, evaluation of alternative waste disposal methods by use of multicriteria analysis. 7th International Conference on Environmental Science & Technology, Ermoupolis, Syros Isl & Greece, 3-6/9/01.

Arvis Περιβαλλοντικές επιχειρήσεις Ελλάδος http://www.arvis.gr/library/Downloads/docs/MANAGHAZARD_5.pdf.

Assefa G., Björklund A., Eriksson O., Frostell B., 2005. ORWARE: An aid to environmental technology chain assessment. *Journal of Cleaner Production*, 13, pp. 265-274.

Assefa G., Eriksson O., Frostell B., 2004. Technology assessment of thermal treatment technologies using ORWARE. *Energy Conversion and Management*, 46, pp. 797-819.

Baetz B.W., Neebe A.W., 1994. A planning model for the development of waste material recycling programmes. *Journal of the Operational Research Society*, 45, pp. 1374–1384.

Barton J.R., Dalley D., Patel V.S., 1996. Life cycle assessment for Waste Management. *Waste Management,* 16, pp. 35–50.

Bautista J., Pereira J., 2006. Modeling the problem of locating collection areas for urban waste management. An application to the metropolitan area of Barcelona. *Omega,* 34, pp. 617-629

Berger C., Chauny F., Langevin A., Loulou R., Riopel C., Savard G., Waaub J.-P., 1998. EUGENE: An Optimization-based Decision Support System for Long-term Integrated regional Solid Waste management Planning. In proceedings of "Systems Engineering Models for Waste Management" International workshop in Göteborg, Sweden, 25-26/2/1998.

Berger C., Savard G., Wizere A., 1999. EUGENE: an optimisation model for integrated regional solid waste management planning. *International Journal of Environment and Pollution* 12, pp. 280–307.

Bernie T., McDougall F., 2005. International expert group on life cycle assessment for integrated waste management. *Journal of Cleaner Production*, 13, pp. 321–326.

Berthouex P.M., Box G.E.P., 1996. Time series models for forecasting wastewater treatment plant performance. *Water Resistance,* 30, pp. 1865–1875.

Bjorklund A., 2000. Environmental systems analysis of waste management – Experiences from Applications of the Orware Model. Doctoral Thesis, Department of Chemical Engineering and Technology, Royal Institute of Technology, Industrial Ecology, Stockholm.

Bjorklund A., Dalemo M., Sonesson U., 1999. Evaluating a municipal waste management plan using ORWARE. *Journal of Cleaner Production,* 7, pp. 271–280.

Box GEP, Jenkins GM., 1976. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Holden-Day: San Francisco, CA.

Boyle D.J.K., 1989. Comprehensive Solid Waste Planning strategies. *Journal of Resource Management and Technology,* 17, pp. 193–199.

Bruvoll A, Ibenholt K., 1997. Future waste generation forecast on the basis of a macroeconomic model. *Resources Conservation Recycling,* 19, pp. 137–49.

Caruso C., Colorni A., Paruccini M., 1993. The Regional Urban Solid Waste Management System: A Modelling Approach. *European Journal of Operational Research*, 70, pp.16-30.

Chang N.B., Schuler R.E., Shoemaker C.A., 1993. Environmental and economic optimization of an integrated solid waste management system. *Journal of Resource Management & Technology,* 21, pp. 87–100.

Chang N.B., Wang S.F., 1996. The development of an environmental decision support system for municipal solid waste management. *Computer, Environonmental and Urban Systems,* 20, pp. 201-212.

Chang N.B., Wang S.F., 1997-a. Integrated analysis of recycling and incineration programs by goal programming techniques. *Waste Management & Research,* 15, pp. 121–136.

Chang N.B., Wang S.F., 1997-b. A fuzzy goal programming approach for the optimal planning of metropolitan solid waste management systems. *European Journal of Operational Research,* 99, pp. 287–303.

Chang Y.H., Chang N., 1998. Optimization analysis for the development of short team solid waste management strategies using presorting process prior to incinerators. *Resources, Conservation and Recycling,* 24, pp. 7–32.

Chang Y.H., Chen W.C., Chang N.B., 1998. Comparative evaluation of RDF and MSW incineration. *Journal of Hazardous Materials,* 58, pp. 33–45.

Chapman R.E., Berman E.B., 1983. The resource recovery planning model: A new tool for solid waste management. US Dept of Commerce, National Bureau of Standards, NBS Publication 657, Washington DC.

Chen M.J., Huang G.H., 2001. A derivative algorithm for inexact quadratic program-application to environmental decision–making under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 128, pp. 570-586.

Clift R., Doig A., Finnveden G., 2000. The application of life cycle assessment to integrated solid waste management:Part 1 - Methodology. *Process Safety and Environmental Protection*, 78, pp. 279–287.

Cortes U., Sanchez-Marre M., Sanguesa R., Comas J., R-Roda I., Poch M., Riano D., 2001. Knowledge management in environmental decision support systems. *Al Communications*, 14, pp. 3-12.

Costi P., Minciardi R., Robba M., Rovatti M., Sacile R., 2004. An environmentally sustainable decision model for urban solid waste management. *Waste Management,* 24, pp. 277-295.

Dalemo M., Sonesson U., Frostell B., Bjorklund A., Sundqvist J., Mingarini K., Nybrant T., Thyselius L, Jonsson H., 1997. Orware – A simulation model for organic waste handling. Part 1 Model description. *Resources, Conservation and Recycling*, 21, pp. 27-37.

Daskalopoulos E., Badr O., Probert S.D., 1998. Economic and Environmental Evaluations of Waste Treatment and Disposal Technologies for Municipal Solid Waste. *Applied Energy,* 58, pp. 209-255.

EC 2001-a. European Packaging Waste Management Systems – Main Report. Final Report, European Commission. www.europa.eu.int/comm./environment/waste/studies/packaging/ epwms.pdf

EC 2001-b. European Packaging Waste Management Systems. Final Report, European Commission. www.europa.eu.int/comm./environment/waste/studies/packaging/ epwms_xsum.pdf

EC 2002 www.europa.eu.int/comm/environment/waste/pdf/1997_2002.xls

EC 2003. Communication from the Commission, Towards a thematic strategy on the prevention & recycling of waste, Brussels. http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2003/com2003_0301en01.pdf.

EC 2005. Waste generated and treated in Europe, Data 1995-2003. European Commission. Eurostat, Theme Environment and Energy, Luxembourg. Ημερομηνία πρόσβασης [*10-5-2006],*.http://eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-55-03-471/EN/KS-55-03-471-EN.PDF -

EEA (European Environmental Agency) 2006. European Topic Centre on Resource and Waste Management. Ημερομηνία πρόσβασης [*25-6-2006],*. www.waste.eionet.europa.eu/wastebase/quantities.

El-Swaify S.A., Yakowitz D.S., 1998. Multiple Objective Decision Making for Land, Water, and Environmental Management. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

Englehardt J.D., Lund J.R., 1990. Economic analysis of recycling for small municipal, waste collectors. *Journal of Resource Management & Technology* 18 (2), pp. 84–96.

EPIC and CSR, 2000. Integrated Solid Waste Management Tools: Measuring the Environmental Performance of Waste Management Systems. Environment and Plastics Industry Council and Corporations supporting recycling.

Eriksson O., 2003. Environmental and economic assessment of Swedish municipal solid waste management in a systems perspective. Doctoral Thesis, Department of Chemical Engineering and Technology, Royal Institute of Technology, Industrial Ecology, Stockholm.

Eriksson O., Baky A., 2003. Systems Analysis of Organic Waste**.** Swedish Institute of Agricultural Environmental Engineering. Doctoral Thesis, Department of Chemical Engineering and Technology, Royal Institute of Technology, Environmental Project, Stockholm.

Eriksson O., Frostell B., Bjorklund A., Assefa G., Sundqvist J., Granath J., Carlsson Baky A., Thyselius L., 2002. Orware – A simulation tool for waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 36, pp. 287-307.

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

Erkut E., Καραγιαννίδης Α., Περκουλίδης Γ., Tjandra S., 2005. Βελτιστοποίηση περιφερειακής διαχείρισης δημοτικών στερεών αποβλήτων: Ανάπτυξη και εφαρμογή συστήματος. Πρακτικά 5^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου "HELECO '05" ΤΕΕ, Αθήνα, 3-6/2/05.

ERRA, 1999. The Case for Integrated Waste Management, a briefing paper. European Recovery and Recycling Association.

Eunomia, 2001. Costs for Municipal Waste Management in the EU. Final Report to Directorate General Environment, European Commission. www.europa.eu.int/comm/environment/waste/euwastemanagement_annexes.pdf www.europa.eu.int/comm/environment/waste/studies/pdf/eucostwaste.pdf

European Environment Agency (EEA): Λεξικό από www.glossary. eea.eu.int/EEAGlossary/searchGlossary.

Eurostat http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/extraction/evalight

Everett J.W., Modak A.R., 1996. Optimal regional scheduling of solid waste systems. 1: Model development. *Journal of Environmental Engineering*, 122, pp.785-792.

Fava J., Consoli F., Denison R., Dickson K., Mohin T., Vigon B., 1993. A conceptual framework for life-cycle impact assessment. Pensacola, USA: Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC).

Finnveden G., Albertsson A.C., Berendson J., Eriksson E., Höglund L.O., Karlsson S., Sundqvist J.O., 1996. Solid waste treatment within the framework of life-cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 3, pp. 189-199.

Finnveden G., Johansson J., Lind P., Moberg Ä., 2005. Life cycle assessment of energy from solid waste – part 1: general methodology and results. *Journal of Cleaner Production*, 13, pp. 213-229.

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, pp. 301-328.

Fuertes L.A., Hudson J.F. Mark D.H., 1974. Solid waste management: equity trade-off models. *Journal of Urban Planning and Development,* 100, pp. 155–171.

Gabola S., 1999. Towards a sustainable basis for the EU Packaging and Packaging Waste Directive. In: ERRA Symposium November, Brussels.

Gielen D.J., 1998. The MARKAL systems engineering model for waste management. In proceedings of "Systems Engineering Models for Waste Management" International workshop in Göteborg, Sweden, 25-26/2/1998.

Gottinger H.W., 1998. A computational model for solid waste management with application. *European Journal of Operational Research*, 35, pp. 350-364.

Graedel TE., 1998. Streamlined life-cycle assessment. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall.

Haastrup P., Maniezzo V., Mattarelli M., Mazzeo Rinaldi F., Mendes I., Paruccini M., 1998. A decision support system for urban waste management. *European Journal of Operational Research*, 109, pp. 330-341.

Hafkamp W.A., Hozee M., Ringeling A.B., 1999. The Effectiveness of Instruments for Environmental Policies in the Field of Industry: Regulating Packaging and Transport of Hazardous Waste. Final Report, Rotterdam, 1, pp. 7-8.

Harrison K.W., Dumas R.D., Solano E., Barlaz M.A., Brill E.D., Ranjithan S.R., 2001. Decision support for life cycle based solid waste management. *Journal of Computing in Civil Engineering,* 1, pp. 44–58.

Herrera I., Schuhmacher M., Jiménez L., Castells F., 2002. Environmental assessment integrated with process simulation for process design. iEMSs 2002 Conference: Integrated Assessment and Decision Support, Vol. 1, Lugano, Switzerland, 24-27/6/2001. www.iemss.org/iemss2002/proceedings/pdf/volume%20uno/200_herrera.pdf

Hokkanen J., Salminen P., 1997. Choosing a solid waste management system using multicriteria decision analysis. *European Journal of Operational Research*, 98, pp. 19-36.

Huang G.H., 1998. A hybrid inexact-stochastic water management model. *European Journal of Operational Research,* 107, pp. 137–158.

Huang G.H., Chang N.B., 2003. The perspectives of environmental informatics and systems analysis. *Journal of Environmental Informatics*, 1, pp. 1–7.

Huang G.H., Linton J.D., Yeomans J.S., Yoogalingam R., 2005. Policy planning under uncertainty: efficient starting populations for simulation–optimization methods applied to municipal solid waste management. *Journal of Environmental management,* 77, pp. 22-34.

Huhtala A, 1997. A post-consumer waste management model for determining optimal levels of recycling and landfilling. *Environmental and Resource Economics,* 10, pp. 301-314.

Hummel J., 2000. What does it cost to recycle household waste? *Warmer Bulletin*, 75, pp. 3–5.

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

Karagiannidis A., Korakis P., Katsameni L., Moussiopoulos N., 1996. Data bank and criteria for evaluating scenarios of regional solid waste management. In: Proceedings of the Fifth National Conference for Renewable Energy Sources, Athens, 8-11/11/1996.

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, pp. 439–449.

Karagiannidis A., Moussiopoulos N., 1998. A model generating framework for regional waste management taking local peculiarities explicitly into account. *Location Science,* 6, pp. 281-305.

Katsamaki A., Willems S., Diamadopoulos E., 1998. Time series analysis of municipal solid waste generation rates. *Journal of Environmental Engineering,* 124, pp. 178–183.

Kernighan Brian W., RitchieDennis M., 1990. Η γλώσσα Προγραμματισμού C. Δεύτερη έκδοση. Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.

Kian Hwee H., 2001. MatLab Interface to Computer Vision and Image Processing Library. Thesis. School of Electrical Engineering Faculty of Information Technology and Electrical Engineering, University of Queensland.

Kirk C.S., Raven J.E., Schofield M., 1988. Οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι. Εκδόσεις Μ.Ι..Ε.Τ., Αθήνα.

Kirkeby J.T., 2005. Modeling of life cycle assessment of solid waste management systems and technologies. Ph.D. Thesis, Environment & Resources, Technical University of Denmark. www.er.dtu.dk/publications/fulltext/2005/MR2005-019.pdf

Kowalewski R., Reid Lea W., Tittebaum M., 1999. A standardised data reporting methodology for long-term integrated municipal solid waste management—a case study. *Journal of solid waste technology and management,* 26, pp. 26–35.

Lasaridi K.E., Stentiford E.I., 1999. The options for Greece in implementing the EU landfill Directive in relation to organic waste. Conference Proceedings "HELECO '99" TEE, Greece, Tsessaloniki, 3-6/6/1999.

Lund J.R., 1990. Least-cost scheduling of solid waste recycling. *Journal of Environmental Engineering,* 116, pp. 182-197.

MacDonald M., 1996. Solid waste management models: a state of the art review. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 23, pp.73-83.

Mavropoulos A., Kaliampakos D., 1999. Investigation methodology for uncontrolled landfills. 7th International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy, 4-8/10/99. www.epem.gr/pdfs/1999_1.pdf.

Mavropoulos A., Karkazi A., 2000. Assessing the feasibility of a solid waste treatment – disposal scenario in the developing countries. www.epem.gr/pdfs/1999_2.pdf.

McBean EA, Fortin MHP., 1993. A forecast model of refuse tonnage with recapture and uncertainty bounds. *Waste Management*, 11, pp.373–85.

McDougall F., White P.R., 1998. The use of lifecycle inventory to optimise integrated solid waste management systems: a review of case studies. A paper presented at "Systems engineering models for waste management" International workshop in Göteborg, Sweden, 25-26/2/1998. www.entek.chalmers.se/~josu/art-fmc.htm

McDougall F.R., White P.R., Franke M., Hindle P., 2001. Integrated Solid Waste Management: A life Cycle Inventory. 2nd ed. Blackwell Science, Oxford.

Mendes M.R., Aramaki T., Hanaki K., 2003. Assessment of the environmental impact of management measures for the biodegradable fraction of municipal solid waste in Sao Paulo City. *Waste Management,* 23, pp. 403-409.

Mendes M.R., Aramaki T., Hanaki K., 2004. Comparison of the environmental impact of incineration and landfilling in Sao Paulo City as determined by LSA. *Resources, Conservation and Recycling*, 41, pp. 47-63.

Miller G.T., 1999. Βιώνοντας στο Περιβάλλον. Προβλήματα Περιβαλλοντικών Συστημάτων. Ένατη έκδοση. Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.

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

Motameni R., Falcone T., 1990. The application of Martin Fishbein's theory of reasoned action in solid waste management and recycling. *Journal of Resource Management and Technology*, 18, pp. 144–150.

Mumme S., 2003. Environmental politics and policy in U.S. - Mexican border studies: developments, achievements and trends. *The Social Science Journal,* 40, pp. 593-606.

Navarro-Esbrí J., Diamadopoulos E., Ginestar D., 2002. Time series analysis and forecasting techniques for municipal solid waste management. *Resources Conservation and recycling*, 35, pp. 201-214

Nilsson-Djerf J., McDougall F., 2000. Social factors in sustainable waste management. *Warmer Bulletin,* 73, pp. 18–20.

