

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το θέμα της διαχείρισης των απορριμμάτων παρουσιάζει την ιδιομορφία ότι αποτελεί έναν ολοένα αυξανόμενο παράγοντα προβληματισμού στην ελληνική πραγματικότητα, αν και έχει εν πολλοίς επιλυθεί στις περισσότερες χώρες του αναπτυγμένου κόσμου. Κατά συνέπεια οι ελληνικοί αρμόδιοι φορείς, αλλά και οι πολίτες συνολικά, οφείλουν να αναλάβουν άμεση δράση προς την άρση της δυσμενούς αυτής κατάστασης, η οποία εκτός από οικολογικό – περιβαλλοντικό πρόβλημα, συνιστά παράγοντα υποβάθμισης της ποιότητας ζωής όλων μας.

Προς αυτή την κατεύθυνση η παρούσα εργασία ασχολείται με το θέμα της διαχείρισης των απορριμμάτων σε επίπεδο νομού, μελετώντας την περίπτωση του Νομού Ξάνθης, με τρόπο όμως που θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε κάθε διαχειριστική ενότητα είτε μεγαλύτερης είτε μικρότερης κλίμακας. Εφαρμόζοντας τις αρχές της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής αξιολογούνται από περιβαλλοντικής, οικονομικής και κοινωνικής σκοπιάς, η υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης των απορριμμάτων, αλλά και τρία ενδεχόμενα, εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης.

Θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω τον κύριο Χριστοφή Κορωναίο ο οποίος, αρχικά μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον και επίκαιρο θέμα, αλλά και με καθοδήγησε σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας και να έρθω σε επαφή με ένα νέο γνωστικό αντικείμενο όπως ήταν η Ανάλυση Κύκλου Ζωής.

Επίσης, πρέπει να γίνει ιδιαίτερη μνεία στον Καθηγητή κύριο Δημήτρη Ρόκο και στο πρόσωπό του όλους τους διδάσκοντες και το διοικητικό προσωπικό του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ. Πολυτεχνείου “Περιβάλλον και Ανάπτυξη”, οι οποίοι με το διδακτικό και παιδαγωγικό τους έργο, συνέβαλαν τα μέγιστα για την συμπλήρωση της επιστημονικής μου κατάρτισης, πέραν των προπτυχιακών σπουδών, αλλά και έδωσαν ερεθίσματα που άπτονται της προσωπικής – κοινωνικής και πολιτικής – στάσης και αποτέλεσαν αφορμή για βαθύτερη αναζήτηση.

Κλείνοντας νιώθω ότι οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ σε καθέναν ξεχωριστά από τους συμφοιτητές μου στο πρόγραμμα του Δ.Π.Μ.Σ. “Περιβάλλον και Ανάπτυξη” καθώς, το μεγαλύτερο κέρδος από την παρακολούθηση του προγράμματος αυτού, ήταν ότι απέκτησα τόσο πολλούς, καλούς φίλους.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	2
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	4
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	4
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
SUMMARY.....	9
ΣΥΝΟΨΗ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	22
Το πρόβλημα της διαχείρισης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων.....	22
1.1 Εισαγωγή στο πρόβλημα της διαχείρισης των αστικών στερεών απορριμμάτων - Ορισμοί.....	23
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	25
1.3 Κοινωνικές προεκτάσεις των απορριμμάτων.....	25
1.3.1 Αρχή της πρόληψης ή και μείωσης των παραγόμενων αποβλήτων.....	27
1.4 Η ελληνική πρακτική.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	32
Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής.....	32
2.1 Τι είναι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής.....	33
2.2 Η Μεθοδολογία της ΑΚΖ.....	35
2.2.1 Σκοπός και Πλαίσιο της ΑΚΖ.....	37
2.2.2 Λειτουργική Μονάδα.....	37
2.2.3 Όρια του Συστήματος.....	38
2.2.4 Ποιότητα δεδομένων.....	38
2.2.5 Συλλογή Δεδομένων: Καταγραφή Κύκλου Ζωής.....	38
2.3 ΑΚΖ και διαχείριση απορριμμάτων.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	41
Υφιστάμενη Κατάσταση Διαχείρισης Απορριμμάτων Στο Νομό Ξάνθης.....	41
3.1 Περιγραφή Νομού Ξάνθης.....	42
3.2 Πληθυσμός – δείκτες ενημερίας.....	44
3.3 Διαχείριση ΑΣΑ στο Νομό Ξάνθης – υφιστάμενη κατάσταση.....	45
3.3.1 Ποσότητες απορριμμάτων.....	46
3.3.2 Ποιοτική σύσταση ΑΣΑ Νομού Ξάνθης.....	48
3.4 Διοικητικές προτεραιότητες στη διαχείριση ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	53
Διαμόρφωση Εναλλακτικών Σεναρίων Διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης.....	53
4.1 Σενάρια διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης.....	54
4.2 Εργαλείο αξιολόγησης των σεναρίων.....	54
4.2.1 Στόχος και όρια της ΑΚΖ διαχείρισης ΑΣΑ βάσει του LCA-IWM μοντέλου.....	55
4.2.2 Σκοπός της ΑΚΖ διαχείρισης ΑΣΑ βάσει του μοντέλου LCA-IWM.....	56
4.2.3 Λειτουργική μονάδα της ΑΚΖ διαχείρισης ΑΣΑ βάσει του LCA-IWM μοντέλου.....	57
4.2.4 Επιλογή δεικτών αξιολόγησης σεναρίων.....	57
4.3 Πρόγνωση της σύστασης των ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης.....	59

4.4 Μηδενικό σενάριο: Η υφιστάμενη διαχείριση απορριμμάτων στο Νομό Ξάνθης.....	61
4.5 Σενάριο 1: Εκτεταμένη καύση των ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης.....	62
4.6 Σενάριο 2: Διαλογή στην πηγή ανακυκλώσιμων υλικών.....	65
4.7 Σενάριο 3: Διαλογή στην πηγή ανακυκλώσιμων και ζυμώσιμων υλικών.....	66
4.8 Σύγκριση σεναρίων.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	68
Μηδενικό Σενάριο: Υγειονομική Ταφή ΑΣΑ.....	68
5.1 Η υφιστάμενη διαχείριση απορριμμάτων στο Νομό Ξάνθης -Διάγραμμα ροής.....	69
5.2 Εφαρμογή αξιολόγησης.....	69
5.3 Αξιολόγηση μηδενικού σεναρίου.....	73
5.3.1 Περιβαλλοντική αξιολόγηση.....	73
5.3.2 Οικονομική αξιολόγηση.....	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	81
Σενάριο 1: Εκτεταμένη εφαρμογή της καύσης των ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης.....	81
6.1 Διάγραμμα ροής υποσυστημάτων καύσης ΑΣΑ στο Νομό Ξάνθης.....	82
6.2 Εφαρμογή αξιολόγησης.....	83
6.3 Αξιολόγηση πρώτου σεναρίου - Αποτέφρωση ΑΣΑ.....	85
6.3.1 Περιβαλλοντική αξιολόγηση.....	86
6.3.2 Οικονομική αξιολόγηση.....	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	93
Σενάριο 2: Διαλογή στην πηγή ανακυκλώσιμων υλικών.....	93
7.1 Διάγραμμα ροής υποσυστημάτων διαλογής στην πηγή των ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης.....	94
7.2 Εφαρμογή αξιολόγησης.....	95
7.2.1 Υποσύστημα προσωρινής αποθήκευσης.....	95
7.2.2 Υποσύστημα συλλογής και μεταφοράς.....	96
7.2.3 Υποσύστημα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών – ΚΔΑΥ.....	97
7.2.4.Υποσύστημα υγειονομικής ταφής.....	99
7.3 Αξιολόγηση δεύτερου σεναρίου (διαλογή ανακυκλώσιμων).....	100
7.3.1 Περιβαλλοντική αξιολόγηση.....	101
7.3.2 Οικονομική αξιολόγηση.....	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....	109
Σενάριο 3: Διαλογή στην πηγή ανακυκλώσιμων και ζυμώσιμων υλικών.....	109
8.1 Διάγραμμα ροής της διαλογής στην πηγή δύο ρευμάτων ΑΣΑ στο Νομό Ξάνθης.....	110
8.2 Εφαρμογή μοντέλου αξιολόγησης.....	111
8.2.1 Υποσύστημα προσωρινής αποθήκευσης.....	111
8.2.2 Υποσύστημα συλλογής και μεταφοράς.....	112
8.2.3 Υποσύστημα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών – ΚΔΑΥ.....	113
8.2.4 Υποσύστημα αναερόβιας επεξεργασίας ζυμώσιμου κλάσματος.....	113
8.2.5 Υποσύστημα υγειονομικής ταφής.....	114
8.3 Αξιολόγηση τρίτου σεναρίου (διαλογή ανακυκλώσιμων και ζυμώσιμων).....	116
8.3.1 Περιβαλλοντική αξιολόγηση.....	117
8.3.2 Οικονομική αξιολόγηση.....	122
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9.....	125
Σύγκριση σεναρίων – Συμπεράσματα	125
9.1 Σύγκριση σεναρίων	126
9.1.1 Σύγκριση περιβαλλοντικών δεικτών.....	126
9.1.2 Σύγκριση οικονομικών δεικτών.....	129
9.1.3 Σύγκριση κοινωνικών δεικτών.....	130
9.1.4 Συνολική αξιολόγηση σεναρίων – συμπεράσματα	133
9.2 Συνολική κριτική για το μοντέλο αξιολόγησης LCA IWM.....	135

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....136

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ετήσια παραγωγή ΑΣΑ στο Νομό Ξάνθης.....14

Πίνακας 2: Περιγραφή σεναρίων προς αξιολόγηση.....17

Πίνακας 3: Χαρακτηρισμός, πηγές και περιεχόμενα υλικά των ΑΣΑ.....24

Πίνακας 4: Διοικητική διαίρεση - πληθυσμός Νομού Ξάνθης44

Πίνακας 5: Βασικά μεγέθη παραγωγής αποβλήτων Ν. Ξάνθης.....48

Πίνακας 6: Περιεχόμενα κλασμάτων ΑΣΑ Ν. Ξάνθης.....49

Πίνακας 7: Κατά βάρος σύσταση ΑΣΑ Ν. Ξάνθης51

Πίνακας 8: Ετήσια παραγωγή ΑΣΑ στο Νομό Ξάνθης.....51

Πίνακας 9: Δείκτες κοινωνικής αξιολόγησης59

Πίνακας 10: Πρόγνωση σύστασης – ποσοτήτων ΑΣΑ Νομού Ξάνθης.....61

Πίνακας 11: Ποσοστό των οικιακών απορριμμάτων που αποτεφρώνονται σε Ευρωπαϊκές χώρες κατά το 2007 62

Πίνακας 12: Σύνοψη παραμετροποίησης Μηδενικού Σεναρίου.....72

Πίνακας 13: Σύνοψη παραμετροποίησης Πρώτου Σεναρίου.....85

Πίνακας 14: Σύνοψη παραμετροποίησης Δεύτερου Σεναρίου.....100

Πίνακας 15: Σύνοψη παραμετροποίησης Τρίτου Σεναρίου.....115

Πίνακας 16: Περιβαλλοντική αξιολόγηση των υποσυστημάτων των σεναρίων.....129

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Ιεράρχηση επιλογών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.....27

Εικόνα 2: Πρακτικές διαχείρισης ΑΣΑ σε χώρες της ΕΕ.....30

Εικόνα 3: Θέση Νομού Ξάνθης42

Εικόνα 4: Νομός Ξάνθης.....43

Εικόνα 5: ΧΑΔΑ Εχίνου (2004).....46

Εικόνα 6: Σχηματική απόδοση εργασιών διαλογής.....50

Εικόνα 7: Όρια περιβαλλοντικής αξιολόγησης μοντέλου LCA-IWM56

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Ανάλυση κύκλου ζωής διαχείρισης ΑΣΑ	13
Σχήμα 2: Περιβαλλοντική αξιολόγηση των σεναρίων.....	18
Σχήμα. 3: Οικονομική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων.....	19
Σχήμα. 4: Κύκλος ζωής προϊόντος.....	33
Σχήμα. 5: Μεθοδολογία ΑΚΖ κατά SETAC	35
Σχήμα. 6: Μεθοδολογία ΑΚΖ	36
Σχήμα. 7: Επεξήγηση των αναγκών σε στοιχεία για το στάδιο της καταγραφής κατά την ΑΚΖ.....	39
Σχήμα. 8: Ανάλυση κύκλου ζωής διαχείρισης ΑΣΑ	40
Σχήμα 9: Μηδενικό σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης.....	62
Σχήμα 10: Πρώτο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης.....	64
Σχήμα 11: Δεύτερο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης	66
Σχήμα 12: Τρίτο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης	67
Σχήμα 13: Μηδενικό σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης.....	69
Σχήμα 14: Περιβαλλοντική αξιολόγηση του μηδενικού σεναρίου ανά υποσύστημα.....	74
Σχήμα 15 1 - 6: Συνεισφορά κάθε συστήματος επεξεργασίας στην περιβαλλοντική επίδοση του μηδενικού σεναρίου.....	77
Σχήμα 16: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά τόνο αποβλήτων.....	78
Σχήμα 17: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά νοικοκυριό.....	79
Σχήμα 18: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά κάτοικο.....	80
Σχήμα 19: Πρώτο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης – Εκτεταμένη καύση ΑΣΑ.....	82
Σχήμα 20: Περιβαλλοντική αξιολόγηση του πρώτου σεναρίου ανά υποσύστημα.....	86
Σχήμα 21 1 - 6: Συνεισφορά κάθε συστήματος επεξεργασίας στην περιβαλλοντική επίδοση του πρώτου σεναρίου	89
Σχήμα 22: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά τόνο αποβλήτων.....	90
Σχήμα 23: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά νοικοκυριό.....	91
Σχήμα 24: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά κάτοικο.....	92
Σχήμα 25: Δεύτερο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης – διαλογή στην πηγή.....	95
Σχήμα 26: Περιβαλλοντική αξιολόγηση του δεύτερου σεναρίου ανά υποσύστημα.....	101
Σχήμα 27 1 - 6: Συνεισφορά κάθε συστήματος επεξεργασίας στην περιβαλλοντική επίδοση του δεύτερου σεναρίου.....	105
Σχήμα 28: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά τόνο ΑΣΑ.....	106