Petts J., 2000. Municipal waste management: inequities and the role of deliberation. *Risk Analysis*, 20, pp. 821–832.

Poch M., Comas J., Rodriguez-Roda I., Sanchez-Marre M., Cortes U., 2002. Ten years of experience in Designing and Building real Environmental Decision Support Systems. What we learnt? *1st International Conference on Environmental Modelling and Software* (iEMSs2002), Vol.3, 22-33, Lugano, Suïssa.

Powell J., 2000. The potential for using life cycle inventory analysis in local authority waste management decision making. *Journal of Environmental Planning and Management*, 43, pp. 351–367.

Psiru D.H., 2006. Waste management companies in Europe. A report commissioned by the European Federation of Public Service Unions (EPSU) http://www.psiru.org/reports/2006-02-G-EUwaste.doc.

Rice C., 2003. Super-Easy Guide to the Microsoft Office Excel 2003 Object Model. Microsoft Corporation. Microsoft Office Excel 2003. www.msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/odc_xl2003_ta/html/odc_super.asp

Srivastava P.K., Kulshreshtha K., Mohanty C.S., Pushpangadan P., Singh A., 2005. Stakeholder-based SWOT analysis for successful municipal solid waste management in Lucknow, India. *Waste Management*, 25, pp. 531-537.

Sundberg J., Gipperth P., Wene C.-O., 1994. A systems approach to municipal solid waste management: a pilot study of Göteborg. *Waste Management and Research,* 12, pp.73-91.

Sundberg J., Wene C.-O., 1994. Integrated modelling of material flows and energy systems (MIMES). *International Journal of Energy Research,* 18, pp. 359-381.

Sydow A., Rosé H., Rufeger W., 1998. Sustainable development and integrated assessment. *Ercim News,* 32, pp. 34.

Tanskanen J.-H., Reinikainen A., Melanen M., 1997. Waste streams, costs and emissions in municipal solid waste management: a case study from Finland. *Waste Management and Research*, 16, pp. 503-513.

Thcobanoglous G., Kreith F., 2002. Handbook of Solid Waste Management. 2nd ed. McGraw Hill, New York.

Thomas B., Mc Dougall F., 2005. International expert group on life cycle assessment for integrated waste management. *Journal of Cleaner Production*, 13, pp. 321-326.

Tietenberg T., 2002 Οικονομική του Περιβάλλοντος και των Φυσικών Πόρων. Τόμος Α΄, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.

Togia A., 2003. Efficacité et Incitation dans les régimes de régulation reposant sur des mécanismes de financement. Une modernisation physique et financière de la gestion des déchets ménagers en France, Danemark et Grèce, Thèse de Doctorat.

USEPA, 1995. Life-cycle impact assessment: a conceptual framework, key issues, and summary of existing methods. EPA-452/R-95-002 Research Triangle Park, USA. 1995.

Vaillancourt K., Waaub J.P., 2002. Environmental site evaluation of waste management facilities embedded into EUGENE model: A multicriteria approach. *European Journal of Operational Research*, 139, pp. 436-448.

Wäger P.A., Hilty L.M., 2002. A simulation system for waste management – from system dynamics modelling to decision support. Proceedings of the iEMSs 2002 Conference: Integrated Assessment and Decision Support, Vol. 1, 174-179, Lugano, Switzerland 24-27/6/2001. www.iemss.org/iemss2002/proceedings/pdf/volume%20uno/146_waeger.pdf

Wang FS., Richardson AJ., Roddick FA., 1997. SWIM — a computer model for solid waste integrated management. *Computer Environment Urban System*, 20, pp. 233–46.

White P., Franke M., Hindle P., 1995. Integrated Solid Waste Management. Blackie Academic & Professional, London.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ REFLOWS

Ελάχιστες απαιτήσεις

Πρέπει να ικανοποιούνται οι ακόλουθες ελάχιστες απαιτήσεις

Πλατφόρμες λειτουργίας:

- Microsoft Windows
- Windows XP
- Windows ME
- Windows NT 4.0
- Windows 2000 (Service Pack 3 or 4)

Απαιτήσεις επεξεργαστή:

- Pentium III, IV, Xeon, Pentium M, AMD Athlon, Athlon XP, Athlon MP
- 256 MB (Minimum), 512 MB (Recommended)
- Ελεύθερος χώρος σκληρού δίσκου 345 MB (MATLAB only with help)

Λογισμικό (software):

- Matlab Version 7.0 (R14) 2004 (*The Language of Technical Computing)*
- Microsoft Office Excel

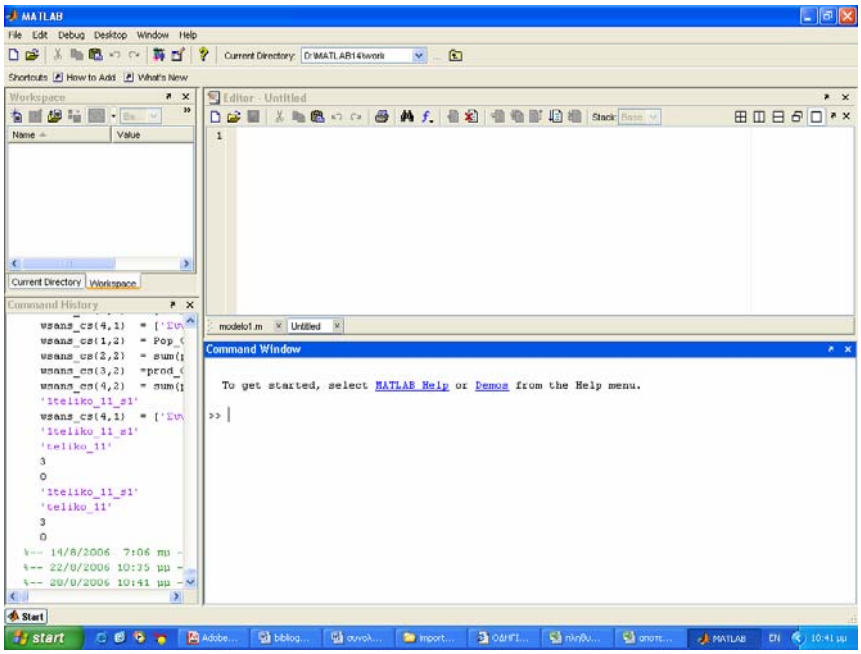
Χρήση του ReFlows μοντέλου

Η παράγραφος που ακολουθεί περιγράφει όλα τα βήματα από την έναρξη του προγράμματος μέχρι την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Η έναρξη του προγράμματος εξαρτάται από το λειτουργικό σύστημα Matlab 7.0 (πρόσβαση από το εικονίδιο που βρίσκεται στην επιφάνεια εργασίας) & τα δύο αρχεία του προγράμματος Microsoft Office Excel.

Αρχικά ανοίγουν τα αρχεία '1model.xls' και 'model.xls'. Στα διαμορφωμένα αυτά αρχεία τοποθετούνται από τον χρήστη τα στοιχεία εισαγωγής (πληθυσμός, ποσοστό παραγωγής, ποσοστό ανάκτησης κλπ.). Οι γενικές πληροφορίες αυτών των δύο αρχείων δίνονται στον πίνακα και αντίστοιχα στο Παράρτημα ΙΙ (Π.15 & Π16).

Η οθόνη που εμφανίζεται όταν ανοίγουμε το Πρόγραμμα Matlab 7 είναι αυτή που φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα 1.



Σχήμα 7: Αρχική οθόνη του προγράμματος Matlab.

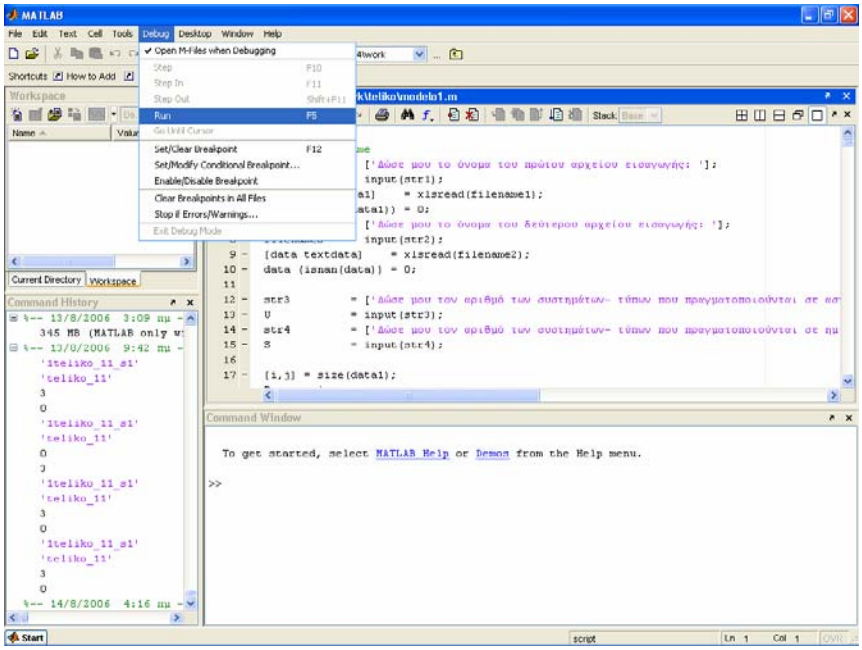
Όλες οι εντολές δίνονται στο Command Window ενώ τα άλλα τρία παράθυρα μας δίνουν:

1. το πάνω αριστερά παράθυρο: είτε το περιεχόμενο του τρέχοντος φακέλου (Current Directory) ή τις μεταβλητές που ορίζονται ή υπολογίζονται στο χώρο εργασίας (Workspace),
2. το κάτω δεξιά παράθυρο: τις εντολές που έχουν δοθεί ως εκείνη τη στιγμή.
3. το πάνω δεξιά παράθυρο: εμφανίζεται στο Editor μια ακολουθία εντολών, που έχει δοθεί, και αποθηκεύονται ως ένα Μ-αρχείο.

Από το Μενού:

File→Open→και επιλογή του αρχείου 'modelo.m'

Στο 'editor' θα πρέπει να εμφανίζεται το αρχείο που επιλέχθηκε με τις εξισώσεις.



Σχήμα 8: Οθόνη του προγράμματος Matlab

Έχοντας το κέρσορα στο παράθυρο του 'editor' κάνουμε κλίκ στο εικονίδιο 'run'. Άλλοι τρόποι εκτέλεσης του προγράμματος πραγματοποιούνται με το πάτημα του πλήκτρου F5 του πληκτρολογίου ή από το μενού (Debug→Run) (Σχήμα 2) .

Στο παράθυρο Command Window εμφανίζεται το μήνυμα

«Δώστε το όνομα του πρώτου αρχείου εισαγωγής:»

πληκτρολογούμε ‘1.model.xls’ (με τα εισαγωγικά ‘…’ υποχρεωτικά). Μετά ακολουθεί το μήνυμα

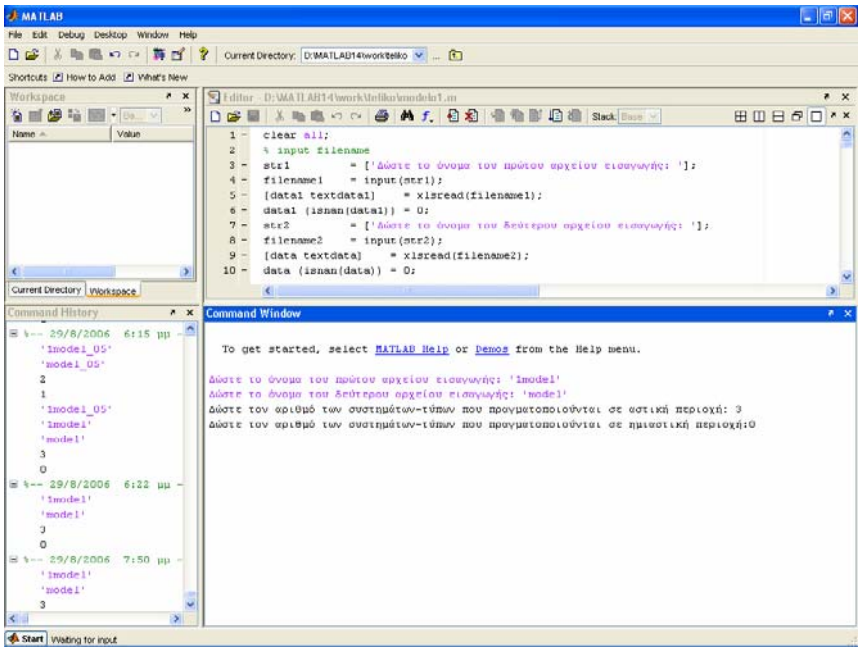
«Δώστε το όνομα του δεύτερου αρχείου εισαγωγής:»

πληκτρολογούμε ‘model.xls’ (με τα εισαγωγικά ‘…’ υποχρεωτικά). Το επόμενο ερώτημα είναι:

«Δώστε τον αριθμό των συστημάτων-τύπων που πραγματοποιούνται σε αστική περιοχή:»

Σύμφωνα με το σύστημα που έχει αναπτυχθεί στην εργασία δόθηκε ο αριθμός 3. Παρόλα αυτά, οι τιμές που μπορεί να δεχτεί είναι ακέραιοι αριθμοί μεγαλύτεροι ή ίσοι με το μηδέν (>=0) και μικρότεροι ή ίσοι (=<) με το άθροισμα των στηλών που έχουν δημιουργηθεί κατά την εισαγωγή των στοιχείων στο αρχείο ‘1model.xls’ Ανάλογα, το ερώτημα επαναλαμβάνεται για την ημιαστική περιοχή.

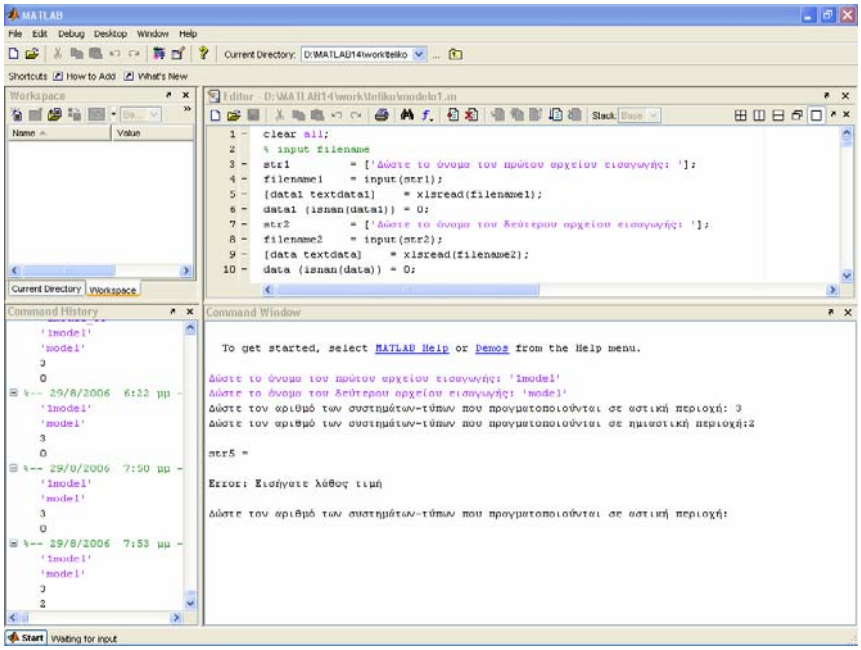
«Δώστε τον αριθμό των συστημάτων-τύπων που πραγματοποιούνται σε ημιαστική περιοχή:»