Σχήμα 29: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά νοικοκυριό.....	107
Σχήμα 30: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά κάτοικο.....	108
Σχήμα 31: Τρίτο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης	110
Σχήμα 32: Περιβαλλοντική αξιολόγηση του δεύτερου σεναρίου ανά υποσύστημα.....	117
Σχήμα 33 1 - 6: Συνεισφορά κάθε συστήματος επεξεργασίας στην περιβαλλοντική επίδοση του δεύτερου σεναρίου.....	121
Σχήμα 34: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά τόνο ΑΣΑ.....	122
Σχήμα 35: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά νοικοκυριό.....	123
Σχήμα 36: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά κάτοικο.....	124
Σχήμα 37: Περιβαλλοντική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων (1).....	126
Σχήμα 38: Περιβαλλοντική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων (2).....	128
Σχήμα 39: Οικονομική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων.....	130
Σχήμα 40: Κοινωνική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων.....	131

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μέσα από την παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια εφαρμογής του εργαλείου της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) στο καίριο πρόβλημα του σχεδιασμού της διαχείρισης των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων (ΑΣΑ). Με δεδομένο το οξύ πρόβλημα που εμφανίζεται σε εθνικό αλλά και τοπικό επίπεδο, στον τομέα της διαχείρισης των ΑΣΑ, η εξέταση του θέματος υπό το πρίσμα μιας σύγχρονης και λεπτομερούς μεθοδολογίας όπως αυτή που παρέχει η ΑΚΖ ενδεχομένως να αποδώσει νέα δεδομένα ή/και να παράσχει κατευθύνσεις και αρχές που θα αποδειχθούν χρήσιμα στην αντιμετώπιση του θέματος.

Για τον προσδιορισμό του προβλήματος σε πραγματικές συνθήκες επιλέχθηκε η μελέτη τη περίπτωσης του Νομού Ξάνθης. Η περιοχή αφενός αποτελεί αντιπροσωπευτικό παράδειγμα ελληνικού νομού της περιφέρειας, σε σχέση με την εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης των ΑΣΑ και αφετέρου υπήρχαν επαρκή δεδομένων για την κατάστρωση και επεξεργασία του προβλήματος. Τελευταίος, αλλά εξίσου σημαντικός, λόγος είναι η καλή γνώση που έχει ο υπογράφοντας για την περιοχή, λόγω των σπουδών του στην Πολυτεχνική Σχολή Ξάνθης και της ακαδημαϊκής και επαγγελματικής του ενασχόλησης με τη διαχείριση των απορριμμάτων στο νομό.

Αρχικά κρίνεται απαραίτητη η παρουσίαση της προβληματικής γύρω από τα ΑΣΑ σε παγκόσμιο, εθνικό και τοπικό επίπεδο. Κατά συνέπεια στο **Κεφάλαιο 1** της εργασίας ορίζονται οι βασικές έννοιες σε σχέση με τα απορρίμματα, η σύσταση, οι ιδιότητες, οι πηγές προέλευσης και οι σύγχρονες τάσεις σε σχέση με τη διαχείριση αυτών. Παράλληλα περιγράφονται συνοπτικά οι πρακτικές που ακολουθήθηκαν από τον ελληνικό σχεδιασμό και οδήγησαν στη σημερινή – προβληματική – κατάσταση. Βάση της ενότητας αυτής αποτελεί η ελληνική και διεθνής βιβλιογραφία και η εξέλιξη της νομοθεσίας γύρω από το αντικείμενο.

Ακολούθως, στο **Κεφάλαιο 2**, γίνεται αναλυτική περιγραφή της ΑΚΖ. Αναλύεται η φιλοσοφία στην οποία αυτή εδράζεται και η μεθοδολογία που ακολουθεί. Η πλήρης ανάλυση των παραμέτρων αυτών είναι απαραίτητη για την παρακολούθηση της προβληματικής της παρούσας εργασίας.

Στο **Κεφάλαιο 3** οριοθετείται το πρόβλημα στο Νομό Ξάνθης. Περιγράφεται η υφιστάμενη διαχειριστική πρακτική και γίνεται ανάλυση των συνθηκών που οφείλουν να συνυπολογιστούν στην αναπροσαρμογή αυτής. Τέτοιες συνθήκες έχουν αναφορά σε πληθυσμιακά δεδομένα, σχετίζονται με τη γεωγραφία/γεωμορφολογία της περιοχής αλλά και την οικονομία την πολιτισμική της συγκρότηση, καθώς οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν τόσο τη σύσταση και τις παραγόμενες ποσότητες των απορριμμάτων όσο και παραμέτρους όπως η συλλογή και μεταφορά αυτών.

Στο **Κεφάλαιο 4**, προσδιορίζονται οι αρχές βάσει των οποίων θα εφαρμοστεί η ΑΚΖ ως προς το δεδομένο πρόβλημα, τη διαχείριση των απορριμμάτων στο Νομό Ξάνθης. Τίθενται τα όρια της ανάλυσης, οι στόχοι της εργασίας. Παράλληλα παρουσιάζονται οι βασικές αρχές εφαρμογής του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος: *The Use of Life Cycle Assessment Tools for the Development of Integrated Waste Management Strategies for Cities and Regions with Rapid Growing Economies (LCA-IWM)* και των δύο βασικών εργαλείων που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο αυτού. Οι εφαρμογές λογισμικού “*Municipal Solid Waste Management System Assessment Tool*” και “*Waste Prognostic Tool*” αποτέλεσαν τη βάση για την κατάρτιση και την αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης απορριμμάτων στο Νομό Ξάνθης.

Στα επόμενα κεφάλαια εφαρμόζεται η ΑΚΖ, βάσει των ανωτέρω εργαλείων, για την αξιολόγηση τεσσάρων εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης των απορριμμάτων. Στο **Κεφάλαιο 5** εξετάζεται η εξακολούθηση του υφιστάμενου συστήματος διαχείρισης ως αρχική εφαρμογή της ΑΚΖ στην υφιστάμενη κατάσταση, ώστε να αποτελέσει το σενάριο αυτό βάση για τη σύγκριση που θα ακολουθήσει.

Η ίδια προσέγγιση ακολουθείται και στα τρία επόμενα κεφάλαια, τα οποία ωστόσο έχουν διαφορετική φιλοσοφία. Στο **Κεφάλαιο 6** εξετάζεται το ενδεχόμενο εκτεταμένης εφαρμογής της καύσης των απορριμμάτων με στόχο την ενεργειακή αξιοποίησή τους, ενώ στο **Κεφάλαιο 7** το σύστημα διαχείρισης των απορριμμάτων του νομού αναπροσαρμόζεται με βασική κατεύθυνση την διαλογή των ανακυκλώσιμων υλικών στην πηγή, ώστε να είναι δυνατή η αξιοποίηση μέρους των υλικών που περιλαμβάνονται στα ΑΣΑ. Στο **Κεφάλαιο 8** εξετάζεται η επέκταση του προηγούμενου σεναρίου, με διαλογή στην πηγή όχι μόνο των ανακυκλώσιμων αποβλήτων, αλλά και των ζυμώσιμων κλασμάτων που περιλαμβάνονται σε αυτά, τα οποία και αξιοποιούνται με αναερόβια χώνευση αποδίδοντας ενέργεια και βιοσταθεροποιημένο υλικό που χρησιμεύει ως εδαφοβελτιωτικό. Σε κάθε ένα από τα κεφάλαια 5, 6, 7 και 8 εντοπίζονται τα ισχυρά σημεία και οι αδυναμίες κάθε ενός, δίνοντας έμφαση στην ερμηνεία των διαφοροποιήσεων που εμφανίζονται ανάλογα με τις διαχειριστικές πρακτικές που υιοθετεί κάθε σενάριο.

Η εργασία κλείνει με το **Κεφάλαιο 9** όπου γίνεται η συγκριτική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων μεταξύ τους και συνοψίζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν στην εργασία συνολικά, με αναφορά τόσο στη χρησιμότητα της ΑΚΖ ως εργαλείου του σχεδιασμού ενός συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων, όσο και στην κατεύθυνση που διαφαίνεται ότι πρέπει να ακολουθηθεί στο Νομό Ξάνθης στο σχεδιασμό ενός επίκαιρου συστήματος το οποίο ανταποκρίνεται στις ανάγκες και απαιτήσεις της τοπικής κοινωνίας.

SUMMARY

Throughout the present study takes place an effort to apply the principles of *Life Cycle Analysis (LCA)*, to the major problem of the municipal waste management. Given the fact that there are many troublesome issues emerge, concerning the waste management, both in national and local level, studying the subject under the light of a modern and detailed methodology that LCA provides, may provide new data and directions towards improvement.

For localizing the problem to real-life conditions, the case study of the Prefecture of Xanthi, in north-eastern Greece was chose. This a representative example of a regional Greek area, with regard to the solid waste management system applied, and also there was a substantial amount of data for studying the case. Last but not least, a major motive was the good knowledge that the author has for Xanthi's Prefecture, due to his academical and professional involvement with Xanthi's solid waste management system.

First of all, is necessary to display the context around solid waste within worldwide, national and local range. Ergo in **Chapter 1** of the present study, basic principles and concepts around solid waste are described, including solid waste composition, characteristics, sources as well as the trends for managing solid wastes. Also, a brief description of the practices that have led to today's – troublesome – situation around the Greek solid waste management planning. Basic sources for this chapter was Greek and European literature as well as the legislation and its evolution throughout time

Subsequently, in **Chapter 2**, a thorough analysis of LCA is given. The methodology that LCA introduces and mainly the concept that LCA adopts are described, in order to be possible to comprehend the analysis that will take place further on, at the following chapters of the study.

In **Chapter 3** the border line of the problems is being set within Xanti's Prefecture. A thorough description of the current situation on solid waste management is given and all circumstances that need to be considered are being described. These concepts refer to demographic data, they are dealing with the geomorphology of the area as well as with its financial and cultural status quo. These are key issues that need to be accounted for as they affect all aspects of the waste management.

In **Chapter 4** the basic principles according to which LCA will be applied to investigate the given case study. The boundaries and the goals of the analysis are defined as well as the functional unit. Also the outcome of the European research program “The Use of Life Cycle Assessment Tools for the Development of Integrated Waste Management Strategies for Cities and Regions with Rapid Growing Economies (LCA-IWM)” and the two tools that were developed within its context: “*Municipal Solid Waste Management System Assessment*

Tool” and “*Waste Prognostic Tool*” are two software utilities that were the basis for evaluating alternative scenarios for managing solid waste in Xanthi, according to LCA principles.

In the chapters that follow, LCA evaluation takes place by means of the above-mentioned tools, in order to form and evaluate alternative management scenarios. In **Chapter 5** the continuation of the current management system is examined. All relevant data are evaluated, in order for this scenario to be the basis for comparing alternative management scenarios.

The same approach applies to the following three chapters with the major difference that each one describes an alternative management scenario. **Chapter 6** investigates the option of establishing extensive incineration as a disposal method in the Prefecture, while in **Chapter 7** the management system proposed involves separating the recyclable waste in a separate stream and re-utilizing them. The third scenario analysed, in **Chapter 8**, involves separation of both recyclable and organic waste, so that the latter can be treated with anaerobic digestion and produce compost and energy. In each of the chapters 5, 6, 7 and 8 are pointed out the pros and cons of each one. By means of graphs that the tools produce, valuable data for the interpretation of each one, as well as the diversifications that each management method present.

The study ends with **Chapter 9** where a comparison between the four scenarios takes place. Also, the overall results that can be concluded from the study, with respect to the usability of LCA as a tool for the planning of the solid waste management system, and also to the main lines that seem most fitting to be adopted by the prefecture's authorities for establishing a modern management system.

ΣΥΝΟΨΗ

Παράλληλα με την αύξηση του πληθυσμού και της πολυπλοκότητας των κοινωνιών, αυξήθηκαν οι ποσότητες και η επικινδυνότητα των απορριμμάτων που αυτές παράγουν, καθώς νέα υλικά δημιουργήθηκαν, νέες παραγωγικές διαδικασίες τέθηκαν σε ευρεία εφαρμογή και ο πληθυσμός συγκεντρώθηκε σε πόλεις και μεταβλήθηκε από αγροτικό σε αστικό. Με σχετική χρονική υστέρηση έγινε συνειδητό ότι η πρότερη “αυτοσχεδιαστική” στρατηγική διαχείρισης των απορριμμάτων δεν ήταν δυνατόν να συνεχιστεί. Η διάθεση των απορριμμάτων, άργησε να αναγνωριστεί ως σημαντικό θέμα που πρέπει να διαχειριστούν οι ανθρώπινες κοινωνίες. Η πρακτική της ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων σε δρόμους, πλατείες, επιφανειακά ύδατα και αχρησιμοποίητες γαίες είχε ως συνέπεια την ανάπτυξη τρωκτικών, εντόμων και μικροοργανισμών και ήταν υπεύθυνη για τη μετάδοση ασθενειών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η επιδημία πανώλης που θανάτωσε εκατομμύρια Ευρωπαίων κατά τον 14ο αιώνα. Μόλις κατά τον 19ο αιώνα έγινε συνειδητό ότι απορρίμματα τροφίμων μπορεί να είναι η αιτία τέτοιων προβλημάτων και ότι αυτά απαιτούσαν ειδικό τόπο διάθεσης.

Ζήτημα καίριας σημασίας, το οποίο σήμερα συχνά παραγνωρίζεται, είναι ότι ο χαρακτηρισμός ενός υλικού ως “απόβλητο” είναι κάτι κατεξοχήν υποκειμενικός, καθώς υπαισέρεται η ποιοτική έννοια της χρησιμότητας. Αυτό που είναι άχρηστο σε κάποιον, και άρα “απόβλητο”, κάλλιστα μπορεί να θεωρείται χρήσιμο σε κάποιον άλλον για τον οποίον και να αποτελεί αγαθό (“*one man's waste is another one's gold*”). Κατά συνέπεια η έννοια του απόβλητου σχετίζεται άμεσα με κάποιο υποκείμενο, έναν ιδιοκτήτη, ο οποίος το χαρακτηρίζει ως τέτοιο, και δεν είναι εγγενής. Σε αυτήν ακριβώς τη θεώρηση εδράζονται οι έννοιες της ανάκτηση, ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων.

Οι δράσεις και κατευθύνσεις που πρέπει να διέπουν τη σύγχρονη διαχείριση των αποβλήτων, ώστε αυτή να είναι συνετή και αποτελεσματική έχουν οριστεί μεταξύ άλλων και από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι αρχές αυτές καθώς και η σχετική τους ιεράρχηση είναι:

1. Αρχή της πρόληψης ή και μείωσης των παραγόμενων αποβλήτων
2. Αρχή επαναχρησιμοποίησης των υλικών
3. Αρχή ανακύκλωσης και αξιοποίησης των υλικών
4. Αρχή ανάκτησης ενέργειας
5. Αρχή της ασφαλούς διάθεσης

Από την άλλη, η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) είναι μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, εκτιμώντας τις επιπτώσεις από τη χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων και αναγνωρίζοντας και εκτιμώντας τις δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων

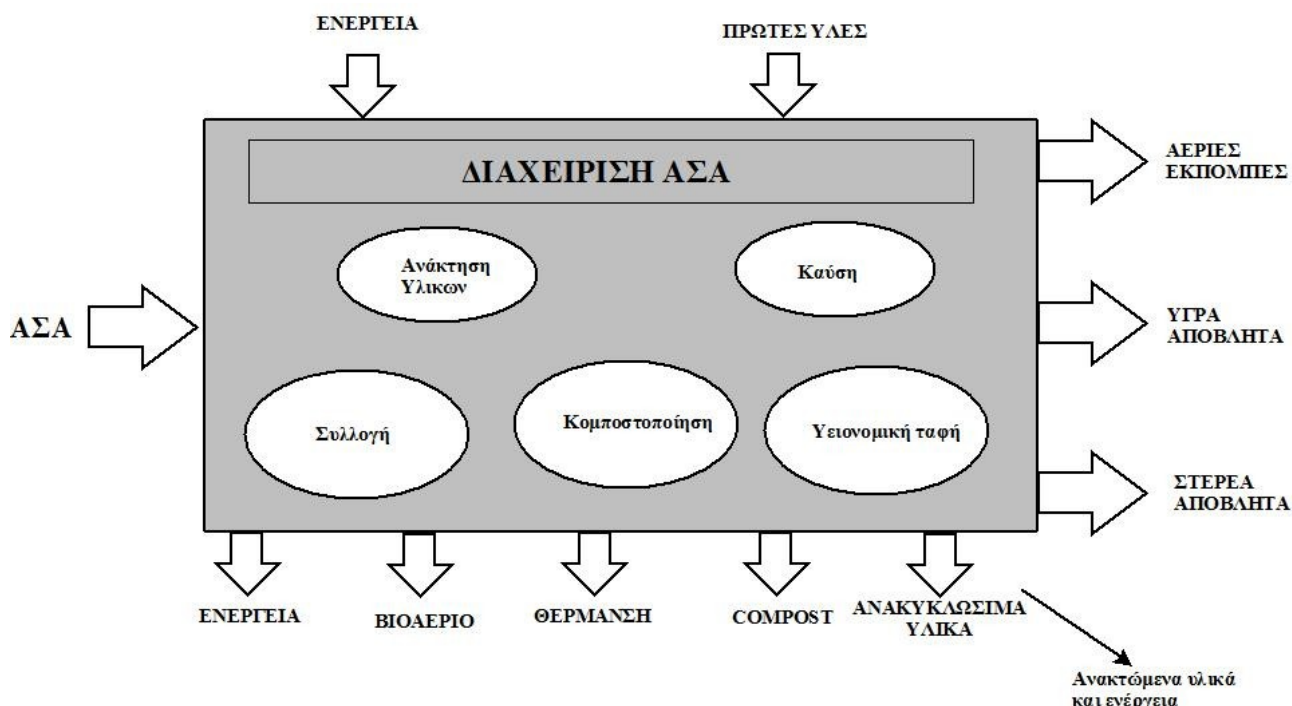
Η ανάλυση περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, μιας διεργασίας ή μίας δραστηριότητας, δηλαδή την εξαγωγή και επεξεργασία πρώτων υλών, την κατασκευή, μεταφορά, διανομή, χρήση, συντήρηση και διαχείριση των αποβλήτων.

Γενικός σκοπός της ΑΚΖ είναι να αποτιμήσει τις επιδράσεις από τη χρήση ενέργειας και την επεξεργασία υλικών, συμπεριλαμβανομένης της απόρριψης αποβλήτων στο περιβάλλον και να εκτιμήσει τις δυνατότητες επίτευξης περιβαλλοντικών βελτιώσεων σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση πρώτων υλών και ενέργειας σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Οι ρίζες της τεχνικής της ΑΚΖ επεκτείνονται πίσω στη δεκαετία του 70 όταν ακαδημαϊκοί στην Ελβετία, Γερμανία και τις ΗΠΑ ανέπτυξαν τεχνικές για ενεργειακούς και περιβαλλοντικούς υπολογισμούς κατά το στάδιο του σχεδιασμού προϊόντων. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του '80 τα οφέλη της τεχνικής έγιναν αισθητά στη βιομηχανία, ενώ στις αρχές της δεκαετίας του '90 ένα κύμα ερευνητικών προγραμμάτων έδωσε ιδιαίτερη ώθηση στην ΑΚΖ. Εντούτοις, θεωρείται ότι η καθιέρωση της ως περιβαλλοντικό εργαλείο έγινε μόλις στα τέλη της δεκαετίας του 90 με την έκδοση της σχετικής σειράς διεθνών προτύπων ISO 14040 – 14049.

Η εφαρμογή της ΑΚΖ χωρίζεται σε τέσσερα βασικά στάδια, όπως έχει θέσει η εταιρία Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC), η οποία αποτελεί τον κύριο φορέα ανάπτυξης και έρευνας του επιστημονικού πεδίου της ΑΚΖ.

1. Προσδιορισμός του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης
2. Απογραφή δεδομένων
3. Εκτίμηση επιπτώσεων
4. Εκτίμηση βελτιώσεων

Λόγω του ολιστικού και συστηματικού χαρακτήρα της η ΑΚΖ αποτελεί μια μεθοδολογία που αξιοποιείται όλο και περισσότερο στη διαχείριση των αποβλήτων, ιδίως στο επίπεδο του στρατηγικού σχεδιασμού. Η διαχείριση των απορριμμάτων με βάση την ΑΚΖ μπορεί να προσομοιωθεί με το ακόλουθο σχήμα 1. Φαίνεται ότι την κύρια εισροή του συστήματος αποτελούν τα ΑΣΑ τα οποία υφίστανται διαχείριση στα επιμέρους στάδια της *Συλλογής, Ανάκτησης Υλικών, Κομποστοποίησης* (ή/και αναερόβιας χώνευσης), *Θερμικής Αξιοποίησης* (καύση, πυρόλυση κ.ο.κ.) και *Υγειονομικής Ταφής*. Καθένα από τα επιμέρους στάδια καταναλώνει ενέργεια και πρώτες ύλες, οι οποίες συνιστούν τις εισροές στην ΑΚΖ, και από τη διαχείριση των ΑΣΑ προκύπτουν ως περιβαλλοντικά οφέλη: παραγωγή ενέργειας, βιοαέριο, θέρμανση, compost και ανακυκλώσιμα υλικά ενώ σαν επιβαρύνσεις προκύπτουν αέριες εκπομπές, υγρά και στερεά απόβλητα.



Σχήμα 1: Ανάλυση κύκλου ζωής διαχείρισης ΑΣΑ

Για να εφαρμοστεί η μεθοδολογία της ΑΚΖ σε μια ρεαλιστική κατάσταση επιλέχθηκε η περίπτωση του Νομού Ξάνθης, ως ένα τυπικό παράδειγμα μιας διαχειριστικής ενότητας, η οποία διαχειρίζεται τα απορρίμματα που παράγει παρόμοια με την πλειοψηφία των περιοχών της ελληνικής περιφέρειας. Η εφαρμογή της ΑΚΖ θα αποδώσει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την υφιστάμενη μέθοδο διαχείρισης των ΑΣΑ, αλλά και θα αναπτυχθούν και θα εξεταστούν εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης, τα οποία ακολουθούν διαδεδομένες και εμποδωμένες κατευθύνσεις, ώστε να προσδιοριστεί αρχικά, μια νέα, προτιμότερη διαχειριστική πρακτική.

Μερικά από τα δεδομένα που περιγράφουν το Νομό Ξάνθης, ως προς τα απορρίμματα και τη διαχείριση που υφίστανται είναι ότι ο ρυθμός με τον οποίο παράγει ΑΣΑ ο κάθε κάτοικος του νομού ανέρχεται σε **1,12kg/ημερα**. Το μέγεθος αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των συνολικών ποσοτήτων ΑΣΑ που παράγονται στο Νομό Ξάνθης συμπεριλαμβάνοντας το σύνολο του πληθυσμού του (101.856 κατοίκους). Η ποσότητα που προκύπτει ανέρχεται σε **114.079kg ΑΣΑ/ημέρα**, ή περίπου **41.639 τόνους ΑΣΑ ανά έτος**.

Συνδυάζοντας τα ανωτέρω μεγέθη με την σύσταση των απορριμμάτων της περιοχής και για χρονικό διάστημα ενός έτους μπορούν να εκτιμηθούν οι ετήσιες ποσότητες κάθε κλάσματος ΑΣΑ που παράγει ο πληθυσμός του νομού, όπως φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα 1. Οι ποσότητες αυτές χρησιμοποιούνται στην εξέλιξη της εργασίας για την ανάπτυξη και σύγκριση των εναλλακτικών μοντέλων διαχείρισης που θα

εξεταστούν βάσει ΑΚΖ.

Πίνακας 1: Ετήσια παραγωγή ΑΣΑ στο Νομό Ξάνθης

Κλάσματα	Μέση Κ.Β. Σύσταση Ν. Ξάνθης	Παράμετροι	Συνολική Ετήσια Παραγωγή (t/έτος)
Ζυμώσιμα	45,34%	Ημερήσια παραγωγή (kg/κάτοικο/ έτος)	18.879,00
Πλαστικά	13,77%	1,12	5.733,65
Χαρτί - χαρτόνι	10,78%		4.488,66
Γυαλί	8,72%	Ημέρες	3.630,90
ΥΞΛΔ	6,96%		2.898,06
Υγειονομικά Απόβλητα	7,40%	365	3.081,27
Μέταλλα	2,53%		1.053,46
Αδρανή	3,55%	Πληθυσμός	1.478,18
Διάφορα	0,54%		224,85
Επικίνδυνα Απόβλητα	0,41%	101.856	170,72
Σύνολο	100,00%		41.638,73

Τα σενάρια, που διαμορφώθηκαν στην εργασία, αξιολογήθηκαν και συγκρίθηκαν μεταξύ τους κάνοντας χρήση των μοντέλων στήριξης αποφάσεων που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του διεθνούς ερευνητικού προγράμματος “*The Use of Life Cycle Assessment Tools for the Development of Integrated Waste Management Strategies for Cities and Regions with Rapid Growing Economies*” τα οποία με τη σειρά τους βασίζονται στη μέθοδο CML 2001.