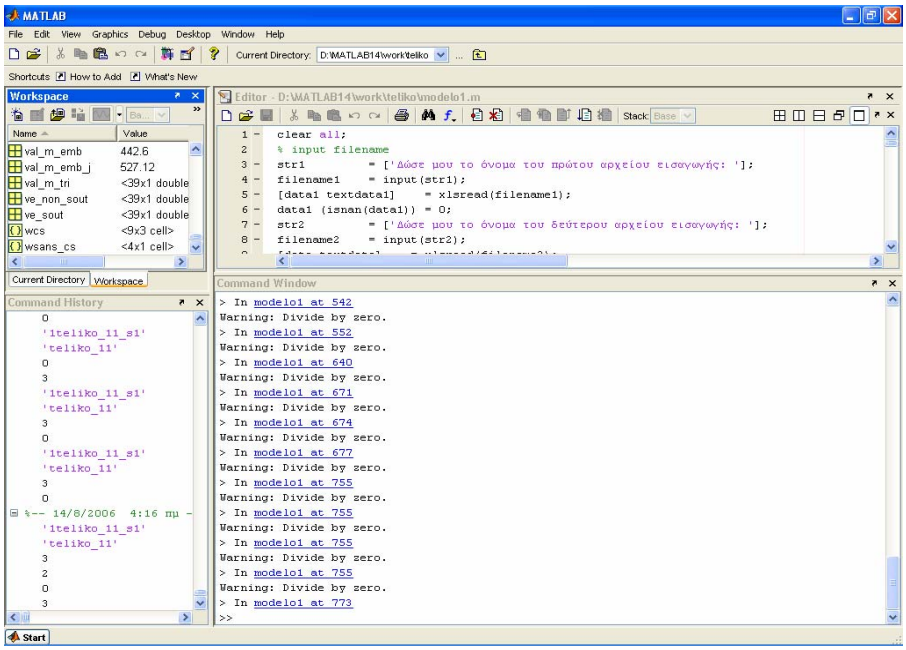
Το άθροισμα των δύο τιμών δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από τον αριθμό των στηλών του αρχείου ‘1model.xls’. Ειδάλλως θα εμφανιστεί το μήνυμα

Errorr: «Εισήγατε λάθος τιμή»

και επαναλαμβάνετε η διαδικασία (Σχήμα 9)

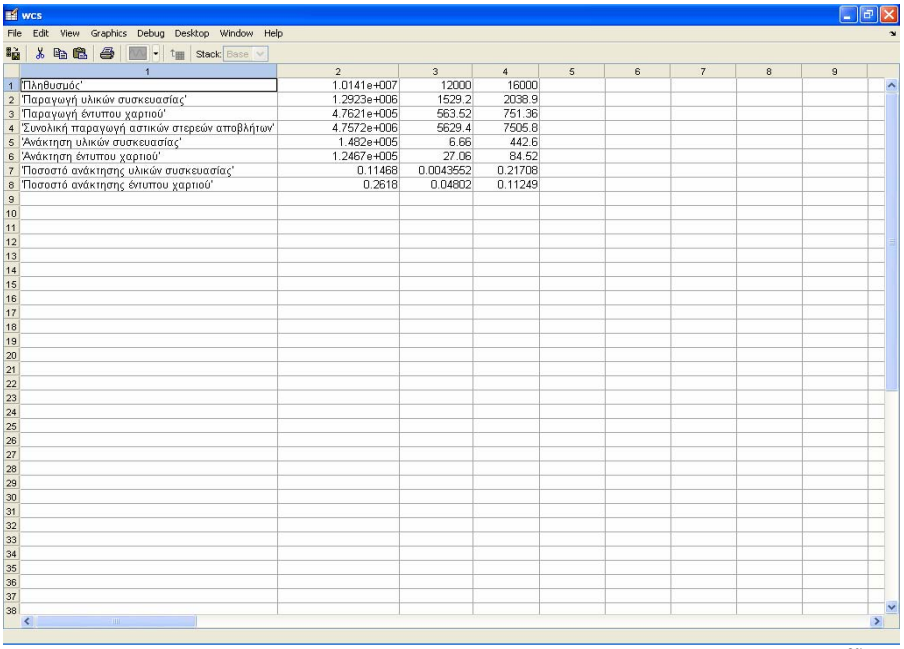


Σχήμα 9: Μήνυμα λάθους



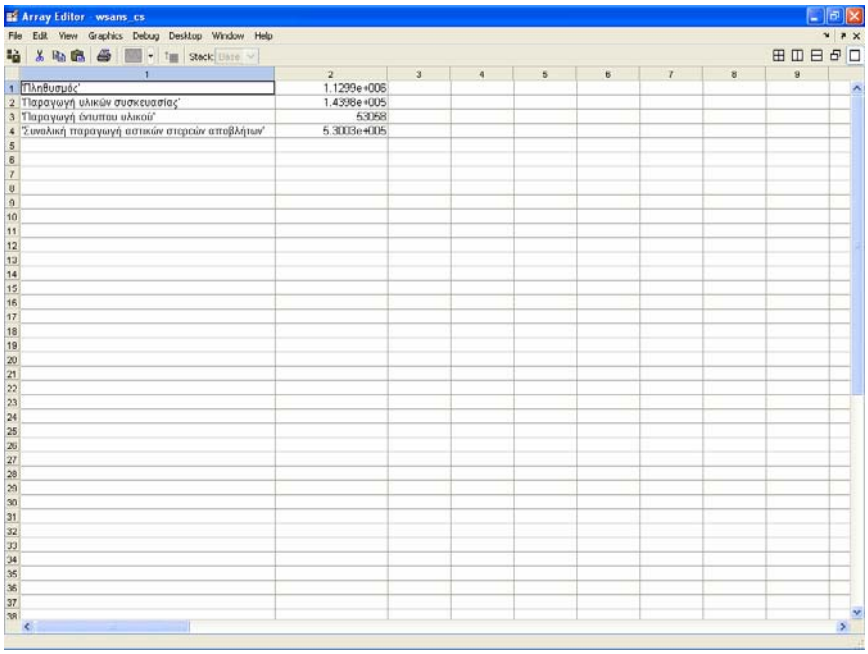
Σχήμα 10: Η ολοκλήρωση των υπολογισμών

Μετά το τέλος της πληκτρολόγησης της τιμής γίνεται η εκτέλεση του προγράμματος. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στο παράθυρο Workspace. Συγκεκριμένα στον πίνακα “wcs” δίνονται τα αποτελέσματα κατά τη συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών και στον πίνακα “wsans_cs” οι τιμές που δηλώνουν ότι δεν συμμετέχουν σε σύστημα ανακύκλωσης (Πίνακας 16 & 17).



	1	2	3	4
1	'Πληθυσμός'	1.0141e+007	12000	16000
2	'Παραγωγή υλικών συσκευασίας'	1.2923e+006	1529.2	2038.9
3	'Παραγωγή έντυπου χαρτιού'	4.7621e+005	563.52	751.36
4	'Συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων'	4.7572e+006	5629.4	7505.8
5	'Ανάκτηση υλικών συσκευασίας'	1.482e+005	6.66	442.6
6	'Ανάκτηση έντυπου χαρτιού'	1.2467e+005	27.06	84.52
7	'Ποσοστό ανάκτησης υλικών συσκευασίας'	0.11468	0.0043552	0.21708
8	'Ποσοστό ανάκτησης έντυπου χαρτιού'	0.2618	0.04802	0.11249

Σχήμα 11: Αποτελέσματα του αρχείου “wcs” (αποτελέσματα εκτέλεσης του 1ου σεναρίου)



	1	2
1	'Πληθυσμός'	1.1299e+006
2	'Παραγωγή υλικών συσκευασίας'	1.4398e+005
3	'Παραγωγή έντυπου υλικού'	53058
4	'Συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων'	5.3003e+005

Σχήμα 12: Αποτελέσματα του αρχείου "wsans_cs" (αποτελέσματα εκτέλεσης του 1^{ου} σεναρίου)

Κατά τη σύμπτυξη των αποτελεσμάτων από τα 2 αρχεία τα στοιχεία παρουσιάζονται στον πίνακα 17.

Πίνακας 16: Αποτελέσματα του συστήματος της υφιστάμενης κατάστασης

	Σύστημα-τύπος 1	Σύστημα-τύπος 2	Σύστημα-τύπος 3	Συνολικά προς ανακύκλωση	Μη συμμετοχή ΔΣΠ	Συνολικά
Πληθυσμός	1.165.520	12.000	16.000	**1.193.520**	9.889.053	**11.082.573**
Παραγωγή υλικών συσκευασίας	138.480,00	1425,7	1.901,00	**140.381,00**	1.174.900,00	**1.315.281,00**
Παραγωγή έντυπου χαρτιού	51.030,00	525,4	700,53	**51.730,53**	432.970,00	**484.700,53**
Συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων	509.770,00	5248,5	6.998,00	**516.768,00**	4.325.200,00	**4.841.968,00**
Ανάκτηση υλικών συσκευασίας	17.033,00	6,66	442,60	**17.482,26**		**17.482,26**
Ανάκτηση έντυπου χαρτιού	14.329,00	27,06	845,20	**15.201,26**		**15.201,26**
Ποσοστό ανάκτησης υλικών συσκευασίας	12,30%	0,46%	23,28%	**12,45%**		**1,33%**
Ποσοστό ανάκτησης	28,08%	5,15%	12,06%	**29,39%**		**3,14%**

έντυπου χαρτιού						

Πίνακας 17: Αποτελέσματα του συστήματος του 1ου σεναρίου

	Σύστημα-τύπος 1	Σύστημα-τύπος 2	Σύστημα-τύπος 3	Συνολικά προς ανακύκλωση	Μη συμμετοχή ΔΣΠ	Συνολικά
Πληθυσμός	10.140.758	12.000	16.000	**10.168.758**	1.129.900	**11.298.658**
Παραγωγή υλικών συσκευασίας	1.292.300,00	1.529,20	2.038,90	**1.295.868,10**	143.980,00	**1.439.848,10**
Παραγωγή έντυπου χαρτιού	476.210,00	563,52	751,36	**477.524,88**	53.058,00	**530.582,88**
Συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων	4.757.200,00	5.629,40	7.505,80	**4.770.335,20**	530.030,00	**5.300.365,20**
Ανάκτηση υλικών συσκευασίας	148.200,00	6,66	442,60	**148.649,26**		**148.649,26**
Ανάκτηση έντυπου χαρτιού	124.670,00	27,06	84,52	**124.781,58**		**124.781,58**
Ποσοστό ανάκτησης υλικών συσκευασίας	11,46%	0,43%	21,70%	**11,47%**		**10,32%**
Ποσοστό ανάκτησης έντυπου χαρτιού	26,18%	4,80%	11,24%	**26,13%**		**23,52%**

Τα αποτελέσματα της υφισταμένης κατάστασης παρουσιάζονται στον Πίνακα 16 καθώς και των σεναρίων 2 και 3 αντίστοιχα στους Πίνακες 18 &19.

Πίνακας 18: Αποτελέσματα του συστήματος του 2ου σεναρίου

	Σύστημα-τύπος 1	Σύστημα-τύπος 2	Σύστημα-τύπος 3	Συνολικά προς ανακύκλωση	Μη συμμετοχή ΔΣΠ	Συνολικά
Πληθυσμός	1.165.520	8.987.238	16.000	10.168.758	1.129.900	11.298.658
Παραγωγή υλικών συσκευασίας	148.530,00	1.145.300,00	2.038,90	1.295.868,90	143.980,00	1.439.848,90
Παραγωγή έντυπου χαρτιού	54.733,00	422.040,00	751,36	477.524,36	53.058,00	530.582,36
Συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων	546.760,00	421.600,00	7.505,80	975.865,80	530.030,00	1.505.895,80
Ανάκτηση υλικών συσκευασίας	17.033,00	4.987,90	442,60	22.463,50		22.463,50
Ανάκτηση έντυπου χαρτιού	14.329,00	20.266,00	84,52	34.679,52		34.679,52
Ποσοστό ανάκτησης υλικών συσκευασίας	11,46%	0,43%	21,70%	1,73%		1,56%
Ποσοστό ανάκτησης έντυπου χαρτιού	26,18%	4,80%	11,25%	7,26%		6,54%

Πίνακας 19: Αποτελέσματα του συστήματος του 3ου σεναρίου

	Σύστημα-τύπος 1	Σύστημα-τύπος 2	Σύστημα-τύπος 3	Συνολικά προς ανακύκλωση	Μη συμμετοχή ΔΣΠ	Συνολικά
Πληθυσμός	1.165.520	12.000	8.991.238	10.168.758	1.129.900	11.298.658
Παραγωγή υλικών συσκευασίας	148.530,00	1.529,20	1.145.800,00	1.295.859,20	143.980,00	1.439.839,20
Παραγωγή έντυπου χαρτιού	54.733,00	563,52	422.230,00	477.526,52	53.058,00	530.584,52
Συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων	546.760,00	5.629,40	4.217.900,00	4.770.289,40	530.030,00	5.300.319,40
Ανάκτηση υλικών συσκευασίας	17.033,00	6,66	248.720,00	265.759,66		265.759,66
Ανάκτηση έντυπου χαρτιού	14.329,00	27,06	47.496,00	61.852,06		61.852,06
Ποσοστό ανάκτησης υλικών συσκευασίας	11,4680%	0,4355%	21,7080%	20,51%		18,46%
Ποσοστό ανάκτησης έντυπου χαρτιού	26,1800%	4,8020%	11,2490%	12,95%		11,66%

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Π. 1: Παραγωγή στερεών αποβλήτων (kg/κάτοικο/έτος) κατά τα έτη 1995-2003.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
EU-25	457	470	485	487	513	520	520	531	534
EU-15	482	495	511	516	545	554	558	574	577
NMS-10	334	345	355	347	353	346	328	316	312

*(**Πηγή**: EC, 2005)*

Π. 2: Παραγωγή στερεών αποβλήτων από τις Ευρωπαϊκές χώρες για τα έτη 1995 και 2003 (kg/κάτοικο/έτος)

	1995	2003
Βέλγιο	456	446
Τσεχία	302	280
Δανία	567	675
Γερμανία	533	638
Εσθονία	357	418
Ελλάδα	306	428
Ισπανία	467	609
Γαλλία	489	561
Ιρλανδία	514	732
Ιταλία	450	523
Κύπρος	600	724
Λετονία	263	362
Λιθουανία	424	263
Λουξεμβούργο	592	658
Ουγγαρία	460	463
Μάλτα	338	549
Ολλανδία	549	599
Αυστρία	438	610
Πολωνία	285	260
Πορτογαλία	385	452
Σλοβενία	596	451
Σλοβακία	340	319
Φινλανδία	414	450
Σουηδία	380	471
Ην. Βασίλειο	496	610
Βουλγαρία	693	499
Ρουμανία	342	364
Τουρκία	472	474
Ισλανδία	918	1040
Νορβηγία	626	696
Ελβετία	598	671
NMS-10	334	312
EE-12	482	577
EE-25	457	534

*(**Πηγή**: EC, 2005)*

Π. 3: Διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων των ΕΕ-25 κατά τα έτη 1995-2003 (εκατομμύρια τόνους)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ΧΥΤΑ	131.410	129.502	131.169	128.881	129.387	129.141	125.341	120.831	118.531
Αποτέφρωση	30.381	31.428	33.329	34.021	36.247	37.936	39.399	41.093	41.917
Άλλη επεξεργασία	42.326	49.418	52.881	56.099	65.171	67.810	71.160	78.826	82.331

*(**Πηγή**: Eurostat, Date of extraction: Sun, 7 May 06 12:31:25)*

Π. 4: Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων (σε 1.000 τόνους) σε επιλεγμένες χώρες της ΕΕ το έτος 2002.