Αποτέλεσμα του ερευνητικού προγράμματος ήταν η ανάπτυξη του μοντέλου αξιολόγησης LCA-IWM το οποίο είναι ένα εργαλείο στήριξης αποφάσεων για το σχεδιασμό της διαχείρισης των αποβλήτων, επιτρέπει τη μοντελοποίηση συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων καθώς ενσωματώνει υπομοντέλα που αντιπροσωπεύουν μεμονωμένες διαδικασίες διαχείρισης όπως η προσωρινή αποθήκευση, η συλλογή, η μεταφορά και η επεξεργασία. Χρησιμοποιώντας αυτά τα υπομοντέλα ο χρήστης σχεδιάζει σενάρια διαχείρισης αποβλήτων που θέλει να εξετάσει. Το τμήμα αξιολόγησης του μοντέλου αποτελείται από επιμέρους τμήματα **περιβαλλοντικής, οικονομικής και κοινωνικής αξιολόγησης**. Τα κριτήρια βιωσιμότητας και οι αντίστοιχοι ποσοτικοί δείκτες, οι οποίοι υπολογίζονται στο μοντέλο, αποτελούν τη βάση για την αξιολόγηση. Κατά συνέπεια το τμήμα αξιολόγησης περιλαμβάνει αλγορίθμους που επιτρέπουν την εκτίμηση της περιβαλλοντικής, οικονομικής και κοινωνικής επίδοσης ενός συγκεκριμένου σεναρίου.

Η αξιολόγηση ξεκινά τη στιγμή που τα απόβλητα τοποθετούνται σε ένα σύστημα προσωρινής αποθήκευσης (σάκοι και κάδοι). Από εκεί τα απόβλητα συλλέγονται και μεταφέρονται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας/διάθεσης. Οι δυνατές επιλογές επεξεργασίας είναι η ανακύκλωση των χωριστά συλλεχθέντων

ανακυκλώσιμων αποβλήτων, η κομποστοποίηση των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, η αερόβια και η αναερόβια μηχανική βιολογική προεπεξεργασία ή η καύση των ανάμεικτων/λοιπών αποβλήτων. Εκτός από τις ροές των αποβλήτων, οι ροές των προϊόντων από την επεξεργασία των αποβλήτων, όπως τα δευτερογενή υλικά που λαμβάνονται από ανακυκλώσιμα υλικά, το κομπόστ που προέρχεται από οργανικά απόβλητα και η ενέργεια που παράγεται από την επεξεργασία των αποβλήτων, λαμβάνονται υπόψη στην αξιολόγηση. Η παραγωγή αυτών των προϊόντων ερμηνεύεται ως θετική επίδραση, αποκαλούμενη ως “οφέλη”. Η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αφορά τις εκπομπές ρύπων και την κατανάλωση των πόρων σε όλο το σύστημα. Στην οικονομική αξιολόγηση ένας σημαντικός παράγοντας είναι το κόστος επένδυσης. Αυτό περιλαμβάνει τις επενδύσεις για τους κάδους των αποβλήτων, τα οχήματα συλλογής και μεταφοράς και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Στο περιβαλλοντικό και κοινωνικό μέρος, η κατασκευή των εγκαταστάσεων και η παραγωγή του εξοπλισμού θεωρούνται πολύ μικρότερης σπουδαιότητας από τη λειτουργία του συστήματος. Κατά συνέπεια οι επιπτώσεις που προκύπτουν στη φάση της κατασκευής εξαιρούνται από την αξιολόγηση. Η μόνη επένδυση που περιλαμβάνεται στην περιβαλλοντική αξιολόγηση είναι η επίπτωση από την παραγωγή σάκων και κάδων αποβλήτων. Αυτό οφείλεται στη σύντομη διάρκεια ζωής αυτών των αντικειμένων.

Η λειτουργική (συναρτησιακή) μονάδα που επιλέχθηκε από τους ερευνητές του προγράμματος, και θα υιοθετηθεί στην συνέχεια της παρούσας εργασίας είναι η ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται σε μια περιοχή και εισέρχονται στο σύστημα διαχείρισης σε ένα έτος.

Για να είναι δυνατή η σύγκριση των σεναρίων επελέγησαν δείκτες αξιολόγησης για κάθε μία από τις τρεις κύριες κατηγορίες περιβαλλοντικής, οικονομικής και κοινωνικής αξιολόγησης καθενός. Οι τιμές των δεικτών αθροίζονται χρησιμοποιώντας συντελεστές βαρύτητας και συσχετίζοντας τις συνολικές επιπτώσεις ενός συγκεκριμένου σεναρίου με το θεωρούμενο βασικό σενάριο. Επειδή οι συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς επίσης και οι επιπτώσεις σε μεμονωμένες κατηγορίες μπορούν να είναι είτε θετικές είτε αρνητικές, τα συνοπτικά συγκριτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται ανάλογα (αρνητικά για μια περιβαλλοντική ανακούφιση, θετικά για μια επιβάρυνση).

Τα συνοπτικά συγκεντρωτικά αποτελέσματα δεν έχουν καμία φυσική έννοια. είναι απλώς ένας τρόπος σύγκρισης μεταξύ των διαφόρων σεναρίων. Πρέπει να σημειωθεί ότι η συνολική σταθμισμένη περιβαλλοντική επίπτωση του βασικού σεναρίου μπορεί να αποτελείται και από αρνητικές και από θετικές συνεισφορές και μπορεί επομένως να είναι περίπου μηδέν. Σ’ αυτή την περίπτωση τα συνοπτικά συγκριτικά περιβαλλοντικά αποτελέσματα των εναλλακτικών σεναρίων παρουσιάζουν μεγάλες τιμές, σε αντίθεση με τα συνοπτικά συγκριτικά οικονομικά και κοινωνικά αποτελέσματα, όπου αυτή η επίδραση δεν εμφανίζεται.

Οι δείκτες που επελέγησαν για την σύγκριση της **περιβαλλοντικής αξιολόγησης** των εναλλακτικών σεναρίων βάσει του LCA-IWM μοντέλου είναι οι ακόλουθοι:

- Μείωση αβιοτικών πόρων
- Αλλαγή κλίματος
- Τοξικότητα στον άνθρωπο
- Σχηματισμός φωτο-οξειδωτικών
- Οξίνιση
- Ευτροφισμός.

Αντίστοιχα για την **οικονομική αξιολόγηση** των σεναρίων επελέγησαν οι δείκτες:

- Ετήσιο Συνολικό Κόστος κάθε υποσυστήματος ανά τόνο αποβλήτων
- Ετήσιο Συνολικό Κόστος κάθε υποσυστήματος ανά νοικοκυριό
- Ετήσιο Συνολικό Κόστος κάθε υποσυστήματος ανά άτομο
- Ετήσιο Συνολικό Κόστος Συστήματος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων ανά τόνο αποβλήτων
- Ετήσιο Συνολικό Κόστος Συστήματος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων ανά νοικοκυριό
- Ετήσιο Συνολικό Κόστος Συστήματος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων ανά άτομο
- Έσοδα από την πώληση των ανακτώμενων υλικών και της ενέργειας
- Διαφορά μεταξύ εσόδων και δαπανών για τη διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Καταληκτικά για το μέρος της **κοινωνικής αξιολόγησης** οι δείκτες οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν εξειδικευμένα τα υποσυστήματα της προσωρινής αποθήκευσης, της συλλογής και μεταφοράς και της επεξεργασίας κάθε σεναρίου διαχείρισης ΑΣΑ.

Απαραίτητο στοιχείο για την σύγκριση των εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης των ΑΣΑ μιας περιοχής είναι η εκτίμηση της παραγωγής και σύστασης των ΑΣΑ κατά το διάστημα (“χρονικό ορίζοντα”) κατά το οποίο θα διεξαχθεί η σύγκριση αυτή. Για το λόγο αυτό, παράλληλα με το μοντέλο LCA-IWM αναπτύχθηκε ένα μοντέλο πρόγνωσης των παραμέτρων αυτών (MswPrognostic Tool), το οποίο αποτελεί ένα εργαλείο εκτίμησης της παραγωγής ΑΣΑ στον ευρωπαϊκό χώρο, εστιάζοντας στις νοτιοανατολικές περιοχές αυτού.

Το μοντέλο επιτρέπει τις τεκμηριωμένες προβλέψεις των ρυθμών παραγωγής αποβλήτων καθώς επίσης και τις εκτιμήσεις της σύνθεσης των αποβλήτων. Με αυτόν τον τρόπο η εκτίμηση των μακροπρόθεσμων αλλαγών των δημογραφικών, κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών μιας περιοχής επιτρέπει υψηλή ακρίβεια πρόβλεψης. Στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου, κατά το οποίο αναπτύχθηκε υιοθετήθηκε ένας ορίζοντας πρόγνωσης 10 ετών, ο οποίος θα υιοθετηθεί και από την παρούσα εργασία.

Ως **μηδενικό σενάριο** εξετάστηκε το (θεωρητικό) ενδεχόμενο της εξακολούθησης της σημερινής πρακτικής που ακολουθείται στη διαχείριση των απορριμμάτων του νομού Ξάνθης. Η πρακτική αυτή συνίσταται στην αποκλειστική εφαρμογή υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων που παράγονται στο νομό. Είναι προφανές ότι η εξακολούθηση της πρακτικής αυτής δεν είναι δυνατόν να εξακολουθήσει να εφαρμόζεται λόγω των ελληνικών και κοινοτικών απαιτήσεων για επεξεργασία-αξιοποίηση όλων των αποβλήτων πριν την τελική

διάθεσή τους, ωστόσο η θεωρητική εξέταση του ενδεχομένου αυτού θα αποτελέσει σημείο αναφοράς στη σύγκριση των ενδεχόμενων σεναρίων.

Ως **πρώτο ενδεχόμενο σενάριο διαχείρισης** των ΑΣΑ του νομού αξιολογήθηκε το ενδεχόμενο εφαρμογής εκτεταμένης αποτέφρωσης (καύσης) των ΑΣΑ, σύμφωνα με την τάση που επικρατεί στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. **Δεύτερο ενδεχόμενο σενάριο** για τη διαχείριση των ΑΣΑ του νομού Ξάνθης είναι η εφαρμογή διαλογής στην πηγή μίας “ομάδας αποβλήτων” που συνιστούν το κλάσμα των ανακυκλώσιμων αποβλήτων, δηλαδή, γυαλιού, χαρτιού – χαρτονιού, μετάλλων και πλαστικού. Η πρακτική αυτή εφαρμόζεται ευρέως σε πόλεις ανά την Ελλάδα, αλλά και διεθνώς, ώστε να μειωθεί ο όγκος των απορριμμάτων που οδηγούνται σε εδαφική διάθεση αλλά και το κόστος διαλογής των αξιοποιήσιμων – ανακυκλώσιμων κλασμάτων.

Το **τρίτο ενδεχόμενο σενάριο** αποτέλεσε η επέκταση του δεύτερου (διαλογή στην πηγή ανακυκλώσιμων υλικών) με την προσθήκη ενός ακόμα ρεύματος απορριμμάτων το οποίο διαλέγεται στην πηγή, αυτό των ζυμώσιμων απορριμμάτων. Επεκτείνεται δηλαδή η διαλογή στην πηγή όχι μόνο των ανακυκλώσιμων αλλά και των οργανικών – ζυμώσιμων αποβλήτων (τρόφιμα, φρούτα, λαχανικά κ.ο.κ.). Το επιπρόσθετο αυτό ρεύμα οδηγείται σε εγκατάσταση αναερόβιας επεξεργασίας. Κατά την αναερόβια βιολογική επεξεργασία (αναερόβια ζύμωση), πραγματοποιείται αποδόμηση των οργανικών ουσιών με τη βοήθεια μικροοργανισμών απουσία οξυγόνου. Το αποτέλεσμα της διεργασίας είναι η παραγωγή σταθεροποιημένου οργανικού υλικού το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό και αερίου (βιοαέριο) υψηλής περιεκτικότητας σε μεθάνιο (CH₄), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας

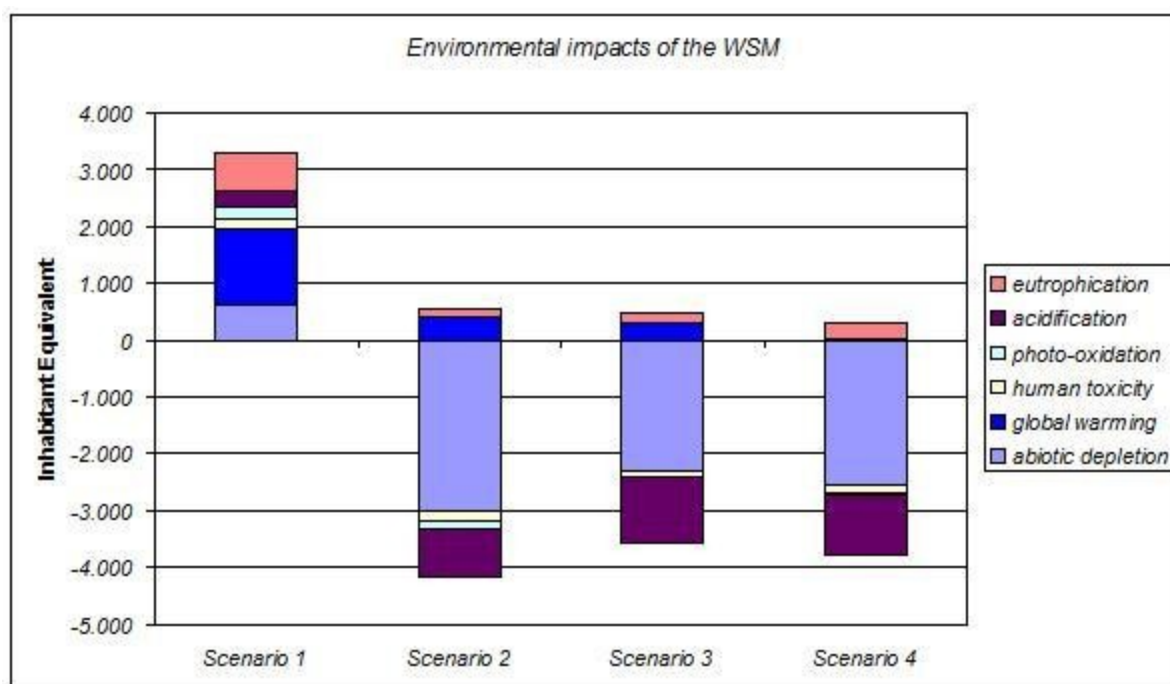
Συνοπτικά τα τέσσερα σενάρια περιγράφονται στον ακόλουθο πίνακα 2:

Πίνακας 2: Περιγραφή σεναρίων προς αξιολόγηση

Α.Α.	Προσωρινή Αποθήκευση	Συλλογή και μεταφορά	Επεξεργασία – Τελική Διάθεση
Σενάριο 0 (μηδενικό)	Σύμμεικτα απορρίμματα συλλέγονται σε πλαστικούς κάδους 240l, μεταλλικούς κάδους 1.100L και σάκουσ των 60l	Οχήματα χωρητικότητας 7 και 15 τόνων	ΧΥΤΑ
Σενάριο 1	Σύμμεικτα απορρίμματα συλλέγονται σε πλαστικούς κάδους 240l, μεταλλικούς κάδους 1.100L και σάκουσ των 60l	Οχήματα χωρητικότητας 7 και 15 τόνων	Καύση
Σενάριο 2	Εκτός των ανωτέρω τα ανακυκλώσιμα υλικά συλλέγονται σε πλαστικούς κάδους 1.100L	Οχήματα χωρητικότητας 7 και 15 τόνων (τα κλάσματα της ΔσΠ συλλέγονται από ξεχωριστό στόλο οχημάτων)	ΚΔΑΥ και ΧΥΤΑ

Α.Α.	Προσωρινή Αποθήκευση	Συλλογή και μεταφορά	Επεξεργασία – Τελική Διάθεση
Σενάριο 3	Εκτός των ανωτέρω τα ζυμώσιμα υλικά συλλέγονται σε πλαστικούς κάδους 1.100L	Οχήματα χωρητικότητας 7 και 15 τόνων (τα κλάσματα της ΔσΠ συλλέγονται από ξεχωριστό στόλο οχημάτων)	ΚΔΑΥ, Αναερόβια επεξεργασία ζυμώσιμων, ΧΥΤΑ

Επιχειρώντας να συνοψιστούν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, σχηματίστηκε ο συνολικός δείκτης του αθροίσματος των έξι επιμέρους περιβαλλοντικών δεικτών. Προκύπτει ότι το πρώτο σενάριο – η **καύση** των ΑΣΑ – αποδίδει τις μέγιστες περιβαλλοντικές ωφέλειες με **3.637ΙΚ**. Ακολουθεί η **εκτεταμένη διαλογή στην πηγή** (σενάριο 3) με **3.501ΙΚ** και τρίτη είναι η **διαλογή μόνο των ανακυκλώσιμων** με **3.087ΙΚ**. Η εξακολούθηση της υφιστάμενης κατάστασης (**μηδενικό σενάριο**) επιβαρύνει το περιβάλλον με **3.327ΙΚ**.

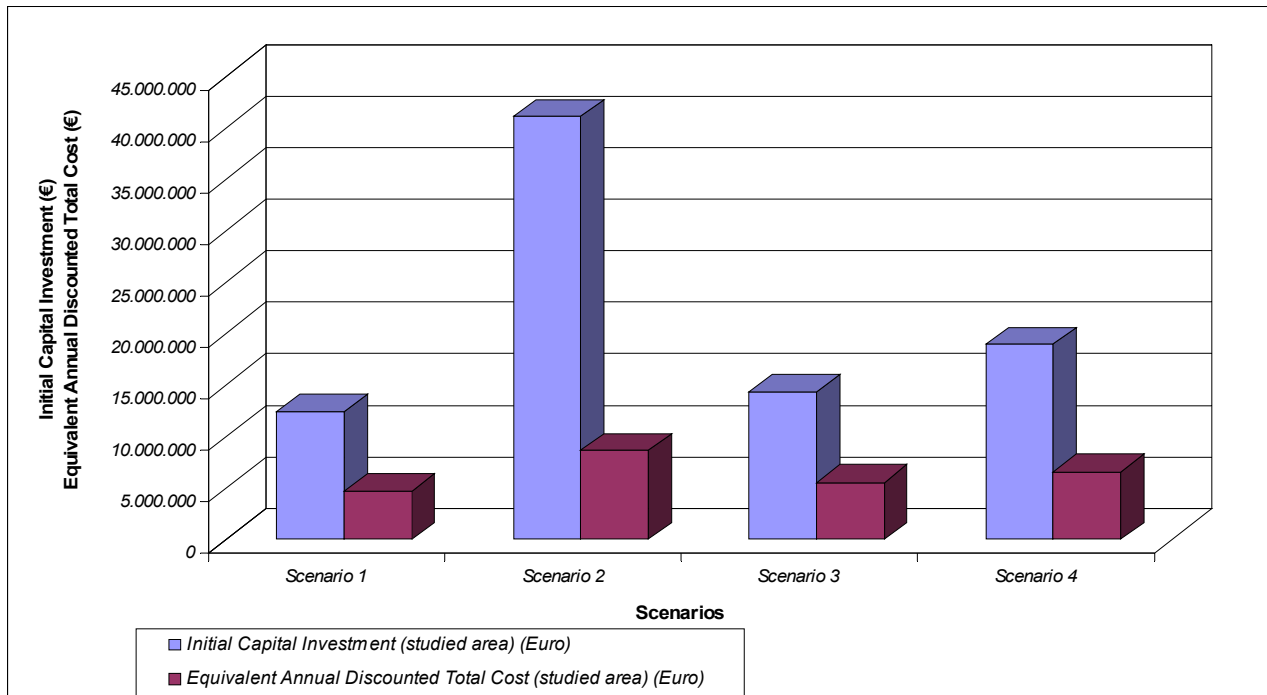


Σχήμα 2: Περιβαλλοντική αξιολόγηση των σεναρίων

Για την αξιολόγηση των οικονομικών παραμέτρων κάθε σεναρίου, σχηματίζεται ένα ενιαίο γράφημα (σχήμα 2), όπου φαίνονται οι εκτιμήσεις του μοντέλου αξιολόγησης σχετικά με την απαραίτητη αρχική δαπάνη για την εφαρμογή κάθε σεναρίου, όπως και για το εκτιμώμενο ετήσιο κόστος για την λειτουργία του. Όπως γίνεται αμέσως αντιληπτό, τα μεγαλύτερα κόστη, και για τις δύο παραμέτρους, εμφανίζονται στο πρώτο σενάριο, της καύσης των ΑΣΑ. Η αρχική δαπάνη που απαιτείται για την εφαρμογή του αγγίζει τα 40 εκ. €, ενώ και για τη λειτουργία του, απαιτεί την μεγαλύτερη δαπάνη σε ετήσια βάση υπερβαίνοντας τα 5 εκ. €.

Δεύτερο ακριβότερο σενάριο είναι αυτό της διαλογής το οποίο απαιτεί αρχική δαπάνη άνω των 15 εκ. € και ετήσιο κόστος λειτουργίας, 5 εκ.€, ελαφρώς μικρότερη σε σχέση με το πρώτο σενάριο.

“Οικονομικότερο” σενάριο είναι αυτό της διαλογής στην πηγή μόνο των ανακυκλώσιμων απορριμμάτων, το οποίο απαιτεί δαπάνη περίπου 14 εκ. € για την εφαρμογή του και περίπου 5 εκ. €, για την λειτουργία του σε ετήσια βάση. Το μηδενικό σενάριο απαιτεί αρχική δαπάνη που υπερβαίνει ελαφρώς τα 10 εκ. € και κόστος λειτουργίας τα 4,5 εκ. €.



Σχήμα. 3: Οικονομική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων

Από τους κοινωνικούς δείκτες όπου εμφανίζονται διαφοροποιήσεις μεταξύ των σεναρίων, πρέπει να σημειωθεί η αξιοσημείωτη επιβάρυνση που προϋποθέτει η εφαρμογή του συστήματος προσωρινής αποθήκευσης του τέταρτου σεναρίου στον δείκτη κατανομή και θέση κάδων (*ditr & location*) που εξηγείται με τις αυξημένες απαιτήσεις σε κάδους για τη διαλογή στην πηγή δύο ρευμάτων αποβλήτων. Αντίθετα η διαλογή μόνο του κλάσματος των ανακυκλώσιμων δεν επιβαρύνει το σχετικό δείκτη περισσότερο από τα δύο πρώτα σεναρία. Συνοπτικά, προκύπτει το συμπέρασμα ότι για την κοινωνική αξιολόγηση των ενδεχόμενων συστημάτων διαχείρισης του νομού Ξάνθης, χρειάζεται περισσότερο λεπτομερής παραμετροποίηση των αντίστοιχων σεναρίων, έτσι ώστε να ενσωματώνονται οι κοινωνικές τάσεις και αντιλήψεις γύρω από όλα τα θέματα που άπτονται του συστήματος διαχείρισης ΑΣΑ, το οποίο εξαρχής αποτελεί ένα σύνθετο σύστημα, ιδίως όταν εκτείνεται σε κλίμακα νομού. Σε κάθε περίπτωση το μοντέλο αξιολόγησης LCA - IWM περιλαμβάνει πολλές λειτουργίες και παραμέτρους για να επιτύχει αυτό το στόχο (η εισαγωγή δεδομένων ερωτηματολογίου και ο καθορισμός δεικτών βαρύτητας των κοινωνικών κριτηρίων

είναι κάποια από αυτά), ωστόσο η χρήση τέτοιων δεδομένων δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Μετά την ανάλυση βάσει ΑΚΖ, της διαχείρισης των ΑΣΑ στο Νομό Ξάνθης, τεκμηριώνεται η ανάγκη αναπροσαρμογής του υφιστάμενου συστήματος διαχείρισης ΑΣΑ του νομού Ξάνθης, καθώς η εξακολούθηση του υφιστάμενου (μηδενικού) σεναρίου μόνο αρνητικές επιπτώσεις έχει. Όπως είναι αναμενόμενο το σημερινό, μηδενικό σενάριο έχει χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης, ωστόσο αποδίδει περιβαλλοντική επιβάρυνση ίση με 3.327ΙΚ, σε αντίθεση με όλα τα εξεταζόμενα εναλλακτικά συστήματα διαχείρισης, επιβαρύνοντας όλους ανεξαιρέτως τους περιβαλλοντικούς δείκτες που εξετάζονται από το μοντέλο αξιολόγησης LCA IWM.

Το πρώτο σενάριο που εξετάστηκε ως εναλλακτική λύση ήταν αυτό της αποτέφρωσης του συνόλου των ΑΣΑ που συλλέγονται στο Νομό Ξάνθης. Αποδείχθηκε ότι αυτό ήταν και το σενάριο με το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό όφελος συνολικά – ισοδύναμο με 3.637ΙΚ – ιδίως στους δείκτες της *μείωσης αβιοτικών πόρων* και της *οξίνισης*. Μολαταύτα αποτελεί την περισσότερη κοστοβόρα λύση, καθώς η εφαρμογή του απαιτεί την δαπάνη περίπου 40 εκ. € για την κατασκευή των απαραίτητων υποδομών, ενώ απαιτείται και η καταβολή ποσού της τάξης των 7 εκ. € ετησίως σε για τη λειτουργία και συντήρησή του (λειτουργικό κόστος).