	Δανία	*Ολλανδία*	*Βέλγιο*	*Σουηδία*	*Γερμανία*	*Νορβηγία*	*Γαλλία*	*Ιταλία*	*Ισπανία*	*Φινλανδία*	*Πορτογαλία*	*Τσεχία*	*Αυστρία*	*Ην. Βασίλειο*	*Ιρλανδία*	*Σλοβακία*	*Λετονία*	*Σλοβενία*	*Ισλανδία*	*Ελλάδα*
ΧΥΤΑ	215	810	594	825	11266	482	12991	18500	14723	1512	3388	2097	1500	27545	1967	1192	657	699	245	4233
Ανακύκλωση	796	2213	1442	1295	17250	507	4715	3897	3811	659	252	175	:	3733	463	37	35	87	19	375
Κομποστοποίηση	555	2365	1088	354	7844	225	4208	7335	3914	:	135	122	:	1423	34	39	24	11	3	32
Αποτέφρωση	2008	3125	1627	1675	11826	492	11110	2698	1567	201	944	401	490	2681	:	156	55	5	10	:

*(**Πηγή**: Eurostat, Date of extraction Tue Sep 06 09:46:31 MEST 2005)*

Π. 5: Σύνθεση στερεών αποβλήτων (σε 1.000 τόνους) που παράγονται σε επιλεγμένες χώρες της ΕΕ το έτος 2002

	Βέλγιο	*Τσεχία*	*Δανία*	*Γερμανία*	*Εσθονία*	*Ελλάδα*	*Ισπανία*	*Γαλλία*	*Ιρλανδία*	*Ιταλία*	*Κύπρος*	*Λετονία*	*Ουγγαρία*	*Μάλτα*	*Ολλανδία*	*Πολωνία*	*Πορτογαλία*	*Σλοβακία*	*Σουηδία*	*Βουλγαρία*	*Ρουμανία*	*Ισλανδία*	*Ελβετία*
Χαρτί, χαρτόνι	862	45	454	8590	13	0	4443	6508	846	1685	135	13	699	27	2109	43	0	198	903	354	755	76	1159
Γυαλί	347	32	122	3106	15	0	1825	3384	161	857	6		103	7	500	47	22	122	149	170	371	13	293
Πλαστικό	233	22	17	5654	0	0	2810	2863	249	240	56	1	781	19	554	17	78	107	24	356	680	48	
Μέταλλο	148	22	126	1313	5	0	985	1041	72	277	49	10	77	8	246	9	0	46	33	72	309	8	
Οργανικό κλάσμα	527	3	573	3465	59	0	11743	3101	34	1815	187	0	1317	112	3357	0	21	0	0	0	3474	77	728
Άλλα	631		0	106	35	0	1321	3905	6	795	37	29	1184	6	967	0	32	473	128	861	912	63	

*(**Πηγή**: Eurostat, Date of extraction: Tue Sep 06 09:47:28 MEST 2005)*

Π. 6 Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων σε τόνους στην Ελλάδα για τα έτη 1990-2000 (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2002)

ΕΤΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ
1990	3.089.925
1991	3.120.379
1992	3.259.337
1993	3.386.890
1994	3.524.636
1995	3.649.334
1996	3.774.337
1997	3.916.692
1998	4.073.828
1999	4.234.700
2000	4.392.558

Π. 7 Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων σε τόνους στην Ελλάδα για τα έτη 1995-2003 (Eurostat, 2006)

ΕΤΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ
1995	3.200.000
1996	3.600.000
1997	3.900.000
1998	4.082.000
1999	4.264.000
2000	4.447.000
2001	4.559.000
2002	4.640.000
2003	4.710.000

Π. 8 Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων σε τόνους στην Ελλάδα για τα έτη 2004-2011 (εκτιμήσεις)

ΕΤΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ
2004	4.780.650,00
2005	4.852.359,75
2006	4.925.145,15
2007	4.999.022,32
2008	5.074.007,66
2009	5.150.117,77
2010	5.227.369,54
2011	5.305.780,08

Π. 9 Σύνθεση αστικών στερεών αποβλήτων (tn) ανά τύπο για την περίοδο 1990 - 2000

	Ζυμώσιμα	Χαρτί	Πλαστικά	Μέταλλα	Γυαλί	Λοιπά	ΣΥΝΟΛΟ
1990	1.517.153	574.726	219.385	160.676	143.373	474.613	**3.089.925**
1991	1.522.745	586.631	227.788	159.139	144.162	479.914	**3.120.379**
1992	1.580.778	619.274	244.450	162.967	149.929	501.938	**3.259.337**
1993	1.632.481	650.283	260.791	165.958	155.120	522.258	**3.386.890**
1994	1.688.301	683.779	278.446	169.183	160.723	544.204	**3.524.636**
1995	1.737.083	715.269	295.596	171.519	165.680	564.187	**3.649.334**
1996	1.785.261	747.319	313.270	173.619	170.600	584.267	**3.774.337**
1997	1.840.845	783.338	332.919	176.251	176.251	607.087	**3.916.692**
1998	1.902.478	822.913	354.423	179.248	182.507	632.258	**4.073.828**
1999	1.964.901	863.879	376.888	182.092	188.868	658.072	**4.234.700**
2000	2.024.969	904.867	399.723	184.487	195.030	683.482	**4.392.558**

*(**Πηγή**: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2002)*

Π. 10: Ποσοστό ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας για τα έτη 1997-1999-2002 με τους στόχους

	1997	1999	2002	στόχος 2001	στόχος 2008
Βέλγιο	62,00%	59,00%	70,00%	25,00%	55,00%
Δανία	39,00%	54,00%	57,00%	25,00%	55,00%
Γερμανία	80,00%	79,00%	74,00%	25,00%	55,00%
Ελλάδα	40,00%	39,00%	33,00%	25,00%	55,00%
Ισπανία	35,00%	37,00%	44,00%	25,00%	55,00%
Γαλλία	40,00%	42,00%	45,00%	25,00%	55,00%
Ιρλανδία	17,00%	19,00%	35,00%	25,00%	55,00%
Ιταλία	30,00%	43,00%	51,00%	25,00%	55,00%
Λουξεμβούργο	40,00%	41,00%	57,00%	25,00%	55,00%
Ολλανδία	55,00%	65,00%	57,00%	25,00%	55,00%
Αυστρία	75,00%	76,00%	66,00%	25,00%	55,00%
Πορτογαλία		36,00%	36,00%	25,00%	55,00%
Φινλανδία	41,00%	49,00%	49,00%	25,00%	55,00%
Σουηδία	56,00%	64,00%	65,00%	25,00%	55,00%
Ην. Βασίλειο	25,00%	38,00%	44,00%	25,00%	55,00%
EU-15	**48,00%**	**52,00%**	**54,00%**	**25,00%**	**55,00%**

*(**Πηγή**: EC, 2002)*

Π. 11: Ποσοστό ανάκτησης των υλικών συσκευασίας τα έτη 1997-1999-2002 με τους στόχους

	1997	1999	2002	στόχος 2001	στόχος 2008
Βέλγιο	62,00%	71,00%	91,00%	50,00%	60,00%
Δανία	83,00%	91,00%	94,00%	50,00%	60,00%
Γερμανία	82,00%	79,00%	78,00%	50,00%	60,00%
Ελλάδα	37,00%	34,00%	33,00%	25,00%	60,00%
Ισπανία	38,00%	41,00%	50,00%	50,00%	60,00%
Γαλλία	55,00%	56,00%	62,00%	50,00%	60,00%
Ιρλανδία	16,00%	18,00%	35,00%	25,00%	60,00%
Ιταλία	31,00%	36,00%	56,00%	50,00%	60,00%
Λουξεμβούργο	42,00%	41,00%	62,00%	50,00%	60,00%
Ολλανδία	79,00%	87,00%	61,00%	50,00%	60,00%
Αυστρία	69,00%	71,00%	75,00%	50,00%	60,00%
Πορτογαλία		35,00%	50,00%	25,00%	60,00%
Φινλανδία	54,00%	60,00%	61,00%	50,00%	60,00%
Σουηδία	64,00%	72,00%	67,00%	50,00%	60,00%
Ην. Βασίλειο	36,00%	40,00%	50,00%	50,00%	60,00%
EU-15	**52,00%**	**58,00%**	**62,00%**	**50,00%**	**60,00%**

*(**Πηγή**: EC, 2002)*

Π. 12 Συνολικός πληθυσμός της 1ης Ιανουαρίου κάθε έτους από το 2003 έως το 2051 (Eurostat)[28]

ΈΤΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
2003	11.006.377
2004	11.041.095
2005	11.082.573
2006	11.123.112
2007	11.162.304
2008	11.199.921
2009	11.235.501
2010	11.268.717
2011	11.298.620
2012	11.325.706
2013	11.350.559
2014	11.371.793
2015	11.390.004
2016	11.404.592
2017	11.415.278
2018	11.422.409
2019	11.426.195
2020	11.427.043
2021	11.424.860
2022	11.420.310
2023	11.413.463
2024	11.404.459
2025	11.393.535
2026	11.381.020
2027	11.367.023
2028	11.351.673
2029	11.334.690
2030	11.316.407
2031	11.296.750
2032	11.276.419
2033	11.255.014
2034	11.232.385
2035	11.208.146
2036	11.182.193
2037	11.154.491
2038	11.125.317
2039	11.094.691
2040	11.062.453
2041	11.028.262
2042	10.992.255
2043	10.954.351
2044	10.914.445
2045	10.872.373
2046	10.828.197
2047	10.782.072
2048	10.734.053
2049	10.684.012
2050	10.631.774
2051	10.577.514

[28] Date of extraction: Wed, 24 May 06 12:45:16

Π. 13 Συνολικός πληθυσμός της 1ης Ιανουαρίου από το 1991 έως το 2003 (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2002)

ΕΤΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
1991	10.192.911
1992	10.319.672
1993	10.420.059
1994	10.510.996
1995	10.596.074
1996	10.673.696
1997	10.744.694
1998	10.808.358
1999	10.861.402
2000	10.903.757
2001	10.931.206
2002	10.968.708
2003	11.006.377

Π. 14 Συνολικά πραγματικά στοιχεία και εκτιμήσεις

Έτος	Πληθυσμός	Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων σε τόνους	Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων ανά κάτοικο σε kg (Παραγωγή σε τόνους /Πληθυσμό Χ1000)
1991	10.192.911	3.120.379,00	306,13
1992	10.319.672	3.259.337,00	315,84
1993	10.420.059	3.386.890,00	325,04
1994	10.510.996	3.524.636,00	335,33
1995	10.596.074	3.649.334,00	344,40
1996	10.673.696	3.774.337,00	353,61
1997	10.744.694	3.916.692,00	364,52
1998	10.808.358	4.073.828,00	376,91
1999	10.861.402	4.234.700,00	389,89
2000	10.903.757	4.392.558,00	402,85
2001	10.931.206	4.559.000,00	417,06
2002	10.968.708	4.640.000,00	423,02
2003	11.006.377	4.710.000,00	427,93
2004	11.040.650	4.780.650,00	433,00
2005	11.082.751	4.852.359,75	437,83
2006	11.123.112	4.925.145,15	442,78
2007	11.162.304	4.999.022,32	447,85
2008	11.199.921	5.074.007,66	453,04
2009	11.235.501	5.150.117,77	458,38
2010	11.268.717	5.227.369,54	463,88
2011	11.298.620	5.305.780,08	469,60

Π. 15 Επεξήγηση του αρχείου '1model.xls'

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΕΡΜΗΝΕΙΑ
Pop_TOTAL	Συνολικός πληθυσμός
Pop_ssCtr	Πληθυσμός του οποίου ο Δήμος έχει συνάψει σύμβαση συνεργασίας
Pop_incin	Πληθυσμός που εξυπηρετείτε από μονάδα αποτέφρωσης
BIO_ORG_tot	**Πληθυσμός που εξυπηρετείται από ένα σχήμα ΔΣΠ πόρτα- πόρτα (& συλλογής των ανακυκλώσιμων), & πραγματοποιεί διαχωρισμό οργανικών υλικών**
BIO_ORG_KITC	Οργανικά υλικά κουζίνας
BIO_ORG_GARD	Οργανικά υλικά κήπου
PAP/C_tot	Συνολικά χαρτί
PAP/PACK	Χαρτί συσκευασίας
N/MAG	Έντυπο χαρτί – εφημερίδες, περιοδικά
BOARD	Χαρτόνι συσκευασίας
PAP/OTHER	Άλλο χαρτί
PAP/COMP	Χαρτί βιοαποδομήσιμο
LEATH/W/TEXT_tot	Δέρμα – Ξύλο– Ύφασμα
LEATHER	Δέρμα
TEXT/PACK	Ύφασμα συσκευασίας
WOOD	Ξύλο
TEXT/OTHER	Άλλα υφάσματα
SAN_TEXT	Απορροφητικά υλικά
PLASTIC_tot	Πλαστικό
FILM (PE & PP)	Φίλμ
PACK/BOT(PE & PP)	Πλαστικά Μπουκάλια συσκευασίας PE
OTHER (PE & PP)	Άλλα πλαστικά PE
PACK/BOTTLES PVC	Πλαστικά Μπουκάλια συσκευασίας PVC
OTHER PACK PVC	Άλλα πλαστικά Μπουκάλια συσκευασίας PVC
OTHER_PVC	Άλλα πλαστικά PVC
PACK_PET	Πλαστικά συσκευασίας PET
OTHER_PET	Άλλα πλαστικά PET
OTHER_PLASTIC	Άλλα πλαστικά
GLASS_tot	Γενικά γυαλί
GLASS_PACK	Γυαλί συσκευασίας
GLASS_OTHER	Άλλο γυαλί
METAL_tot	Συνολικά μέταλλα
PACK_FERROUS	Συσκευασία σιδήρου
OTHER_FERROUS	Άλλα σίδηρα
PACK_ALUM	Συσκευασία αλουμίνιου
OTHER_ALUM	Άλλα αλουμίνια
METAL_OTHER	Άλλα μέταλλα
OTHER_tot	Άλλα
COMBUSTIBLES	Καύσιμα στερεά απόβλητα
INCOMBUSTIBLES	Μη καύσιμα στερεά απόβλητα
UNSPEC_WASTE	Απροσδιόριστα απόβλητα
HAZARD/ SPEC	Επικίνδυνα απόβλητα
BIO_ORG_tot	**Πληθυσμός που εξυπηρετείται από ένα σχήμα ΔΣΠ σε κεντρικά σημεία (& συλλογής των ανακυκλώσιμων), & πραγματοποιεί διαχωρισμό οργανικών υλικών**
BIO_ORG_KITC	Οργανικά υλικά κουζίνας
BIO_ORG_GARD	Οργανικά υλικά κήπου
PAP/C_tot	Συνολικά χαρτί
PAP/PACK	Χαρτί συσκευασίας
N/MAG	Έντυπο χαρτί – εφημερίδες, περιοδικά
BOARD	Χαρτόνι συσκευασίας
PAP/OTHER	Άλλο χαρτί
PAP/COMP	Χαρτί βιοαποδομήσιμο

LEATH/W/TEXT_tot	Δέρμα – Ξύλο– Ύφασμα
LEATHER	Δέρμα
TEXT/PACK	Ύφασμα συσκευασίας
WOOD	Ξύλο
TEXT/OTHER	Άλλα υφάσματα
SAN_TEXT	Απορροφητικά υλικά
PLASTIC_tot	Πλαστικό
FILM (PE & PP)	Φίλμ
PACK/BOT(PE & PP)	Πλαστικά Μπουκάλια συσκευασίας PE
OTHER (PE & PP)	Άλλα πλαστικά PE
PACK/BOTTLES PVC	Πλαστικά Μπουκάλια συσκευασίας PVC
OTHER PACK PVC	Άλλα πλαστικά Μπουκάλια συσκευασίας PVC
OTHER_PVC	Άλλα πλαστικά PVC
PACK_PET	Πλαστικά συσκευασίας PET
OTHER_PET	Άλλα πλαστικά PET
OTHER_PLASTIC	Άλλα πλαστικά
GLASS_tot	Γενικά γυαλί
GLASS_PACK	Γυαλί συσκευασίας
GLASS_OTHER	Άλλο γυαλί
METAL_tot	Συνολικά μέταλλα
PACK_FERROUS	Σίδηρο συσκευασίας
OTHER_FERROUS	Άλλα σίδηρα
PACK_ALUM	Αλουμίνιο συσκευασίας
OTHER_ALUM	Άλλα αλουμίνια
METAL_OTHER	Άλλα μέταλλα
OTHER_tot	Άλλα
COMBUSTIBLES	Καύσιμα απόβλητα
INCOMBUSTIBLES	Μη καύσιμα
UNSPEC_WASTE	Απροσδιόριστα απόβλητα
HAZARD/ SPEC	Επικίνδυνα απόβλητα
BIO_ORG_tot	**Αποδόσεις ανάκτησης συστήματος πόρτα-πόρτα kg/κάτοικο/έτος βιοαποδομήσιμου υλικού**
BIO_ORG_KITC	Οργανικά υλικά κουζίνας
BIO_ORG_GARD	Οργανικά υλικά κήπου
PAP/C_tot	Συνολικά χαρτί
PAP/PACK	Χαρτί συσκευασίας
N/MAG	Έντυπο χαρτί – εφημερίδες, περιοδικά
BOARD	Χαρτόνι συσκευασίας
PAP/OTHER	Άλλο χαρτί
PAP/COMP	Χαρτί βιοαποδομήσιμο
LEATH/W/TEXT_tot	Δέρμα – Ξύλο– Ύφασμα
LEATHER	Δέρμα
TEXT/PACK	Ύφασμα συσκευασίας
WOOD	Ξύλο
TEXT/OTHER	Άλλα υφάσματα
SAN_TEXT	Απορροφητικά υλικά
PLASTIC_tot	Πλαστικό
FILM (PE & PP)	Φίλμ
PACK/BOT(PE & PP)	Πλαστικά Μπουκάλια συσκευασίας PE
OTHER (PE & PP)	Άλλα πλαστικά PE
PACK/BOTTLES PVC	Πλαστικά Μπουκάλια συσκευασίας PVC
OTHER PACK PVC	Άλλα πλαστικά Μπουκάλια συσκευασίας PVC
OTHER_PVC	Άλλα πλαστικά PVC
PACK_PET	Πλαστικά συσκευασίας PET
OTHER_PET	Άλλα πλαστικά PET