Το δεύτερο σενάριο που εξετάστηκε συνίστατο σε διαλογή στην πηγή των ανακυκλώσιμων υλικών των ΑΣΑ (μέταλλο, χαρτί και χαρτόνι, πλαστικό και γυαλί) και την διαλογή του σε ΚΔΑΥ για την επαναξιοποίησή τους. Το περιβαλλοντικό όφελος που εκτιμήθηκε για το σενάριο αυτό ισοδυναμεί με 3.084ΙΚ, ενώ αποτελεί και την οικονομικότερη λύση, σε όρους δαπανών για την κατασκευή και λειτουργία του.

Το τρίτο σενάριο αφορούσε στη διαλογή στην πηγή όχι μόνο των ανακυκλώσιμων αλλά και των ζυμώσιμων κλασμάτων των ΑΣΑ τα οποία οδηγούνταν προς αναερόβια επεξεργασία για την παραγωγή βιοσταθεροποιημένου προϊόντος (εδαφοβελτιωτικού) και ενέργειας από το βιοαέριο που προκύπτει. Το σενάριο αποδίδει το δεύτερο μεγαλύτερο περιβαλλοντικό όφελος (3.501ΙΚ). Παράλληλα απαιτεί και την επένδυση περίπου 15 εκ. € (ΑΔ) και την ετήσια καταβολή 5 εκ. € για τη λειτουργία και συντήρησή του. Πρέπει, ωστόσο να επαναληφθεί από την ενότητα 9.6.2 ότι το κόστος εφαρμογής της αναερόβιας επεξεργασίας ανά τόνο ΑΣΑ που εισέρχονται στη μονάδα χώνευσης ανέρχεται σε 248€ τη στιγμή που το αντίστοιχο μέγεθος για την καύση μόλις υπερβαίνει τα 70€.

Κατά συνέπεια τα σενάρια 1 και 2 διαφαίνονται ως καταλληλότερα να αποτελέσουν σημείο αναφοράς για την αναπροσαρμογή της διαχείρισης των ΑΣΑ του νομού Ξάνθης. Καταρχήν είναι θέμα πολιτικών προτεραιοτήτων η επιλογή της εφαρμογής αποτέφρωσης των ΑΣΑ στην περιοχή, οι οποίες συνδυάζονται με τις αυξημένες απαιτήσεις κόστους που αυτό συνεπάγεται. Ενδεχομένως να αποτελεί ασφαλέστερο

ενδεχόμενο η επιλογή του δεύτερου σεναρίου, το οποίο αφενός αποδίδει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη με περιορισμένο κόστος, και αφετέρου μπορεί να βελτιστοποιηθεί περαιτέρω με διαφορετικούς σχεδιασμούς τεχνολογιών και υλικών που μπορεί να επιλεγθούν από τους αρμόδιους φορείς εφόσον αυτοί ακολουθήσουν μια αντίστοιχη συγκριτική αξιολόγηση βάσει ΑΚΖ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Το πρόβλημα της διαχείρισης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων

1.1 Εισαγωγή στο πρόβλημα της διαχείρισης των αστικών στερεών απορριμμάτων - Ορισμοί

Αρχικά, αποτελεί αναγκαιότητα να προσδιοριστεί η ευρύτερη κατηγορία στην οποία περιλαμβάνονται τα Αστικά Στερεά απόβλητα, ώστε να καταστεί σαφής η έννοια την οποία πραγματεύεται η παρούσα εργασία. Η ευρύτερη κατηγορία είναι αυτή των στερεών (μη επικίνδυνων) αποβλήτων, τα οποία ο νομοθέτης, στην ΗΠ 50910/2727 “Μέτρα και όροι για τη διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης” [ΦΕΚ Β, 1909/2003], ορίζει ως:

“Κάθε ουσία ή αντικείμενο που υπάγεται στις κατηγορίες των παραρτημάτων ΙΑ και ΙΒ της παρούσας και το οποίο ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή επιθυμεί να απορρίψει. Στην έννοια του στερεού (μη επικίνδυνου) αποβλήτου δεν υπάγονται τα απόβλητα εκείνα από τον ευρωπαϊκό κατάλογο αποβλήτων (ΕΚΑ) του παραρτήματος ΙΒ της παρούσας απόφασης που επισημαίνονται με αστερίσκο και τα οποία χαρακτηρίζονται ως εν δυνάμει επικίνδυνα απόβλητα , σύμφωνα με την Απόφαση 2001/118/ΕΚ”.

Για την καλύτερη διασαφήνιση της έννοιας στη βιβλιογραφία τα στερεά απόβλητα ορίζονται ως: “Στερεά ή ημιστερεά υλικά τα οποία κάτω από κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες, δεν έχουν αρκετή αξία ή χρησιμότητα για τον κάτοχό τους ώστε αυτός να συνεχίσει να υφίσταται τη δαπάνη, τη μέριμνα ή το βάρος της διατήρησής τους”. Βασικό χαρακτηριστικό τους, από οικονομικής άποψης, είναι ότι “το κόστος απόρριψής ή αποβολής των υλικών αυτών είναι μικρότερο από το κόστος διατήρησής τους” ή απλούστερα, “είναι τα αντικείμενα ή υλικά εκείνα, από τα οποία ο κάτοχός τους θέλει ή επείγεται ή υποχρεούται να απαλλαγεί” [Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2002]. Τα υλικά αυτά αποτελούν (παρα)προϊόντα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και προέρχονται, ενδεικτικά, από νοικοκυριά, βιομηχανικές και εμπορικές εγκαταστάσεις, γεωργικές και εξορυκτικές δραστηριότητες.

Ως αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) ορίζονται: “Τα οικιακά απόβλητα (τα απόβλητα των κατοικιών), καθώς και άλλα απόβλητα, που λόγω της φύσης ή της σύνθεσής τους προσομοιάζουν με τα οικιακά, όπως τα δημοτικά απόβλητα”. [ΦΕΚ Β, 1909/2003]. Προκύπτει από τον ορισμό αυτόν ότι τα ΑΣΑ ορίζονται όχι μέσω εγγενών χαρακτηριστικών τους, άλλα μέσω των πηγών παραγωγής τους. Ένας περισσότερο λειτουργικός ορισμός είναι ότι: “Τα ΑΣΑ περιλαμβάνουν τα απόβλητα που παράγονται από δραστηριότητες νοικοκυριών (οικιακά στερεά απόβλητα), εμπορικές δραστηριότητες (εμπορικά στερεά απόβλητα), από τον καθαρισμό οδών και άλλων κοινόχρηστων χώρων καθώς και άλλα στερεά απόβλητα που λόγω της φύσης ή της σύνθεσής τους εξομοιώνονται με τα οικιακά απόβλητα” [Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2002].

Στον ακόλουθο πίνακα 3 περιλαμβάνονται τα είδη και οι συνήθεις πηγές των ΑΣΑ, με βάση μια καθιερωμένη, στη βιβλιογραφία, κατηγοριοποίησή τους.

Πίνακας 3: Χαρακτηρισμός, πηγές και περιεχόμενα υλικά των ΑΣΑ
[Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2002]

Χαρακτηρισμός	Τυπικές Δραστηριότητες – Εγκαταστάσεις όπου Παράγονται	Τύποι και Συστατικά Αποβλήτων
Οικιακά απόβλητα	Κατοικίες, Πολυκατοικίες	Τροφικά Υπολείμματα, Ζυμώσιμα, Χαρτιά, Χαρτόνια, Πλαστικά, Υφάσματα, Δέρματα, Ξύλα, Απόβλητα Κήπων, Γυαλιά, Μέταλλα, Τέφρα, Ογκώδη Αντικείμενα, Επικίνδυνα Οικιακά Απόβλητα, Ηλεκτρικά Είδη-Συσκευές κλπ
Εμπορικά απόβλητα	Καταστήματα, Εστιατόρια, Γραφεία, Ξενοδοχεία, Μικρές Βιοτεχνίες, Τυπογραφεία, Συνεργεία, Ελαφρά Βιομηχανία	Χαρτιά, Χαρτόνια, Πλαστικά, Ξύλα, Τροφικά Υπολείμματα, Γυαλιά, Μέταλλα, Ειδικά Απόβλητα (ηλεκτρικές συσκευές, επικίνδυνα-τοξικά απόβλητα) κλπ
Απόβλητα ιδρυμάτων	Σχολεία, Νοσοκομεία, Διοικητήρια (εκτός των μολυσματικών αποβλήτων)	Χαρτιά, Χαρτόνια, Πλαστικά, Ξύλα, Τροφικά Υπολείμματα, Γυαλιά, Μέταλλα, Ειδικά Απόβλητα (ηλεκτρικές συσκευές, επικίνδυνα-τοξικά απόβλητα) κλπ
Απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων	Νέες Κατασκευές Κτιρίων, Δρόμων, Κατεδαφίσεις κλπ	Ξύλα, Σκυρόδεμα, Τούβλα, Καλώδια, Μέταλλα, Χώμα, Πέτρες κλπ
Απόβλητα καθαρισμού κοινόχρηστων χώρων	Καθαρισμός οδών, Πάρκων, Παράλιων Χώρων, Χώρων Αναψυχής	Σκουπίδια, Ξύλα, Κλαδιά
Απόβλητα εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων	Καύση Αποβλήτων, Βιολογικοί Καθαρισμοί, Σηπτικές Δεξαμενές κλπ	Τέφρα, Ιλύς

Υπάρχει και μια δεύτερη οπτική σύμφωνα με την οποία μπορούν να διαχωριστούν τα στερεά από τα λοιπά απόβλητα, η οποία είναι περισσότερο απτή, καθώς σχετίζεται με τις φυσικές τους ιδιότητες. Τα στερεά υλικά γενικά χαρακτηρίζονται από σημαντική γωνία αναπαύσεως (η γωνία που σχηματίζεται από την επιφάνεια του σωρού με το οριζόντιο επίπεδο και αποτελεί χαρακτηριστικό της ρευστότητας μιας ουσίας). Η φράση “σημαντική γωνία αναπαύσεως” δεν είναι σαφώς προσδιορισμένη, αλλά μπορεί να θεωρηθεί ως το μέγεθος της γωνίας που επιτρέπει το χειρισμό ενός υλικού με το συνήθη εξοπλισμό χειρισμού στερεών (ιμάντες, φορτωτές, φτυάρια). Αν το υλικό έχει επαρκή χαρακτηριστικά ρευστού, που δεν του επιτρέπουν να σχηματίσει σωρό χωρίς κάποιο τοίχο στήριξης, θεωρείται ότι είναι υγρό, ενώ σε άλλη περίπτωση θεωρείται στερεό απόβλητο [Ε. Βουδριάς, 2002].

Επίσης σκόπιμο είναι να οριστεί η έννοια της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Καταρχήν η έννοια της διαχείρισης, νοείται ως: *νόμιμη χρήση μέσων για την επίτευξη ενός τελικού σκοπού* [Ε. Βουδριάς, 2002]. Στο πεδίο των στερεών αποβλήτων, η διαχείριση, θέτει ως σκοπό την *απομάκρυνση των απορριμμάτων από το κοινωνικό γίνεσθαι και λαμβάνει την έννοια του ελέγχου της παραγωγής, αποθήκευσης, συλλογής, μεταφοράς, επεξεργασίας και διάθεσης των στερεών αποβλήτων με τρόπο σύμφωνο με τις αρχές της δημόσιας υγείας, των οικονομικών, της επιστήμης και της μηχανικής, λαμβάνοντας υπόψη και την στάση του κόσμου* [Ε. Βουδριάς,

2002].

1.2 Ιστορική αναδρομή

Αρχικά διαπιστώνεται, ότι η φύση δεν παράγει απορρίμματα καθώς, στα φυσικά οικοσυστήματα, αυτό που θεωρείται απόβλητο από έναν οργανισμό αποτελεί χρήσιμη πρώτη ύλη για κάποιον άλλο. Ο μηχανισμός αυτός μάλιστα είναι που τα συντηρεί και τα καθιστά υγιή

Βεβαίως οι πρώτες ανθρώπινες κοινωνίες αντιμετώπιζαν πολύ μικρότερα προβλήματα καθώς ο πληθυσμός τους ήταν σχετικά μικρός και οι διαθέσιμες εκτάσεις, όπου μπορούσαν να διατεθούν τα απορρίμματα, μεγάλες. Επιπλέον, αφενός τα απορρίμματα αποτελούνταν κατά βάση από φυσικά – βιοαποδομήσιμα υλικά, και αφετέρου η αξιοποίησή των αγαθών διεξάγονταν στο μέγιστο βαθμό, καθώς σημερινές τάσεις όπως η ανακύκλωση, η επαναχρησιμοποίηση και η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων υπαγορεύονταν από λόγους ανάγκης, αν και δεν είχαν σχηματιστεί ακόμα ως αυτόνομες έννοιες. Η ανάγκη επιβίωσης και η οικονομική δυσπραγία δεν άφηναν περιθώρια για απόρριψη δυνητικά χρήσιμων υλικών.

Προοδευτικά, παράλληλα με την αύξηση του πληθυσμού και της πολυπλοκότητας των κοινωνιών, αυξήθηκαν οι ποσότητες και η επικινδυνότητα των απορριμμάτων, καθώς νέα υλικά δημιουργήθηκαν, νέες παραγωγικές διαδικασίες τέθηκαν σε ευρεία εφαρμογή και ο πληθυσμός συγκεντρώθηκε σε πόλεις και μεταβλήθηκε από αγροτικό σε αστικό. Με χρονική υστέρηση έγινε συνειδητό ότι η πρότερη αυτοσχεδιαστική στρατηγική διαχείρισης των απορριμμάτων δεν ήταν δυνατόν να συνεχιστεί. Η διάθεση των απορριμμάτων, άργησε να αναγνωριστεί ως σημαντικό θέμα που πρέπει να διαχειριστούν οι ανθρώπινες κοινωνίες. Η πρακτική της ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων σε δρόμους, πλατείες, επιφανειακά ύδατα και αχρησιμοποίητες γαίες είχε ως συνέπεια την ανάπτυξη τρωκτικών, εντόμων και μικροοργανισμών και ήταν υπεύθυνη για τη μετάδοση ασθενειών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η επιδημία πανώλης που θανάτωσε εκατομμύρια Ευρωπαίων κατά τον 14ο αιώνα. Μόλις κατά τον 19ο αιώνα έγινε συνειδητό ότι απορρίμματα τροφίμων μπορεί να είναι η αιτία τέτοιων προβλημάτων και ότι αυτά απαιτούσαν ειδικό τόπο διάθεσης [E. Βουδριάς, 2002].

1.3 Κοινωνικές προεκτάσεις των απορριμμάτων

Ζήτημα καίριας σημασίας, το οποίο συχνά παραγνωρίζεται, είναι ότι ο χαρακτηρισμός ενός υλικού ως “απόβλητο” είναι κάτι κατεξοχήν υποκειμενικός, καθώς υπεισέρχεται η ποιοτική έννοια της χρησιμότητας. Αυτό που είναι άχρηστο σε κάποιον, και άρα “απόβλητο”, κάλλιστα μπορεί να θεωρείται χρήσιμο σε κάποιον άλλον για τον οποίον και να αποτελεί αγαθό (“*one man's waste is another one's gold*”). Κατά

συνέπεια η έννοια του απόβλητου σχετίζεται άμεσα με κάποιο υποκείμενο, έναν ιδιοκτήτη ο οποίος το χαρακτηρίζει ως τέτοιο και δεν είναι εγγενής. Σε αυτήν ακριβώς τη θεώρηση εδράζονται οι έννοιες της ανάκτηση, ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων [Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2002].

Η διάσταση αυτή, της έννοιας και του ορισμού των αποβλήτων, δεν διαπιστώθηκε έγκαιρα από την Ευρωπαϊκή Ένωση, η οποία αναγνωρίζει προβλήματα που ανακύπτουν, στην οικονομική διάσταση της διαχείρισής τους, ακριβώς λόγω της ασάφειας του τι είναι απόβλητο και τι όχι. Στην ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής “*Ένα βήμα μπροστά για την αειφόρο χρήση των πόρων: Θεματική Στρατηγική για την πρόληψη της δημιουργίας και την ανακύκλωση των αποβλήτων*” [Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2005] αναφέρεται (σελ. 14):

“απαιτείται η αποσαφήνιση του πότε κάποιο απόβλητο παύει να είναι απόβλητο (και γίνεται νέα ή δευτερογενής πρώτη ύλη)”

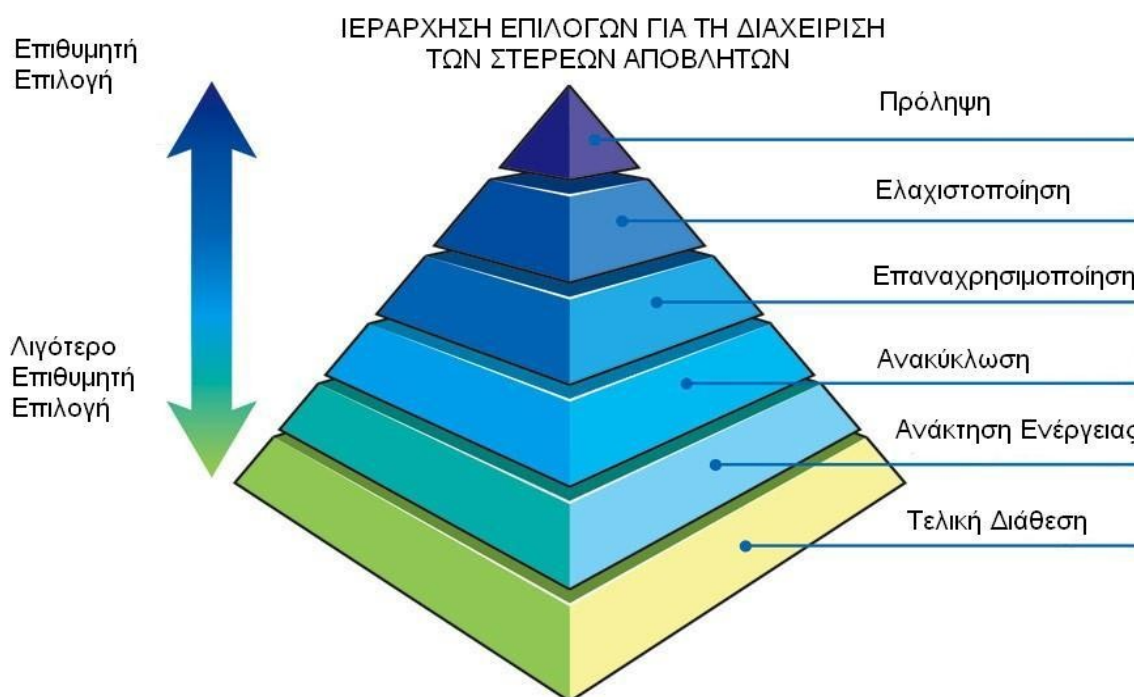
και

“Ο σημερινός ορισμός των αποβλήτων δεν καθορίζει σαφή όρια για την περίπτωση που κάποιο απόβλητο έχει υποστεί επαρκή επεξεργασία και πρέπει να θεωρείται ως προϊόν. Αυτό είναι προβληματικό, καθώς δημιουργεί νομική αβεβαιότητα και διοικητικές δαπάνες για τις επιχειρήσεις και τις αρμόδιες αρχές”

Στο ίδιο κείμενο προτείνονται δράσεις αντιμετώπισης αυτών των παραμέτρων, στις οποίες περιλαμβάνεται και η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) – διάσταση που θα αναλυθεί περαιτέρω σε επόμενη ενότητα της εργασίας – ωστόσο η αντιμετώπιση εστιάζει στην αντιμετώπιση των οικονομικών παραμέτρων του προβλήματος. Στην ίδια πηγή περιγράφονται οι θεμελιώδεις αρχές που πρέπει να διέπουν την διαχείριση των αποβλήτων καθώς και η ιεράρχηση α. Οι αρχές αυτές είναι:

1. Αρχή της πρόληψης ή και μείωσης των παραγόμενων αποβλήτων
2. Αρχή επαναχρησιμοποίησης των υλικών
3. Αρχή ανακύκλωσης και αξιοποίησης των υλικών
4. Αρχή ανάκτησης ενέργειας
5. Αρχή της ασφαλούς διάθεσης

Η ιεράρχησή στους σχηματικά παριστάνεται στην ακόλουθη εικόνα 1.



Εικόνα 1: Ιεράρχηση επιλογών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων

<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=36&lang=gr/>

1.3.1 Αρχή της πρόληψης ή και μείωσης των παραγόμενων αποβλήτων

Θεμέλιο λίθο στην πρόληψη παραγωγής απορριμμάτων αποτελεί η εκτίμηση των επιπτώσεων από το στάδιο της εξαγωγής πρώτων υλών ακόμα, μέχρι την επεξεργασία, τη μεταποίηση τη μεταφορά και χρήση τους. Εργαλείο για να πραγματοποιηθεί η προϋπόθεση αυτή είναι η ΑΚΖ, αλλά σήμερα δεν υπάρχουν μέθοδοι αντίστοιχες μελέτες για τα κάθε είδους προϊόντα, κατασκευές ή υπηρεσίες. Σε ορισμένες περιπτώσεις η πρόληψη επιτυγχάνεται με περιορισμούς ή απαγορεύσεις στη χρήση συγκεκριμένων ουσιών – όπως τα βαρέα μέταλλα – ώστε να προλαμβάνεται η δημιουργία επικίνδυνων αποβλήτων στο τέλος του κύκλου ζωής των αντίστοιχων προϊόντων. Άλλοι τρόποι επίτευξης της πρόληψης, είναι τα προγράμματα οικολογικών ελέγχων, η θέσπιση κινήτρων ή αντικινήτρων φορείς – όπως το οικολογικό σήμα – και η ενθάρρυνση των καταναλωτών να αγοράσουν προϊόντα που ρυπαίνουν λιγότερο [www.eedsa.gr],[Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2005].

1.3.2. Αρχή επαναχρησιμοποίησης των υλικών

Η αρχή αυτή συνδυάζεται με την αρχή της ευθύνης του παραγωγού, οδηγώντας στο ότι ο κατασκευαστής πρέπει να λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα, όχι μόνο για να περιορίσει τη δημιουργία αποβλήτων – με ορθολογική χρήση φυσικών πόρων, ανανεώσιμες πρώτες ύλες και μη επικίνδυνα υλικά – αλλά και για τη

δημιουργία προϊόντων που επιτρέπουν και κατά το δυνατόν διευκολύνουν την επαναχρησιμοποίηση και ανάκτησή τους κατά το στάδιο της [www.eedsa.gr], [Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2005].

1.3.3 Αρχή ανακύκλωσης και αξιοποίησης των υλικών

Η ανάκτηση υλικών από τα απορρίμματα αποτελεί τον πυρήνα της διαχείρισής τους. Αυτό σημαίνει ότι σε περιπτώσεις όπου η δημιουργία αποβλήτων δεν μπορεί να αποφευχθεί, αυτά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ή να υποβάλλονται σε διαδικασίες ανάκτησης υλικών. Για να επιτευχθεί αυτό αποτελεσματικά είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός τους στην πηγή, δηλαδή προϋποτίθεται η ενεργή συμμετοχή των πολιτών στη διαχείριση των απορριμμάτων και τους καθιστά περισσότερο ευαίσθητους ως προς την ανάγκη μείωσης της παραγωγής αποβλήτων. Σημαντική επίσης προϋπόθεση αποτελεί για την οικονομική βιωσιμότητα συστημάτων ανακύκλωσης και η δημιουργία αγορών για τα προϊόντα που θα προκύψουν [www.eedsa.gr], [Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2005].

1.3.4 Αρχή ανάκτησης ενέργειας

Η ευρωπαϊκή νομοθεσία συστήνει, με την τέταρτη αρχή της ότι σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η ανάκτηση υλικών από τα απορρίμματα λόγω τεχνικών περιορισμών, τα απόβλητα με σημαντικό θερμικό περιεχόμενο θα πρέπει να οδηγούνται σε μονάδες καύσης με στόχο την ανάκτηση ενέργειας, ώστε να διατίθεται εδαφικά μόνο το κλάσμα που δεν δύναται να αξιοποιηθεί [www.eedsa.gr], [Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2005]. Βεβαίως το θέμα της καύσης των απορριμμάτων, σε σχέση με την ρύπανση που ενδεχομένως δημιουργούν οι σχετικές μονάδες και την αντίθεσή της με τους στόχους της ανακύκλωσης, ιδίως των πλαστικών και χαρτιών τα οποία έχουν σημαντικό ενεργειακό περιεχόμενο, είναι πολυσύνθετο και θα τεθεί υπό λεπτομερέστερη εξέταση στο σχετικό κεφάλαιο της εργασίας.