OTHER_PLASTIC	Άλλα πλαστικά
GLASS_tot	Γενικά γυαλί
GLASS_PACK	Γυαλί συσκευασίας
GLASS_OTHER	Άλλο γυαλί
METAL_tot	Συνολικά μέταλλα
PACK_FERROUS	Σίδηρο συσκευασίας
OTHER_FERROUS	Άλλα σίδηρα
PACK_ALUM	Αλουμίνιο συσκευασίας
OTHER_ALUM	Άλλα αλουμίνια
METAL_ OTHER	Άλλα μέταλλα
OTHER_tot	Άλλα
COMBUSTIBLES	Καύσιμα απόβλητα
INCOMBUSTIBLES	Μη καύσιμα
UNSPEC_WASTE	Απροσδιόριστα απόβλητα
HAZARD/ SPEC	Επικίνδυνα απόβλητα
BIO_ORG_tot	**Αποδόσεις ανάκτησης συστήματος σε κεντρικά σημεία kg/κάτοικο/έτος βιοαποδομήσιμου υλικού**
BIO_ORG_KITC	Οργανικά υλικά κουζίνας
BIO_ORG_GARD	Οργανικά υλικά κήπου
PAP/C_tot	Συνολικά χαρτί
PAP/PACK	Χαρτί συσκευασίας
N/MAG	Έντυπο χαρτί – εφημερίδες, περιοδικά
BOARD	Χαρτόνι συσκευασίας
PAP/OTHER	Άλλο χαρτί
PAP/COMP	Χαρτί βιοαποδομήσιμο
LEATH/W/TEXT_tot	Δέρμα – Ξύλο– Ύφασμα
LEATHER	Δέρμα
TEXT/PACK	Ύφασμα συσκευασίας
WOOD	Ξύλο
TEXT/OTHER	Άλλα υφάσματα
SAN_TEXT	Απορροφητικά υλικά
PLASTIC_tot	Πλαστικό
FILM (PE & PP)	Φίλμ
PACK/BOT(PE & PP)	Πλαστικά Μπουκάλια συσκευασίας PE
OTHER (PE & PP)	Άλλα πλαστικά PE
PACK/BOTTLES PVC	Πλαστικά Μπουκάλια συσκευασίας PVC
OTHER PACK PVC	Άλλα πλαστικά Μπουκάλια συσκευασίας PVC
OTHER_PVC	Άλλα πλαστικά PVC
PACK_PET	Πλαστικά συσκευασίας PET
OTHER_PET	Άλλα πλαστικά PET
OTHER_PLASTIC	Άλλα πλαστικά
GLASS_tot	Γενικά γυαλί
GLASS_PACK	Γυαλί συσκευασίας
GLASS_OTHER	Άλλο γυαλί
METAL_tot	Συνολικά μέταλλα
PACK_FERROUS	Σίδηρο συσκευασίας
OTHER_FERROUS	Άλλα σίδηρα
PACK_ALUM	Αλουμίνιο συσκευασίας
OTHER_ALUM	Άλλα αλουμίνια
METAL_ OTHER	Άλλα μέταλλα
OTHER_tot	Άλλα
COMBUSTIBLES	Καύσιμα απόβλητα
INCOMBUSTIBLES	Μη καύσιμα
UNSPEC_WASTE	Απροσδιόριστα απόβλητα
HAZARD/ SPEC	Επικίνδυνα απόβλητα

Pop_rec_AC	Πληθυσμός από τον οποίο ανακτάται σίδερο
Pop_rec_AL	Πληθυσμός από τον οποίο ανακτάται αλουμίνιο
TX_REF_TOT	Το ποσοστό των ανεπιθύμητων υλικών r κατά τη συλλογή των ανακυκλώσιμων
TX_REF_PAP	Το ποσοστό των ανεπιθύμητων υλικών r που συλλέχθηκε από πόρτα-πόρτα
TX_REF_AV	Το ποσοστό των ανεπιθύμητων υλικών r που συλλέχθηκε από κεντρικά σημεία
Tx Q taxe	Φόρος (€/t)
COL. IND	Μοναδιαίο κόστος (€/t) των συλλεγμένων απορριμμάτων από ένα σύστημα κλασσικής αποκομιδής (CI) σύμμεικτων
CS_PAP_BIF	Μοναδιαίο κόστος (€/t) των συλλεγμένων απορριμμάτων από ένα σύστημα συλλογής ανακυκλώσιμων πόρτα-πόρτα (CS)
C_TRI_PAP	Μοναδιαίο κόστος (€/t) διαλογής που αφορά στις ποσότητες που προέρχονται από ένα σύστημα συλλογής ανακυκλώσιμων (CS) πόρτα-πόρτα
C_TRI_AV	Μοναδιαίο κόστος (€/t) διαλογής που αφορά τις ποσότητες που προέρχονται από ένα σύστημα συλλογής ανακυκλώσιμων (CS) σε κεντρικά σημεία

Π. 16: Επεξήγηση του αρχείου '1model.xls'

HABIT	Tonnages Incinérés	MILIEU	TOT_ DECH (d)	PopTotale (%)	COMPOSANTS	Urbain	Semi-Urbain	Rural	PCI (MJ/kg)	DEN (t/m3)	PERF_PAP_BAS (kg/hab/an)	SOUT_PAP_BAS (€/t)	PERF_PAP_AUT	SOUT_PAP_AUT
Συνολικός πληθυσμός	Ποσοστό καύσης	Urbain	Αστικό		BIO_ORG_tot	Το ποσοστό που παράγει ένας κάτοικος από το συγκεκριμένο προϊόν το χρόνο			Θερμογόνος δύναμη MJ/kg	Πυκνότητα των υλικών πριν την συμπίεση	Ελάχιστη τιμή απόδοσης ανάκτησης για κάθε υλικό ανά κάτοικο ανά έτος			
		Semi-Urbain	Ημι – αστικό		*BIO_ORG_KITC*									
		Rural	Αγροτικό		*BIO_ORG_GARD*									
					PAP/C_tot									
					PAP/PACK									
			Το σύνολο των παραγόμενων ποσοτήτων αποβλήτων ανά κάτοικο ανά έτος	Ποσοστό πληθυσμού	*N/MAG*									
					BOARD									
					PAP/OTHER									
					PAP/COMP									
					LEATH/W/TEXT_tot									
					LEATHER									
					TEXT/PACK									
					WOOD									
					TEXT/OTHER									
					SAN_TEXT									
					PLASTIC_tot									
					FILM (PE & PP)									
					PACK/BOT(PE & PP)									
					OTHER (PE & PP)									
					PACK/BOTTLES PVC									
					OTHER PACK PVC									
					OTHER_PVC									
					PACK_PET									
					OTHER_PET									
					OTHER_PLASTIC									
					GLASS_tot									
					GLASS_PACK									
					GLASS_OTHER									
					METAL_tot									
					PACK_FERROUS									
					OTHER_FERROUS									
					PACK_ALUM									
					OTHER_ALUM									
					METAL_OTHER									
					OTHER_tot									
					COMBUSTIBLES									
					INCOMBUSTIBLES									
					UNSPEC_WASTE									
					HAZARD/ SPEC									
					RE_TR									
					ACIER_MACH									
					ALUM_MACH									
					MET_MACH									

(συνέχεια)

PERF_AV_BAS	SOUT_AV_BAS	PERF_AV_AUT	SOUT_AV_AUT	SOUT_AC_AL	PERF_INCIN (kg/hab/an)	PRIX_REP (€/t)	Gisement entrant/Gisement valorisé	Input_incin	Output_incin	Comp_rec	MULTIPL.Q sout.	MODE TRAITEMENT	SEUILS	TVM (%)	SOUT (€/t)
						Μοναδιαία τιμή πώλησης ενός τόνου ανακτώμενου υλικού	Ποσοστό υλικών κατά την μηχανική διαλογή ανακύκλωσης και κομποστοποίησης αποδόσεις διηθήτες ανάκτησης						BAS		
													AUT		

(συνέχεια)

S_COMMUN	Refiom (kg/t)	Machefer (kg/t)	RDF_CHAUD	RENDEMENTS	THERMIQUE	ELECTR	METAUX_sans CS	ENER_sans CS	RDF	COMPOST	PERTES	COUTS	COUTS (€/t)	VENT	PRIX_VENT (€/kWh)	TGAP (€/t)	Multiplicateur coûts	C_REF
				AUTOCONS	Για αυτοκατανάλωση				Απόδοση διαδικασίας παραγωγής για το μη ελιμίνηθεν ξηρόδοπ υποκατάστατο καύσιμο σταθερής δομής	Απόδοση διαδικασίας παραγωγής για το κομπόστ	Ποσοστό απωλειών	COL_IND sans TR		ELECTRICITE		Μοναδιαία τιμή φόρου (€/t) που		Κόστος γυαλιού
				VENTE	Για πώληση							COL_ IND avec TR		CHALEUR				
				PROD	Για παραγωγή							COL_SEL_PAP		RDF				
					Απόδοση παραγωγής θερμότητας	Απόδοση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας						COL_SEL_AV		COMPOST				
												TRI						
												TRAN						
												URMC						
												INCIN						
												DEFER						
												CET I						
												CET II						
												DECH						

Π. 17 Στοιχεία εισαγωγής της Υφιστάμενης κατάστασης στο αρχείο '1model.xls'

	U1	U2	U3
Pop_TOTAL	1.165.520	12.000	16.000
Pop_ssCtr	1.165.520	12.000	16.000
Pop_incin			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM			
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	1.165.520	12.000	16.000
N/MAG	1.165.520	12.000	16.000
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	1.165.520	12.000	16.000
PACK/BOT(PE & PP)	1.165.520	12.000	16.000
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	1.165.520	12.000	16.000
OTHER_PVC			
PACK_PET	1.165.520	12.000	16.000
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK	1.165.520	12.000	16.000
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	1.165.520	12.000	16.000
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	1.165.520	12.000	16.000
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			

PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM			
OTHER_ALUM			

METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	11,0202	0,0550	5,2825
N/MAG	12,2941	2,2550	5,2825
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	0,1340	0,0120	0,6966
PACK/BOT(PE & PP)	0,5148	0,0200	1,8254
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	0,1813	0,0150	0,6102
OTHER_PVC			
PACK_PET	0,6610	0,0950	2,5542

OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			5,6864
GLASS_tot			
GLASS_PACK	1,4254	0,3050	7,7348
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	0,6978	0,0250	8,0108
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	0,1136	0,0400	1,6448
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
Pop_rec_AC			
Pop_rec_AL			
TX_REF_TOT	0,350	0,119	0,000
TX_REF_PAP			
TX_REF_AV	0,350	0,119	0,000
Tx Q taxe			
COL. IND			
CS_PAP_BIF			
C_TRI_PAP			
C_TRI_AV			
C_donné			

Π. 18 Στοιχεία εισαγωγής στο αρχείο 'model.xls' για την εκτέλεση της υφιστάμενης κατάστασης

HABIT	Tonnages Incinérés	MILIEU	TOTAL DECHETS	PopTotale (%)	COMPOSANTS	Urbain	Semi-Urbain	Rural	PCI (MJ/kg)	DENSITES (t/m3)
11.082.573	0,00	Urbain	437,830	1,00	**BIO_ORG_tot**	0,461				
		Semi-Urbain	0,000	0,00	***BIO_ORG_KITC***					
		Rural	0,000	0,00	***BIO_ORG_GARD***					
					PAP/C_tot					
					PAP/PACK	0,1060			9,99	0,04
					N/MAG	0,1000			9,99	0,26
					BOARD					
					PAP/OTHER					
					PAP/COMP					
					LEATH/W/TEXT_tot					
					LEATHER					
					TEXT/PACK					
					WOOD					
					TEXT/OTHER					
					SAN_TEXT					
					PLASTIC_tot					
					FILM (PE & PP)	0,0110			22,88	0,03
					PACK/BOT(PE & PP)	0,0292			22,88	0,03
					OTHER (PE & PP)					
					PACK/BOTTLES PVC					
					OTHER PACK PVC	0,0098			22,88	0,03
					OTHER_PVC					
					PACK_PET	0,0401			22,88	0,03
					OTHER_PET					
					OTHER_PLASTIC					
					GLASS_tot					
					GLASS_PACK	0,0420			0,00	0,30
					GLASS_OTHER					
					METAL_tot					
					PACK_FERROUS	0,0407			0,00	0,10
					OTHER_FERROUS					
					PACK_ALUM	0,0036			0,00	0,06
					OTHER_ALUM					
					METAL_ OTHER					
					OTHER_tot	0,1556				
					COMBUSTIBLES					
					INCOMBUSTIBLES					
					UNSPEC_WASTE					
					HAZARD/ SPEC					

Π. 19 Στοιχεία εισαγωγής του 1ου σεναρίου στο αρχείο '1model.xls' (αμετάβλητη απόδοση)

	U1	U2	U3
Pop_TOTAL	10.140.758	12.000	16.000
Pop_ssCtr	10.140.758	12.000	16.000
Pop_incin			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM			
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	10.140.758	12.000	16.000
N/MAG	10.140.758	12.000	16.000
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	10.140.758	12.000	16.000
PACK/BOT(PE & PP)	10.140.758	12.000	16.000
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	10.140.758	12.000	16.000
OTHER_PVC			
PACK_PET	10.140.758	12.000	16.000
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK	10.140.758	12.000	16.000
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	10.140.758	12.000	16.000
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	10.140.758	12.000	16.000
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			

BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			

PACK_ALUM			
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	11,0202	0,0550	5,2825
N/MAG	12,2941	2,2550	5,2825
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	0,1340	0,0120	0,6966
PACK/BOT(PE & PP)	0,5148	0,0200	1,8254
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	0,1813	0,0150	0,6102

OTHER_PVC			
PACK_PET	0,6610	0,0950	2,5542
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			5,6864
GLASS_tot			
GLASS_PACK	1,4254	0,3050	7,7348
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	0,6978	0,0250	8,0108
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	0,1136	0,0400	1,6448
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
Pop_rec_AC			
Pop_rec_AL			
TX_REF_TOT	0,350	0,119	0,000
TX_REF_PAP			
TX_REF_AV	0,350	0,119	0,000
Tx Q taxe			
COL. IND			
CS_PAP_BIF			
C_TRI_PAP			
C_TRI_AV			
C_donné			

Π. 20 Στοιχεία εισαγωγής του 2ου σεναρίου στο αρχείο '1model.xls' (αμετάβλητη απόδοση)

	U1	U2	U3
Pop_TOTAL	1.165.520	8.987.238	16.000
Pop_ssCtr	1.165.520	8.987.238	16.000
Pop_incin			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM			
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	1.165.520	8.987.238	16.000
N/MAG	1.165.520	8.987.238	16.000
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	1.165.520	8.987.238	16.000
PACK/BOT(PE & PP)	1.165.520	8.987.238	16.000
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	1.165.520	8.987.238	16.000
OTHER_PVC			
PACK_PET	1.165.520	8.987.238	16.000
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK	1.165.520	8.987.238	16.000
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	1.165.520	8.987.238	16.000
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	1.165.520	8.987.238	16.000
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			

PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_ tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM			

OTHER_ALUM			
METAL_ OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	11,0202	0,066	5,2825
N/MAG	12,2941	2,706	5,2825
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_ tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	0,1340	0,0144	0,6966
PACK/BOT(PE & PP)	0,5148	0,024	1,8254
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	0,1813	0,018	0,6102
OTHER_PVC			

PACK_PET	0,6610	0,114	2,5542
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			5,6864
GLASS_tot			
GLASS_PACK	1,4254	0,366	7,7348
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	0,6978	0,03	8,0108
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	0,1136	0,048	1,6448
OTHER_ALUM			
METAL_ OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
Pop_rec_AC			
Pop_rec_AL			
TX_REF_TOT	0,350	0,119	0,000
TX_REF_PAP			
TX_REF_AV	0,350	0,119	0,000
Tx Q taxe			
COL. IND			
CS_PAP_BIF			
C_TRI_ PAP			
C_TRI _AV			
C_donné			

Π. 21 Στοιχεία εισαγωγής του 3ου σεναρίου στο αρχείο '1model.xls' (αμετάβλητη απόδοση)

	U1	U2	U3
Pop_TOTAL	1.165.520	12.000	8.991.238
Pop_ssCtr	1.165.520	12.000	8.991.238
Pop_incin			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM			
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	1.165.520	12.000	8.991.238
N/MAG	1.165.520	12.000	8.991.238
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	1.165.520	12.000	8.991.238
PACK/BOT(PE & PP)	1.165.520	12.000	8.991.238
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	1.165.520	12.000	8.991.238
OTHER_PVC			
PACK_PET	1.165.520	12.000	8.991.238
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK	1.165.520	12.000	8.991.238
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	1.165.520	12.000	8.991.238
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	1.165.520	12.000	8.991.238
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			

PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_ tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM			

OTHER_ALUM			
METAL_ OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	11,0202	0,0550	6,339
N/MAG	12,2941	2,2550	6,339
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_ tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	0,1340	0,0120	0,83592
PACK/BOT(PE & PP)	0,5148	0,0200	2,19048
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	0,1813	0,0150	0,73224
OTHER_PVC			

PACK_PET	0,6610	0,0950	3,06504
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK	1,4254	0,3050	9,28176
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	0,6978	0,0250	9,6129
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	0,1136	0,0400	1,9737
OTHER_ALUM			
METAL_ OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
Pop_rec_AC			
Pop_rec_AL			
TX_REF_TOT	0,350	0,119	0,000
TX_REF_PAP			
TX_REF_AV	0,350	0,119	0,000
Tx Q taxe			
COL. IND			
CS_PAP_BIF			
C_TRI_PAP			
C_TRI_AV			
C_donné			

Π. 22 Στοιχεία εισαγωγής στο αρχείο 'model.xls' για την εκτέλεση του 1ου, 2ου και 3ου σεναρίου

HABIT	Tonnages Incinérés	MILIEU	TOTAL DECHETS	PopTotale (%)	COMPOSANTS	Urbain	Semi-Urbain	Rural	PCI (MJ/kg)	DENSITES (t/m3)
11.298.620	0,00	Urbain	469,600	1,00	**BIO_ORG_tot**	0,461				
		Semi-Urbain	0,000	0,00	***BIO_ORG_KITC***					
		Rural	0,000	0,00	***BIO_ORG_GARD***					
					PAP/C_tot					
					PAP/PACK	0,1060			9,99	0,04
					N/MAG	0,1000			9,99	0,26
					BOARD					
					PAP/OTHER					
					PAP/COMP					
					LEATH/W/TEXT_tot					
					LEATHER					
					TEXT/PACK					
					WOOD					
					TEXT/OTHER					
					SAN_TEXT					
					PLASTIC_tot					
					FILM (PE & PP)	0,0110			22,88	0,03
					PACK/BOT(PE & PP)	0,0292			22,88	0,03
					OTHER (PE & PP)					
					PACK/BOTTLES PVC					
					OTHER PACK PVC	0,0098			22,88	0,03
					OTHER_PVC					
					PACK_PET	0,0401			22,88	0,03
					OTHER_PET					
					OTHER_PLASTIC					
					GLASS_tot					
					GLASS_PACK	0,0420			0,00	0,30
					GLASS_OTHER					
					METAL_tot					
					PACK_FERROUS	0,0407			0,00	0,10
					OTHER_FERROUS					
					PACK_ALUM	0,0036			0,00	0,06
					OTHER_ALUM					
					METAL_ OTHER					
					OTHER_tot	0,1556				
					COMBUSTIBLES					
					INCOMBUSTIBLES					
					UNSPEC_WASTE					
					HAZARD/ SPEC					

Π. 23 Στοιχεία εισαγωγής του 1ου σεναρίου στο αρχείο '1model.xls' (με μεταβλητή απόδοση)

	U1	U2	U3
Pop_TOTAL	10.140.758	12.000	16.000
Pop_ssCtr	10.140.758	12.000	16.000
Pop_incin			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM			
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	10.140.758	12.000	16.000
N/MAG	10.140.758	12.000	16.000
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	10.140.758	12.000	16.000
PACK/BOT(PE & PP)	10.140.758	12.000	16.000
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	10.140.758	12.000	16.000
OTHER_PVC			
PACK_PET	10.140.758	12.000	16.000
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK	10.140.758	12.000	16.000
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	10.140.758	12.000	16.000
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	10.140.758	12.000	16.000
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			

BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			

PACK_ALUM			
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	11,0202	0,0550	5,2825
N/MAG	12,2941	2,2550	5,2825
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	0,1340	0,0120	0,6966
PACK/BOT(PE & PP)	0,5148	0,0200	1,8254
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	0,1813	0,0150	0,6102

OTHER_PVC			
PACK_PET	0,6610	0,0950	2,5542
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			5,6864
GLASS_tot			
GLASS_PACK	1,4254	0,3050	7,7348
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	0,6978	0,0250	8,0108
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	0,1136	0,0400	1,6448
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
Pop_rec_AC			
Pop_rec_AL			
TX_REF_TOT	0,350	0,119	0,000
TX_REF_PAP			
TX_REF_AV	0,350	0,119	0,000
Tx Q taxe			
COL. IND			
CS_PAP_BIF			
C_TRI_PAP			
C_TRI_AV			
C_donné			

Π. 24 Στοιχεία εισαγωγής του 2ου σεναρίου στο αρχείο '1model.xls' (με μεταβλητή απόδοση)

	U1	U2	U3
Pop_TOTAL	1.165.520	8.987.238	16.000
Pop_ssCtr	1.165.520	8.987.238	16.000
Pop_incin			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM			
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	1.165.520	8.987.238	16.000
N/MAG	1.165.520	8.987.238	16.000
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	1.165.520	8.987.238	16.000
PACK/BOT(PE & PP)	1.165.520	8.987.238	16.000
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	1.165.520	8.987.238	16.000
OTHER_PVC			
PACK_PET	1.165.520	8.987.238	16.000
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK	1.165.520	8.987.238	16.000
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	1.165.520	8.987.238	16.000
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	1.165.520	8.987.238	16.000
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			

BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			

PACK_ALUM			
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	11,0202	0,066	5,2825
N/MAG	12,2941	2,706	5,2825
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	0,1340	0,0144	0,6966
PACK/BOT(PE & PP)	0,5148	0,024	1,8254
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	0,1813	0,018	0,6102

OTHER_PVC			
PACK_PET	0,6610	0,114	2,5542
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			5,6864
GLASS_tot			
GLASS_PACK	1,4254	0,366	7,7348
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	0,6978	0,03	8,0108
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	0,1136	0,048	1,6448
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
Pop_rec_AC			
Pop_rec_AL			
TX_REF_TOT	0,350	0,119	0,000
TX_REF_PAP			
TX_REF_AV	0,350	0,119	0,000
Tx Q taxe			
COL. IND			
CS_PAP_BIF			
C_TRI_PAP			
C_TRI_AV			
C_donné			

Π. 25 Στοιχεία εισαγωγής του 3^{ου} σεναρίου στο αρχείο '1model.xls' (με μεταβλητή απόδοση)

	U1	U2	U3
Pop_TOTAL	1.165.520	12.000	8.991.238
Pop_ssCtr	1.165.520	12.000	8.991.238
Pop_incin			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM			
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	1.165.520	12.000	8.991.238
N/MAG	1.165.520	12.000	8.991.238
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	1.165.520	12.000	8.991.238
PACK/BOT(PE & PP)	1.165.520	12.000	8.991.238
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	1.165.520	12.000	8.991.238
OTHER_PVC			
PACK_PET	1.165.520	12.000	8.991.238
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK	1.165.520	12.000	8.991.238
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	1.165.520	12.000	8.991.238
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	1.165.520	12.000	8.991.238
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			

BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK			
N/MAG			
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)			
PACK/BOT(PE & PP)			
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC			
OTHER_PVC			
PACK_PET			
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK			
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS			
OTHER_FERROUS			

PACK_ALUM			
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
BIO_ORG_tot			
BIO_ORG_KITC			
BIO_ORG_GARD			
PAP/C_tot			
PAP/PACK	11,0202	0,0550	6,339
N/MAG	12,2941	2,2550	6,339
BOARD			
PAP/OTHER			
PAP/COMP			
LEATH/W/TEXT_tot			
LEATHER			
TEXT/PACK			
WOOD			
TEXT/OTHER			
SAN_TEXT			
PLASTIC_tot			
FILM (PE & PP)	0,1340	0,0120	0,83592
PACK/BOT(PE & PP)	0,5148	0,0200	2,19048
OTHER (PE & PP)			
PACK/BOTTLES PVC			
OTHER PACK PVC	0,1813	0,0150	0,73224

OTHER_PVC			
PACK_PET	0,6610	0,0950	3,06504
OTHER_PET			
OTHER_PLASTIC			
GLASS_tot			
GLASS_PACK	1,4254	0,3050	9,28176
GLASS_OTHER			
METAL_tot			
PACK_FERROUS	0,6978	0,0250	9,6129
OTHER_FERROUS			
PACK_ALUM	0,1136	0,0400	1,9737
OTHER_ALUM			
METAL_OTHER			
OTHER_tot			
COMBUSTIBLES			
INCOMBUSTIBLES			
UNSPEC_WASTE			
HAZARD/ SPEC			
Pop_rec_AC			
Pop_rec_AL			
TX_REF_TOT	0,350	0,119	0,000
TX_REF_PAP			
TX_REF_AV	0,350	0,119	0,000
Tx Q taxe			
COL. IND			
CS_PAP_BIF			
C_TRI_PAP			
C_TRI_AV			
C_donné			

Το μοντέλο ReFlows στην γλώσσα προγραμματισμού Matlab

```
clear all;
% input filename
str1        = ['Δώστε το όνομα του πρώτου αρχείου εισαγωγής: '];
filename1    = input(str1);
[data1 textdata1]    = xlsread(filename1);
data1 (isnan(data1)) = 0;
str2        = ['Δώστε το όνομα του δεύτερου αρχείου εισαγωγής: '];
filename2    = input(str2);
[data textdata]    = xlsread(filename2);
data (isnan(data)) = 0;

str3        = ['Δώστε τον αριθμό των συστημάτων-τύπων που πραγματοποιούνται σε αστική
περιοχή: '];
U           = input(str3);
str4        = ['Δώστε τον αριθμό των συστημάτων-τύπων που πραγματοποιούνται σε ημιαστική
περιοχή:'];
S           = input(str4);

[i,j] = size(data1);
R     = j;

while U+S>R
   str5  = ['Error: Εισήγατε λάθος τιμή']
   str3  = ['Δώστε τον αριθμό των συστημάτων-τύπων που πραγματοποιούνται σε αστική
περιοχή:'];
   U     = input(str3);
   str4  = ['Δώστε τον αριθμό των συστημάτων-τύπων που πραγματοποιούνται σε ημιαστική
περιοχή:'];
   S     = input(str4);
   [i,j] = size(data1);
   R     = j;
end

% input variables
habit       = data(1,1);
pop_tot     = data(1:3,5);
ton_inc     = data(1,2);% Qincinırıs avec RE (total )
mode        = data(1,28);
Pci         = data(1:39,10);
dens        = data(1:39,11);
refus_du_tri= data(40,11);
price       = data(1:3,4);
ml_U        = data(1:39,7);
ml_S        = data(1:39,8);
ml_R        = data(1:39,9);
gis         = data(1:39,23);
mult_Q_s    = data(1:39,27);
sout_com    = data(1,32);
tvm_bas     = data(1,30);
tvm_aut     = data(2,30);
```

```
sout_bas    = data(1,31);
sout_aut    = data(2,31);
Prix_REP    = data(1:39,22);
Prix_REP_ac_al=data(41:43,22);
Prix_VENT   = data(:,47);
couts       = data(:,45);
tgap        = data(1,48);
ref         = data(1,33);
machef      = data(1,34);
sout_in     = data(1:39,21);

Rd_f_CHA    = data(1,35);
V_THER_AUT  = data(1,37);
V_THER_VEN  = data(2,37);
V_ELEC_AUT  = data(1,38);
V_ELEC_VEN  = data(2,38);
V_ELEC_PROD = data(3,38);

In_inc      = data([29 30 32],24);
Out_inc     = data([29 30 32],25);
Comp_rec    = data([29 30 32],26);

MET_CS      = data(1,39);
ENER_CS     = data(1,40);
C_REF       = data(1,50);
RDF         = data(1,41);
COMP        = data(1,42);
PER         = data(1,43);
mult_c      = data(1,49);

composants = textdata(1:39,6);
% Soutiens Financiers
% Bareme
Perf_PAP_BAS = data(1:39,12);
Sout_PAP_BAS = data(1:39,13);
Perf_PAP_AUT = data(1:39,14);
Sout_PAP_AUT = data(1:39,15);
Perf_AV_BAS  = data(1:39,16);
Sout_AV_BAS          = data(1:39,17);
Perf_AV_AUT          = data(1:39,18);
Sout_AV_AUT  = data(1:39,19);
Sout_ac_al   = data(41:43,20);

COL_IND_CS   = data1(166,:);


%SANS CS
Pop_sCtr  = data1(2,1:j);
pop_s_U   = sum(Pop_sCtr (1:U));
pop_s_S   = sum(Pop_sCtr (U+1:S));
pop_s_R   = sum(Pop_sCtr (S+1:R));
```

```
Pop_CS_U  = pop_tot(1)*habit - pop_s_U;
Pop_CS_S  = pop_tot(2)*habit - pop_s_S;
Pop_CS_R  = pop_tot(3)*habit - pop_s_R;

prod_CS_U  = Pop_CS_U *ml_U*price(1)/1000;
prod_CS_S  = Pop_CS_S *ml_S*price(2)/1000;
prod_CS_R  = Pop_CS_R *ml_R*price(3)/1000;
prod_CS    = prod_CS_U + prod_CS_S +prod_CS_R;

ind_tot    =[1 4 10 16 26 29 35];
ind_ntot   ={2:3 5:8 11:14 17:25 27:28 30:34 36:37};
for s=1:17;
   for r=1:length(ind_tot)
      B{r,s}{1,1}=data(ind_tot(r),s+6);
      B{r,s}{1,2}=sum(data(ind_ntot{r}, s+6));
      while (B{r,s}{1,1}~=0) && (B{r,s}{1,2}~=0) && (B{1,1}{1,1}~=B{r,s}{1,1}) &&
(B{r,s}{1,2}~=0)
      str7     = ['Wrong! check your inputs from the second excel file' ];
      disp(str7);
      disp(textdata(ind_tot(r)+1, 6));
      line_row = [ind_tot(r) s+6]
      return
      end
    end
end

for k=1:j
   pop_t       = data1(1,k);
   pop_s       = data1(2,k);
   pop_i       = data1(3,k);% as Pop_rec_AC
   tx_q_tax    = data1(165,k);
   Pop_PAP     = data1(4:42,k);
   Pop_AV      = data1(43:81,k);
   Perf_PAP    = data1(82:120,k);
   Perf_AV     = data1(121:159,k);
   Pop_rec_AC  = data1(160,k);
   Pop_rec_AL  = data1(161,k);
   tx_ref_tot  = data1(162,k);
   tx_ref_PAP  = data1(163,k);
   tx_ref_AV   = data1(164,k);
   COL_IND     = data1(166,k);
   CS_PAP_BIF  = data1(167,k);
   C_TRI_PAP   = data1(168,k);
   C_TRI_AV    = data1(169,k);
   c_don       = data1(170,k);

   if k<=U
      m=1;
      price   = data(m,4);
      mil     = data(1:39,7);
   elseif (k>U & k<=S)
      m=2;
```

```
    price   = data(m,4);
    mil     = data(1:39,8);
elseif (k>S & k<=R)
    m=3;
    price   = data(m,4);
    mil     = data(1:39,9);
end

ind_1tot    =[4 7 13 19 29 32 38 43 46 52 58 68 71 77 82 85 91 97 107 110 116 121 124 130
136 146 149 155];
ind_1ntot   ={5:6, 8:12, 14:17, 20:28, 30:31, 33:37, 39:40, 44:45, 47:51, 53:56, 59:67, 69:70,
72:76, 78:79, 83:84, 86:90, 92:95, 98:106, 108:109, 110:115, 117:118, 122:123,...
    125:129, 131:134, 137:145, 146:148, 150:154, 156:157};

for t=1:length(ind_1tot)
    A{t,k}{1,1}=data1(ind_1tot(t),k);
    A{t,k}{1,2}=sum(data1(ind_1ntot{t}, k));
    while (A{t,k}{1,1}~=0) && (A{t,k}{1,2}~=0)
    str6  = ['Wrong! check your inputs from the first excel file' ];
    disp(str6);
    disp(textdata1(ind_1tot(t)+1 ,1));
    line_row =[ind_1tot(t) k]
    return
    end
end



ind_emb_j =[4 5 6 7 9 16 18 20 21 23 26 27 29 30 32];
ind_emb=[4 5 7 9 16 18 20 21 23 26 27 29 30 32];
ind_non=[1 2 3 8 10:15 17 19 22 24 25 28 31 33:39];
ind_met_al=[29 30];
ind_met_ac=[29 32];
ind_p_pl_al=[4 5 7 9 16 18 20 21 23 29 32];

prod        = mil*price*pop_t/1000; %Qp

val_m_PAP   = (Perf_PAP .* Pop_PAP / 1000);
val_m_AV    = (Perf_AV .* Pop_AV / 1000);
Pop_tri     = Pop_PAP + Pop_AV; % PopTrieuse Habitant
val_m_tri   = val_m_PAP  + val_m_AV;

if pop_s ==0
  pop_i_s=0;
else
  pop_i_s  = pop_i ./ pop_s;
end

% Material Value
if mode == 1
    val_m   = val_m_tri;
else
```

```
    val_m   = val_m_tri + (pop_i_s) .* gis.* ...
            (prod - val_m_tri);
    val_m([5 6 7 9 16 18 20 21 23]) = val_m_tri([5 6 7 9 16 18 20 21 23]);
  end


  col_select  = sum(val_m_tri(ind_emb_j))/(1- tx_ref_tot);


  % Total outputs pour TRI
  % refus tri
  refus_tot    = col_select *tx_ref_tot;
  if tx_ref_AV ==0
    repart_PAP =1;
  else
    if tx_ref_PAP/tx_ref_AV ==1
      repart_PAP = sum(val_m_PAP(ind_emb_j))/(sum(val_m_PAP(ind_emb_j))+
sum(val_m_AV(ind_emb_j)));
    else
     t  =(1-(tx_ref_PAP/tx_ref_AV)
+((tx_ref_PAP/tx_ref_AV)*sum(val_m_PAP(ind_emb_j))+...
      sum(val_m_AV(ind_emb_j)))/ refus_tot)^2-(4*((tx_ref_PAP/tx_ref_AV)-1)...
      *(-(tx_ref_PAP/tx_ref_AV)*sum(val_m_PAP(ind_emb_j))/ refus_tot));

      repart_PAP = (-(1-
(tx_ref_PAP/tx_ref_AV)+((tx_ref_PAP/tx_ref_AV)*sum(val_m_PAP(ind_emb_j))...
      + sum(val_m_AV(ind_emb_j)))/ refus_tot)+ sqrt(t))/(2*((tx_ref_PAP/tx_ref_AV)-1));
    end
  end

  repart_AV = 1-repart_PAP;

  refus_PAP = col_select*repart_PAP*tx_ref_tot;
  refus_AV  = col_select*repart_AV*tx_ref_tot;


  % Total Dechets Pour INCINERATION
  % Reste Incineration pour Q_traitees
  reste     = (pop_i_s)*(sum(prod(ind_non))...
            -(refus_tot));
  reste_pci = (sum(mil(ind_non) .* (Pci(ind_non)/3.6*1000)))*reste;

  % refus centre de tri
  if mode == 1
    refus_tri  = refus_tot*pop_i_s;
  else
    refus_tri  = 0;
  end
  refus_tri_pci = (sum(mil(ind_non) .* (Pci(ind_non)/3.6*1000)))* refus_tri;

  % INPUTS Q traitees (t/an)OR Q incinerıs
  q_inp          = (pop_i_s)*(prod - val_m_tri);
```

```
    % Total deshets pour Q traitees OR Q incinerıs
    q_inp_tot   = sum(q_inp(ind_emb_j))+ reste + refus_tri;

    % PCI Incineration
    pci_inc       = q_inp .* (Pci/ 3.6*1000);
    pci_inc_tot   = sum(pci_inc(ind_emb_j))+ reste_pci + refus_tri_pci;

    % MACHEFERS
    if mode == 1
      mach      = q_inp_tot * machef/1000;
    else
      mach      = 0;
    end

% Tx de captation pour metal
    if q_inp_tot ==0
       tx_capt_met = 0;
    else
       if q_inp(29)/q_inp_tot==In_inc(1)
          tx_capt_met = Out_inc(1)*Comp_rec(1);
       else
          tx_capt_met = Out_inc(1)*((q_inp(29)/...
                    q_inp_tot)/In_inc(1))*Comp_rec(1);
       end
    end

    % METAL  AUX MACHEFERS
    if mode == 1
      metal_mach = mach*tx_capt_met;
    else
      metal_mach = 0;
    end


    %MATERIAUX RECUPERES APRES INCINERATION
    % Tx de captation pour acier
    if q_inp_tot==0
      tx_capt_ac = 0;
    else
       if q_inp(30)/q_inp_tot==In_inc(2)
          tx_capt_ac = Out_inc(2)*Comp_rec(2);
       else
          tx_capt_ac = Out_inc(2)*((q_inp(30)/q_inp_tot)/In_inc(2))*Comp_rec(2);
       end
    end

    % ACIER REC. AUX MACHEFERS
    if mode == 1
      acier_mach = mach*tx_capt_ac;
    else
      acier_mach = 0;
```

```
end

% Tx de captation pour aluminium
if q_inp_tot ==0
   tx_capt_al = 0;
else
   if q_inp(32)/q_inp_tot==In_inc(3)
      tx_capt_al = Out_inc(3)*Comp_rec(3);
   else
      tx_capt_al = Out_inc(3)*((q_inp(32)/...
               q_inp_tot)/In_inc(3))*Comp_rec(3);
   end
end


% ALUMINIUM REC. AUX MACHEFERS
if mode == 1
  alum_mach = mach*tx_capt_al* Pop_rec_AL/Pop_rec_AC;
else
  alum_mach = 0;
end


% Refiom
if mode == 1
  refiom  = q_inp_tot * ref/1000;
else
  refiom  = 0;
end

val_m_emb   = sum(val_m(ind_emb))+ acier_mach +alum_mach + metal_mach;
val_m_emb_j = sum(val_m(ind_emb_j))+ acier_mach +alum_mach +metal_mach;
tx_val_m    = val_m ./ prod;
tx_val_m([29 30 32]) = (val_m([29 30 32]) + [metal_mach acier_mach alum_mach]') ./
prod([29 30 32]);
tx_val_m(isnan(tx_val_m))= 0;


% COLLECTE
% TAUX de Rıpartition entre CS et CI, dec_coll_CS/dec_coll
if sum(prod)==0;
  taux_CS      = 0;
else
  taux_CS      = col_select/sum(prod);
end


if sum(val_m_tri(ind_emb_j))+refus_PAP+ refus_AV ==0
  tx_cs_PAP = 0;
  tx_cs_AV  = 0;
else
tx_cs_PAP    = (sum(val_m_PAP(ind_emb_j))+refus_PAP)/...
```

```
            (sum(val_m_tri(ind_emb_j))+refus_PAP+ refus_AV)...
            *taux_CS;

tx_cs_AV     = (sum(val_m_AV(ind_emb_j))+refus_AV)/...
            (sum(val_m_tri(ind_emb_j))+refus_PAP+ refus_AV)...
            *taux_CS;
end

taux_CI      = 1 - taux_CS;

% COLLECTE SELECTIVE PAP
col_sel_PAP  = sum(prod) * tx_cs_PAP;

% COLLECTE SELECTIVE AV
col_sel_AV   = sum(prod) * tx_cs_AV;

% COLLECTE INDIFERRENCIEE
col_ind      = sum(prod) * taux_CI;
col_ind_in   = col_ind *(pop_i_s);

% Tranfert
trans        = col_ind * (pop_i_s);

ind_incin = [26 27  29 30 32];


% OUTPUTS URMC
% Q valorisees URMC
  q_val_URMC = q_inp .* gis;
  pertes     = q_inp_tot * PER;
  RDF        = q_inp_tot * RDF;
  compost    = q_inp_tot * COMP; %COMPOSTAGE
 if mode == 2
    refus_URMC = q_inp_tot - pertes - RDF - compost...
            - sum(q_val_URMC(ind_incin)) ;
else
    refus_URMC = 0;
end


% TX de COMPOSTAGE
if sum(prod)==0
    tx_comp  = 0;
else
    tx_comp  = compost/sum(prod);
end


% OUTPUTS INCINERATION
% CHALEUR
if mode==1
   cha_aut  = pci_inc_tot * Rd_f_CHA * V_THER_AUT;
```

```
  cha_vent = pci_inc_tot * Rd_f_CHA * V_THER_VEN;
else
  cha_aut  = 0;
  cha_vent = 0;
end


% ELECTRICITE AUTOCONSOMMATION & VENTE

if mode==1
  elec_aut = pci_inc_tot * Rd_f_CHA * V_ELEC_AUT * V_ELEC_PROD;
  elec_vent = pci_inc_tot * Rd_f_CHA * V_ELEC_VEN * V_ELEC_PROD;
else
  elec_aut = 0;
  elec_vent = 0;
end


% Decharge
% CET_I
CET_I_tot   = refiom;

% CET_II
CET_II_tot  = col_ind - col_ind_in + refus_PAP +refus_AV...
            - refus_tri + mach - acier_mach - alum_mach - metal_mach...
            + refus_URMC;

dech_tot    = CET_I_tot + CET_II_tot;


% TRI - TX DE CAPTAGE (D_rec/D_pr)

tx_cap_PAP  = Perf_PAP ./(mil.* price);
tx_cap_AV   = Perf_AV ./(mil.* price);
tx_cap_PAP(isnan(tx_cap_PAP))= 0;
tx_cap_AV(isnan(tx_cap_AV))= 0;

% SOUTIEN A LA TONNE TRIEE
% €/t PAP
ind   = find(Perf_PAP<=Perf_PAP_BAS);
SOUT_PAP(ind) = Sout_PAP_BAS(ind);

cond1 = Perf_PAP_BAS<Perf_PAP;
cond2 = Perf_PAP<Perf_PAP_AUT;
ind   = find(cond1 & cond2);
SOUT_PAP(ind) = Sout_PAP_BAS(ind) + ((Sout_PAP_AUT(ind) - Sout_PAP_BAS(ind))...
          .*(Perf_PAP(ind) - Perf_PAP_BAS(ind)))./...
          (Perf_PAP_AUT(ind)-Perf_PAP_BAS(ind));

ind   = find(Perf_PAP>=Perf_PAP_AUT);
SOUT_PAP(ind) = Sout_PAP_AUT(ind);
```

```
% €/t AV
ind   = find(Perf_AV<=Perf_AV_BAS);
SOUT_AV(ind)  = Sout_AV_BAS(ind);

cond1 = Perf_AV_BAS<Perf_AV;
cond2 = Perf_AV<Perf_AV_AUT;
ind   = find(cond1 & cond2);
SOUT_AV(ind) = Sout_AV_BAS(ind) + ((Sout_AV_AUT(ind) - Sout_AV_BAS(ind))...
            .*(Perf_AV(ind) - Perf_AV_BAS(ind)))./...
            (Perf_AV_AUT(ind)-Perf_AV_BAS(ind));

ind   = find(Perf_AV>=Perf_AV_AUT);
SOUT_AV(ind) = Sout_AV_AUT(ind);


if mult_Q_s .*(pop_i_s).*val_m_tri...
       <=(pop_i_s)*(prod - val_m_tri);

    ve_sout = mult_Q_s .*(pop_i_s).* val_m_tri;
else
    ve_sout = (pop_i_s)*(prod- val_m_tri );
 end


if mult_Q_s(32) .*((pop_i_s).* ...
   val_m_tri(32)+ alum_mach)<= 0.25*...
   (pop_i_s)*prod(32);

    ve_sout(32) = mult_Q_s(32) .*(pop_i_s).* ...
   (val_m_tri(32)+ alum_mach);
else
    ve_sout(32) = 0.25*(pop_i_s)*prod(32);
end

% VE NON SOUTENUE t/an
ve_non_sout      = (pop_i_s)* (prod- val_m_tri)- ve_sout;

ve_non_sout(32) = 0.25*(pop_i_s)* prod(32)...
               - ve_sout(32);

% Energy Value
if mode == 1
    val_e    = ve_sout + ve_non_sout;
else
    val_e    = q_val_URMC;
    val_e(32) =0;
end

ind_pl_pap=[4 5 7 9 16 18 20 21 23];
if mode == 1
    val_e(6) = q_inp(6);
```

```
else
   if RDF-sum(q_val_URMC(ind_pl_pap))<q_inp(6);
      val_e(6) = RDF- sum(q_val_URMC(ind_pl_pap));
   else
      val_e(6) = q_inp(6);
   end
end

ind_souten=[4 5 7 9 16 18 20 21 23 32];
if mode==1
   tx_val_e       = sum(val_e(ind_souten)) ./ sum(prod(ind_emb));
else
   tx_val_e       = [sum(val_e(ind_souten)) val_e(6)] ./ [sum(prod(ind_emb)) prod(6)];
end

tx_val_e(isnan(tx_val_e))=0;


% TAUX DE VALORISATION
if mode==1
  taux_val  = tx_comp+(sum(val_e(ind_souten))...
         ./ sum(prod(ind_emb))) + (sum(val_m(ind_emb))...
         +acier_mach+alum_mach+metal_mach) ./ sum(prod(ind_emb));
else
  taux_val  = tx_comp+(sum(val_e(ind_p_pl_al))+val_e(6))...
         ./ sum(prod) + (sum(val_m(ind_emb_j))...
         +acier_mach+alum_mach+metal_mach) ./ sum(prod);
end


%ANNEXE
% COUTS NORMALISES PAR RAPPORT A UNE REFERENCE
% COEF. CORRECTEUR

Coef_cor= sum(dens(26:27))./dens;
Coef_cor(isinf(Coef_cor))=0;

Coef_c         = C_REF*mult_c* Coef_cor ;
if Pci(26)==0
  Coef_c(27)   = C_REF;
else
  Coef_c(26)  = C_REF;
end

refus_tri_c     = C_REF*mult_c* (sum(dens(26:27))./refus_du_tri);

% COMPOSITION PAR TONNE DES DECHETS COLLECTES EN  CS AV

% for typeI
type    = val_m_AV(ind_emb_j)/(sum(val_m_AV(ind_emb_j))+refus_AV);
type_ref= refus_AV/(sum(val_m_AV(ind_emb_j))+refus_AV);
type_ref(isnan(type_ref))=0;
```

```
type(isnan(type))=0;
c_cal   = sum(Coef_c(ind_emb_j).*type)+ type_ref*refus_tri_c;


% COUTS
if c_don==0
  CS_AV_BIF = c_cal;
else
  CS_AV_BIF = c_don;
end

% COLLECTE
if mode==2
   c_col_sel_PAP = col_sel_PAP * couts(3);
   c_col_sel_AV  = col_sel_AV * couts(4);
   c_col_ind     = col_ind * couts(2)* (pop_i_s)...
                 +(col_ind - col_ind *(pop_i_s))...
                 *couts(1);
   c_trans       = trans * couts(6);
   c_trait       = q_inp_tot * couts(7);
   tri_Q_col_PAP = col_sel_PAP * couts(5);
   tri_Q_col_AV  = 0;
else
  c_col_sel_PAP  = col_sel_PAP * CS_PAP_BIF;
  c_col_sel_AV   = col_sel_AV * CS_AV_BIF;
  c_col_ind      = col_ind * COL_IND;

  tri_Q_col_PAP  = col_sel_PAP * C_TRI_PAP;
  tri_Q_col_AV   = col_sel_AV * C_TRI_AV;
  c_trait        = q_inp_tot * couts(8);
end
c_col_tot        = c_col_sel_PAP +c_col_sel_AV + c_col_ind;

% DEFERALLAGE
c_defer     = mach * couts(9);

% couts incineration
c_incin_tot = c_trait + c_defer;

% Decharge
c_CET_I     = CET_I_tot * couts(10);
if mode == 1
  c_CET_II = CET_II_tot * couts(11);
else
  c_CET_II = CET_II_tot * couts(12);
end

if mode == 1
 taxe      = dech_tot * tgap;
else
 taxe      = tx_q_tax * dech_tot * tgap;
end
```

```
 c_dech_tot  = c_CET_I + c_CET_II + taxe;

 % COUT BRUT TOTAL (€) [C_T_BRUT]
 if mode == 1
   c_brut_tot  = c_col_tot + tri_Q_col_PAP + tri_Q_col_AV...
              + c_trait + c_defer + c_dech_tot;
 else
   c_brut_tot  = c_col_tot + c_trans + tri_Q_col_PAP...
              + c_trait + c_defer + c_dech_tot;
 end


 % Soutien Tri AUX TONNES TRIEES
 sout_tri      = val_m_PAP .* SOUT_PAP'...
             + val_m_AV .* SOUT_AV';

 % Soutien Incineration
 % soutien ACIER EXTRAIT DES MACHEFERS
 % ALUMINIUM EXTRAIT DES MACHEFERS
 sout_inc   = [acier_mach alum_mach metal_mach]' .* Sout_ac_al;

 % SOUTIEN FINANCIER A LA COMMUNICATION
 a   =  sort(Pop_tri(ind_emb), 'descend');
 sout_comun = a(3)*sout_com ;


 % SOUTIEN A LA TONNE INCINEREE
 % CONDITIONS D'ACCES
 b = (val_m_tri*1000)./Pop_tri;
 b(isnan(b))=0;
    if all((b) >= sout_in);
       cond = 1;
    else
       cond = 0;
    end

if mode==1
 if cond ==0
    soutien  = 0;
 else
    if val_m_emb/sum(prod(ind_emb))<tvm_bas;
      soutien = 0;
    else
       if val_m_emb/sum(prod(ind_emb))==tvm_bas
         soutien = 0;
       else
          if val_m_emb/sum(prod(ind_emb))<= tvm_aut
            soutien = sout_bas+ (sout_aut-sout_bas)...
                    *((val_m_emb/sum(prod(ind_emb)))-tvm_bas)/(tvm_aut - tvm_bas);
          else
             soutien = sout_aut;
```

```
            end
          end
        end
      end
    else
      if cond ==0
        soutien  = 0;
      else
        if val_m_emb_j/sum(prod)<tvm_bas;
          soutien = 0;
        else
          if val_m_emb_j/sum(prod)==tvm_bas
            soutien = 0;
          else
            if val_m_emb_j/sum(prod)<= tvm_aut
              soutien = sout_bas+ (sout_aut-sout_bas)...
                      *((val_m_emb_j/sum(prod))-tvm_bas)/(tvm_aut - tvm_bas);
            else
              soutien = sout_aut;
            end
          end
        end
      end
    end

    % SOUTIEN A LA VALORISATION ENERGETIQUE
    % AUX TONNES INCINEREES (€)
    sout_ener = ve_sout * soutien;

    % SOUTIEN CONSORTIUM(€)
    sout_cons    = sum(sout_ener) + sout_comun +...
                   sum(sout_inc)+ sum(sout_tri);

    % RECETTES
    rec_tri      = val_m_tri .* Prix_REP;

    if mode==2
      rec_tri(6)=  val_m_tri(6) * Prix_REP(5);
    else
      rec_tri(6)=0;
    end

    % Recettes ACIER EXTRAIT DES MACHEFERS
    % ALUMINIUM EXTRAIT DES MACHEFERS
    if mode == 1
      rec_in_ac = acier_mach*Prix_REP_ac_al(1);
      rec_in_al = alum_mach*Prix_REP_ac_al(2);
      rec_in_met= metal_mach*Prix_REP_ac_al(3);
    else
      rec_in_ac = q_val_URMC(30)*Prix_REP(30);
      rec_in_al = q_val_URMC(32)*Prix_REP(32);
      rec_in_met= q_val_URMC(29)*Prix_REP(29);
```

```
end


% RECETEES ENERGIE

% CHALEUR & ELECTRICITE
rec_cha      = (cha_aut + cha_vent)* Prix_VENT(2);
rec_elec     = (elec_aut + elec_vent)* Prix_VENT(1);

if mode==2
  rec_RDF   = RDF*Prix_VENT(3);
  rec_verre = sum(q_val_URMC(26:27))*sum(Prix_REP(26:27));
  rec_comp = compost*Prix_VENT(4);
else
  rec_RDF   = 0;
  rec_verre = 0;
  rec_comp = 0;
end


% RECETEES TOTAL(€)
rec_tot     = sum(rec_tri) + rec_in_ac +...
              rec_in_al + rec_cha + rec_elec+...
              rec_RDF + rec_verre + rec_comp;

% COUT NET TOTAL (€)
 c_net_tot  = c_brut_tot - sout_cons - rec_tot;

% COUT TOTAL BRUT €/Habitant
% SOUTIENS €/Habitant
% RECETTES DE VENTE €/Habitant
% COUT TOTAL NET €/Habitant
c_hab  = [c_brut_tot/pop_t sout_cons/pop_t...
        rec_tot/pop_t c_net_tot/pop_t];
c_hab(isnan(c_hab))=0;

% COUT TOTAL BRUT €/Tonne
% SOUTIENS €/Tonne
% RECETTES DE VENTE €/Tonne
% COUT TOTAL NET €/Tonne
c_ton  = [c_brut_tot/sum(prod)...
        sout_cons/sum(prod)...
        rec_tot/sum(prod)...
        c_net_tot/sum(prod)];
c_ton(isnan(c_ton))=0;

%SANS CS
% Qincinrıs par les collectivitıs types
% Qtraitıes par les collectivitıs types

Q(1,k)  = col_ind_in + refus_tri;
```

```
   wcs{1,1} = ['Πληθυσμός'];
   wcs{2,1} = ['Παραγωγή υλικών συσκευασίας'];
   wcs{3,1} = ['Παραγωγή έντυπου χαρτιού'];
   wcs{4,1} = ['Συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων'];
   wcs{5,1} = ['Ανάκτηση υλικών συσκευασίας'];
   wcs{6,1} = ['Ανάκτηση έντυπου χαρτιού'];
   wcs{7,1} = ['Ποσοστό ανάκτησης υλικών συσκευασίας'];
   wcs{8,1} = ['Ποσοστό ανάκτησης έντυπου χαρτιού'];

   wcs{1,k+1} = sum(pop_t);
   wcs{2,k+1} = sum(prod(ind_emb));
   wcs{3,k+1} = prod(6);
   wcs{4,k+1} = sum(prod);
   wcs{5,k+1} = sum(val_m(ind_emb))+ alum_mach +acier_mach ;
   wcs{6,k+1} = val_m(6);
   wcs{7,k+1} =sum(val_m(ind_emb))/sum(prod(ind_emb));
   wcs{8,k+1} =tx_val_m(6);
%  wcs{9,k+1} = tx_val_m*100;

%    w{6,k} = sum(ve_sout(ind_p_pl_al)+ve_non_sout(ind_p_pl_al));
%    w{7,k} = sum(val_e(ind_p_pl_al))+val_e(6);
%    w{8,k} = tx_val_e*100;
%    w{9,k} = compost;
%    w{10,k}= tx_comp;
%    w{11,k}= taux_val*100;
%    w{12,k}= c_brut_tot;
%    w{13,k}= sum(sout_tri)+sum(sout_inc);
%    w{14,k}= sout_comun;
%    w{15,k}= sout_cons;
%    w{16,k}= rec_tot;
%    w{17,k}= c_net_tot;
%    w{18,k}= c_hab;
%    w{19,k}= c_ton;
%
%    w{1,k} = prod;
%    w{2,k} = sum(prod(ind_emb));
%    w{3,k} = sum(prod);
%    w{4,k} = val_m;
%    w{5,k} = [acier_mach alum_mach];
%    w{6,k} = sum(val_m(ind_emb));
%    w{7,k} = sum(val_m);
%    w{8,k} = tx_val_m*100;
%    w{9,k} = val_e ;
%    w{10,k}= sum(val_e);
%    w{11,k}= tx_val_e*100;
%    w{12,k} = compost;
%    w{13,k} = tx_comp;
%    w{14,k} = taux_val*100;
%    w{15,k} = c_brut_tot;
%    w{16,k}= sout_tri;
%    w{17,k}= sout_inc;
```

```
%     w{18,k}= sout_ener;
%     w{19,k}= sout_comun;
%     w{20,k}= sout_cons;
%     w{21,k}= rec_tri;
%     w{22,k}= rec_in_al;
%     w{23,k}= rec_in_ac;
%     w{24,k}= rec_cha ;
%     w{25,k}= rec_elec;
%     w{26,k}= rec_RDF;
%     w{27,k}= rec_verre;
%     w{28,k}= rec_comp;
%     w{29,k}= rec_tot;
%     w{30,k}= c_net_tot;
%     w{31,k}= c_hab;
%     w{32,k}= c_ton;
end



% Qincinırıs par les collectivitıs types
% OR Qtraitıes par les collectivitıs types
Q_in_types   = sum(Q);
% if Q_in_types =='NaN'
%    Q_in_types = 0;
% end

if mode==1
   Q_in_tot = ton_inc;
else
   Q_in_tot = Q_in_types;
end
Q_in_CS  = Q_in_tot-Q_in_types;

col_ind_CS   = sum(prod_CS);

if  Q_in_CS/col_ind_CS<=1
   Q_in_Q_col = Q_in_CS/col_ind_CS;
else
   Q_in_Q_col = 1;
end

% Composition moyenne t/an
comp_moy     = prod_CS/sum(prod_CS);

% INPUTS Q incinerıs OR Q traitıes
q_inp_CS     = prod_CS*Q_in_Q_col;
reste_CS     = sum(prod_CS(ind_non))*Q_in_Q_col;
q_inp_tot_CS = sum(q_inp_CS(ind_emb_j)) +reste_CS;

% INPUTS PCI Incineration
pci_inp_CS    = q_inp_CS .* (Pci/3.6*1000);
reste_pci_CS  = (sum(comp_moy(ind_non) .* (Pci(ind_non)/3.6*1000)))*reste_CS;
```

```
pci_inp_tot_CS = sum(pci_inp_CS(ind_emb_j))+ reste_pci_CS ;

% OUTPUTS INCINERATION sans CS
% CHALEUR
cha_aut_CS   = pci_inp_tot_CS * Rd_f_CHA * V_THER_AUT;
cha_vent_CS  = pci_inp_tot_CS * Rd_f_CHA * V_THER_VEN;

% ELECTRICITE sans CS
elec_aut_CS  = pci_inp_tot_CS * Rd_f_CHA * V_ELEC_AUT * V_ELEC_PROD;
elec_vent_CS = pci_inp_tot_CS * Rd_f_CHA * V_ELEC_VEN * V_ELEC_PROD;

% MACHEFERS
mach_CS      = q_inp_tot_CS * machef/1000;

% Tx de captation pour metal
   if q_inp_tot ==0
      tx_capt_met_CS = 0;
   else
      if q_inp(29)/q_inp_tot==In_inc(1)
         tx_capt_met_CS = Out_inc(1)*Comp_rec(1);
      else
         tx_capt_met_CS = Out_inc(1)*((q_inp(29)/...
                  q_inp_tot)/In_inc(1))*Comp_rec(1);
      end
   end

   % METAL  AUX MACHEFERS
   if mode == 1
     metal_mach_CS = mach*tx_capt_met_CS;
   else
     metal_mach_CS = 0;
   end

%MATERIAUX RECUPERES APRES INCINERATION
% Tx de captation pour acier
if q_inp_tot_CS==0;
  tx_capt_ac_CS = 0;
else
   if q_inp_CS(30)/q_inp_tot_CS==In_inc(2)
      tx_capt_ac_CS = Out_inc(2)*Comp_rec(2);
   else
      tx_capt_ac_CS = Out_inc(2)*((q_inp_CS(30)...
                /q_inp_tot_CS)/In_inc(2))*Comp_rec(2);
   end
end

% ACIER REC. AUX MACHEFERS
if MET_CS == 1
  mach_AC  = mach_CS*tx_capt_ac_CS;
else
  mach_AC  = 0;
```

```
end

% Tx de captation pour aluminium
if q_inp_tot_CS ==0
   tx_capt_al_CS = 0;
else
   if q_inp_CS(32)/q_inp_tot_CS==In_inc(3)
      tx_capt_al_CS = Out_inc(3)*Comp_rec(3);
   else
      tx_capt_al_CS = Out_inc(3)*((q_inp_CS(32)/...
               q_inp_tot_CS)/In_inc(3))*Comp_rec(3);
   end
end

% ALUMINIUM REC. AUX MACHEFERS
if MET_CS == 1
  mach_AL = mach_CS*tx_capt_al_CS;
else
  mach_AL = 0;
end

% Refiom
if mode == 1
  refiom_CS  = q_inp_tot_CS * ref/1000;
else
  refiom_CS  = 0;
end

% Decharge
% CET_I
CET_I_tot_CS  = refiom_CS;

% CET_II

col_ind_in_CS = col_ind_CS*Q_in_Q_col;

if col_ind_CS - col_ind_in_CS <=0
  col_ind_II =  0;
else
  col_ind_II = col_ind_CS-col_ind_in_CS;
end

if MET_CS == 0
  mach_II   = mach_CS;
else
  mach_II   = mach_CS - mach_AC -mach_AL - metal_mach_CS ;
end

CET_II_tot_CS = col_ind_II + mach_II;
dech_tot_CS   = CET_I_tot_CS + CET_II_tot_CS;

ind_ener=[4 5 7 9 16 18 20 21 22 29 32];
```

```
% Energy Value
if ENER_CS == 0
   val_e_CS  = 0;
else
   val_e_CS  = q_inp_CS;
end

if ENER_CS == 0
   val_e_CS (32) = 0;
else
   val_e_CS(32) = q_inp_CS(32)*0.25;
end

if sum(prod(ind_ener))==0;
   tx_val_e_CS=0;
else
   tx_val_e_CS= sum(val_e_CS(ind_ener)) ./sum(prod_CS(ind_emb));
end


%COUTS
if mode==1
    c_col_ind_U   = sum(prod_CS_U)*COL_IND_CS(U);
    c_col_ind_S   = sum(prod_CS_S)*COL_IND_CS(S);
    c_col_ind_R   = sum(prod_CS_R)*COL_IND_CS(R);
else
    c_col_ind_U   = sum(prod_CS_U)*couts(1);
    c_col_ind_S   = sum(prod_CS_S)*couts(1);
    c_col_ind_R   = sum(prod_CS_R)*couts(1);
end

c_col_ind_CS  = c_col_ind_U +c_col_ind_S +c_col_ind_R;

c_inc_CS      = q_inp_tot_CS*couts(8);

if MET_CS == 1
   c_defer_CS = mach_CS *couts(9);
else
   c_defer_CS = 0;
end

% Decharge
c_CET_I_CS    = CET_I_tot_CS * couts(10);

if mode == 1
   taxe_CS    = dech_tot_CS * tgap;
   c_CET_II_CS   = CET_II_tot_CS * couts(11);
else
   taxe_CS    = dech_tot_CS * tgap * 0.1432;
   c_CET_II_CS   = CET_II_tot_CS * couts(12);
end
```

```
c_dech_tot_CS = c_CET_I_CS + c_CET_II_CS + taxe_CS;

% COUT BRUT TOTAL (€) [C_T_BRUT]
c_brut_tot_CS = c_col_ind_CS + c_inc_CS + c_defer_CS...
        + c_dech_tot_CS;


% Recettes ACIER EXTRAIT DES MACHEFERS
% ALUMINIUM EXTRAIT DES MACHEFERS
if MET_CS == 1
  rec_met_CS = metal_mach_CS*Prix_REP_ac_al(3);
else
  rec_met_CS = 0;
end

if MET_CS == 1
  rec_ac_CS = mach_AC*Prix_REP_ac_al(1);
else
  rec_ac_CS = 0;
end

if mode == 1
  rec_al_CS = mach_AL*Prix_REP_ac_al(2);
else
  rec_al_CS = 0;
end

% RECETEES ENERGIE
% CHALEUR & ELECTRICITE
rec_cha_CS    = (cha_aut_CS + cha_vent_CS)* Prix_VENT(2);
rec_elec_CS   = (elec_aut_CS + elec_vent_CS)* Prix_VENT(1);

% RECETEES TOTAL(€)
rec_tot_CS    =  rec_ac_CS + rec_al_CS + rec_cha_CS + rec_elec_CS;

% COUT NET TOTAL (€)
c_net_tot_CS  = c_brut_tot_CS  - rec_tot_CS;

% COUT TOTAL BRUT €/Habitant
% COUT TOTAL NET €/Habitant
c_hab_CS  = [c_brut_tot_CS/(Pop_CS_U + Pop_CS_S + Pop_CS_R)...
         c_net_tot_CS/(Pop_CS_U + Pop_CS_S + Pop_CS_R)];

% COUT TOTAL BRUT €/Tonne
% COUT TOTAL NET €/Tonne
c_ton_CS  = [c_brut_tot_CS/sum(prod_CS)...
       c_net_tot_CS/sum(prod_CS)];

wsans_cs{1,1}  = ['Πληθυσμός'];
wsans_cs{2,1}  = ['Παραγωγή υλικών συσκευασίας'];
wsans_cs{3,1}  = ['Παραγωγή έντυπου υλικού'];
```

```
wsans_cs{4,1}  = ['Συνολική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων'];

wsans_cs{1,2}  = Pop_CS_U;
wsans_cs{2,2}  = sum(prod_CS(ind_emb)) ;
wsans_cs{3,2}  =prod_CS(6);
wsans_cs{4,2}  = sum(prod_CS);
```