1.3.5 Αρχή της ασφαλούς διάθεσης

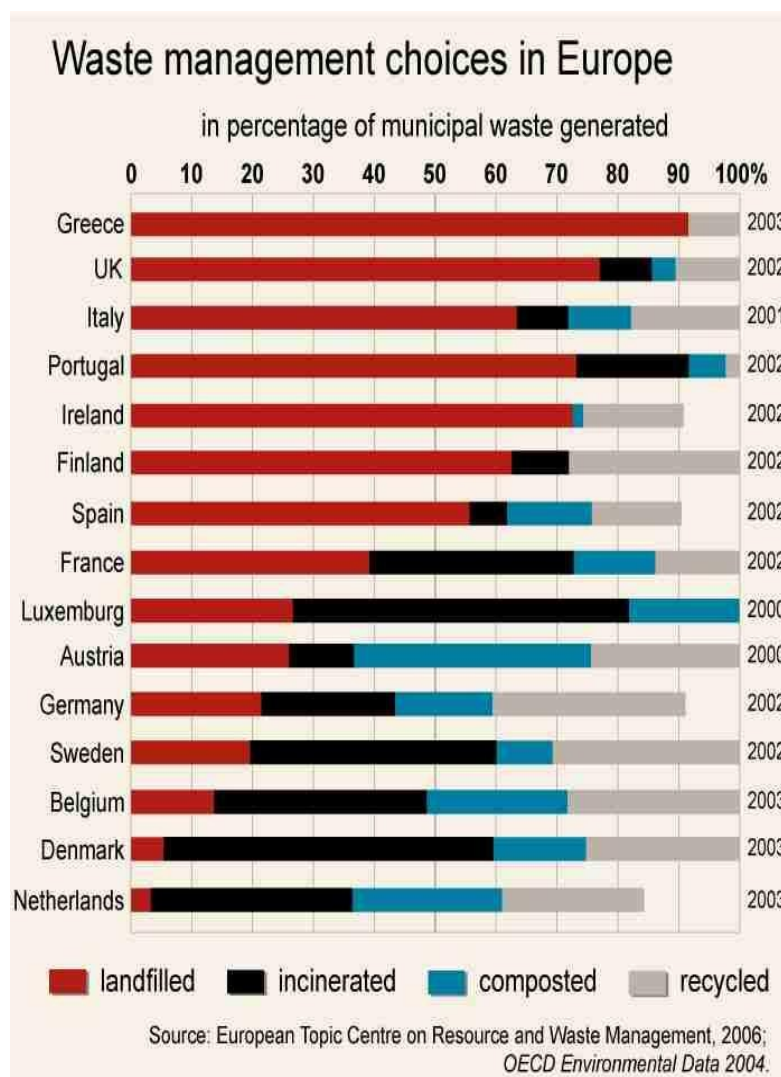
Η τελική διάθεση στερεών αποβλήτων εδαφικά, με τη μορφή που διεξάγεται σήμερα, έχει βαρύτατες επιπτώσεις στο περιβάλλον και θα πρέπει να επιλέγεται ως έσχατη λύση. Προφανές είναι ωστόσο ότι εφόσον οι προηγούμενες κατευθύνσεις εφαρμοστούν στο ακέραιο, στην ιδεατή τους μορφή, στην εδαφική διάθεση θα καταλήγουν μόνο επεξεργασμένα – αδρανή απόβλητα τα οποία δεν είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν περαιτέρω.

Το Δεκέμβριο του 2005 ανακοινώθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή η νέα θεματική στρατηγική για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Στόχος της στρατηγικής είναι να μειωθούν οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αποβλήτων καθ' όλο τον κύκλο ζωής τους, από την παραγωγή μέχρι την τελική διάθεσή τους, μέσω της ανακύκλωσης. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει να αντιμετωπίζεται κάθε είδος

αποβλήτων όχι μόνο ως πηγή ρύπανσης που επιβάλλεται να μειωθεί, αλλά και ως ενδεχόμενος πόρος που προσφέρεται για εκμετάλλευση. Η νέα στρατηγική προβλέπει την απλοποίηση της κείμενης νομοθεσίας αποσκοπώντας στην συγχώνευση της οδηγίας για τα επικίνδυνα απόβλητα και της οδηγία για τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια αλλά και στην εξάλειψη των αλληλοεπικαλύψεων μεταξύ της οδηγίας πλαισίου για τα απόβλητα και της οδηγίας για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης. Επιπροσθέτως προβλέπει την ενθάρρυνση του τομέα της ανακύκλωσης με στόχο την επανένταξη, με ελάχιστο περιβαλλοντικό αντίκτυπο, των αποβλήτων στον οικονομικό κύκλο με τη μορφή προϊόντων ποιότητας. Η νέα στρατηγική προβλέπει και άλλα μέτρα, όπως η ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τη φορολογία της οριστικής εναπόθεσης των αποβλήτων σε εθνικό επίπεδο καθώς και, μακροπρόθεσμα, τη λήψη μέτρων βάσει της φύσης των υλικών και ενδεχομένως μέτρων συμπλήρωσης των μηχανισμών της αγοράς, σε περίπτωση που δεν επαρκέσουν για την εξασφάλιση της ανάπτυξης της ανακύκλωσης

1.4 Η ελληνική πρακτική

Η μέχρι στιγμής πρακτική που ακολουθεί η Ελλάδα εστιάζεται στην εδαφική διάθεση των απορριμμάτων χωρίς να παρουσιάζεται σημαντική διείσδυση εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης. Στο παρακάτω διάγραμμα (εικόνα 2) φαίνεται παραστατικά η αποκλειστική σχεδόν χρήση της εδαφικής διάθεσης, σε ποσοστό 93% περίπου και η εφαρμογή μεθόδων ανακύκλωσης κατά το υπόλοιπο 7%, επί της ποσότητας των παραγόμενων αποβλήτων στην Ελλάδα, σε αντιδιαστολή με υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες όπου εφαρμόζονται περισσότερες μέθοδοι διαχείρισης σε διαφορετικά ποσοστά διείσδυσης. Πρέπει ωστόσο να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στο ότι η εδαφική διάθεση αποτελεί την ιεραρχικά κατώτερη μέθοδο στη διαχείριση των ΑΣΑ που προκρίνει η νομοθεσία της ΕΕ.



Εικόνα 2: Πρακτικές διαχείρισης ΑΣΑ σε χώρες της ΕΕ

Ο λόγος αυτός έχει οδηγήσει στην έναρξη έντονου διαλόγου σχετικά με τις προτεραιότητες και τις – πολιτικές και διοικητικές – κατευθύνσεις στις οποίες πρέπει να κινηθεί η αναπροσαρμογή της διαχείρισης των απορριμμάτων που πρέπει να εφαρμοστεί στη χώρα μας.

Ο διάλογος αυτός εστιάζεται σε σημαντικό βαθμό γύρω από την εφαρμογή ή όχι της αξιοποίησης των απορριμμάτων με θερμικές μεθόδους, σημείο το οποίο δέχεται έντονη κριτική (ενδεικτικά [Σ. Ψωμάς, 2005]), αλλά έχει και πολλούς υποστηρικτές για εφαρμογές σε μικρή ή μεγαλύτερη κλίμακα (ενδεικτικά [Α, Zampaniotou and N. Giannoulidis, 2002], [N. Koukouzas et al, 2007]). Εναλλακτικές πρακτικές όπως η ανακύκλωση/ επαναχρησιμοποίηση και η κομποστοποίηση των απορριμμάτων αποτελούν σημεία όπου δεν παρουσιάζονται τριβές, αντιθέτως συνήθως συναντούν μεγάλη αποδοχή και είναι επιδίωξη των κατοίκων και των διοικητικών αρχών. Σε κάθε περίπτωση όμως γενική διαπίστωση αποτελεί ότι στο πεδίο της διαχείρισης των απορριμμάτων πρέπει να συντελεστούν σύντομα δραστικές αλλαγές ώστε να

αντιμετωπιστούν με σύγχρονο τρόπο οι αδυναμίες και ελλείψεις που παρουσιάζονται και να επιλυθεί με τρόπο οριστικό ένα μείζον πρόβλημα [K. Hadjibiros and D. Dermatas, 2007].

Με αυτό το πρόβλημα θα ασχοληθεί και η παρούσα εργασία εστιάζοντας στη μελέτη περίπτωσης του Νομού Ξάνθης, για τον οποίο, με βάσει τις αρχές της μεθοδολογίας της ανάλυσης κύκλου ζωής θα εξεταστούν εναλλακτικά δυνατά σενάρια διαχείρισης απορριμμάτων που φαίνονται δυνατά να αναπροσαρμόσουν την υπάρχουσα κατάσταση με επιτυχημένο τρόπο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής

2.1 Τι είναι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) είναι μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα, προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον. Στη συνέχεια εκτιμώνται οι επιπτώσεις από τη χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων και αναγνωρίζονται και εκτιμώνται οι δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων [Χ. Ι. Κορωναίος, 2007], [SETAC, 1991].

Η ανάλυση περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής (Σχήμα 4) ενός προϊόντος, μιας διεργασίας ή μίας δραστηριότητας, δηλαδή την εξαγωγή και επεξεργασία πρώτων υλών, την κατασκευή, μεταφορά, διανομή, χρήση, συντήρηση και διαχείριση των αποβλήτων [SETAC, 1991].



Σχήμα. 4: Κύκλος ζωής προϊόντος

Ένας επικρατής ορισμός της ΑΚΖ την περιγράφει ως: *Η ανάλυση κύκλου ζωής είναι η διαδικασία καταγραφής και ανάλυσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός προϊόντος (χρήσης ενέργειας και πρώτων υλών, ρύπανση ατμόσφαιρας, νερού, εδάφους κ.ο.κ.) καθ' όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής του, από τη σύλληψη μέχρι την απόρριψή του.* Στον παραπάνω ορισμό, ο όρος «προϊόν» έχει ευρύτερη έννοια καθώς με την ΑΚΖ μπορούν επίσης να μελετηθούν και να αναλυθούν μια σειρά από διεργασίες και δραστηριότητες της σύγχρονης κοινωνίας [Δ. Γεωργακέλλος, 1999].

Ο βασικός λόγος για την ανάπτυξη της ΑΚΖ ήταν η ανάγκη για σύγκριση υλικών και διεργασιών

προκειμένου να προσδιοριστεί το βέλτιστο από περιβαλλοντικής άποψης, καταγράφοντας και ελέγχοντας όλα τα στάδια της ζωής τους. Με δεδομένο ότι ρύπανση του περιβάλλοντος μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε στάδιο της ζωής ενός προϊόντος και ότι, αλλαγές σε κάποιο από τα στάδια αυτά είναι πιθανόν να έχει θετικές ή αρνητικές συνέπειες στα υπόλοιπα στάδια τόσο στη δημιουργία ρύπανσης, όσο και στην κατανάλωση ενέργειας και πρώτων υλών.

Τα διάφορα περιβαλλοντικά προγράμματα και στρατηγικές εστιάζονται συνήθως στην ρύπανση ενός μόνο μέσου (αέρα, υδάτων ή εδάφους) με αποτέλεσμα συχνά οι προσπάθειες για μείωση της ρύπανσης του μέσου αυτού να έχουν ως συνέπεια την αύξηση της ρύπανσης κάποιου άλλου μέσου. Πολλές φορές μάλιστα, το γεγονός αυτό μπορεί να εμφανίζει την μορφή αλυσίδας. Ως παράδειγμα αναφέρεται ότι για την διαχείριση των στερεών αστικών και λοιπών απορριμμάτων επιλέγεται συχνά η λύση της αποτέφρωσης. Η λύση αυτή, προϋποθέτει μεγάλες μονάδες αποτέφρωσης οι οποίες με τη σειρά τους επιβαρύνουν το περιβάλλον με την εκπομπή στον ατμοσφαιρικό αέρα μεγάλων ποσοτήτων αέριων ρυπαντών. Προκειμένου να αποφευχθεί αυτή η αέρια ρύπανση αναπτύχθηκε ειδική τεχνολογία ελέγχου και περιορισμού των ρυπαντών αυτών η οποία με την σειρά της έχει ως επακόλουθο την δημιουργία υγρών ρυπαντών οι οποίοι, αν δεν ελεγχθούν, μολύνουν τα ύδατα. Συνεπώς, η ΑΚΖ μπορεί να συντελέσει, όχι μόνο στο να εξακριβωθεί εάν κάποια προτεινόμενη αλλαγή σε προϊόν ή διεργασία έχει ενδεχομένως αρνητικές παρενέργειες στο περιβάλλον, αλλά και στο να καταγραφούν οι παρενέργειες αυτές ποσοτικά [Δ. Γεωργακέλλος, 1999]

Γενικός σκοπός της ΑΚΖ είναι να αποτιμήσει τις επιδράσεις από τη χρήση ενέργειας και την επεξεργασία υλικών, συμπεριλαμβανομένης της απόρριψης αποβλήτων στο περιβάλλον και να εκτιμήσει τις δυνατότητες επίτευξης περιβαλλοντικών βελτιώσεων σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση πρώτων υλών και ενέργειας σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Οι ρίζες της τεχνικής της ΑΚΖ επεκτείνονται πίσω στη δεκαετία του 70 όταν ακαδημαϊκοί στην Ελβετία, Γερμανία και τις ΗΠΑ ανέπτυξαν τεχνικές για ενεργειακούς και περιβαλλοντικούς υπολογισμούς κατά το στάδιο του σχεδιασμού προϊόντων. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του '80 τα οφέλη της τεχνικής έγιναν αισθητά στη βιομηχανία, ενώ στις αρχές της δεκαετίας του '90 ένα κύμα ερευνητικών προγραμμάτων έδωσε ιδιαίτερη ώθηση στην ΑΚΖ. Εντούτοις, θεωρείται ότι η καθιέρωση της ως περιβαλλοντικό εργαλείο έγινε μόλις στα τέλη της δεκαετίας του 90 με την έκδοση της σχετικής σειράς διεθνών προτύπων ISO 14040 – 14049 [J. A. Todd and M. A. Curran, 1999].

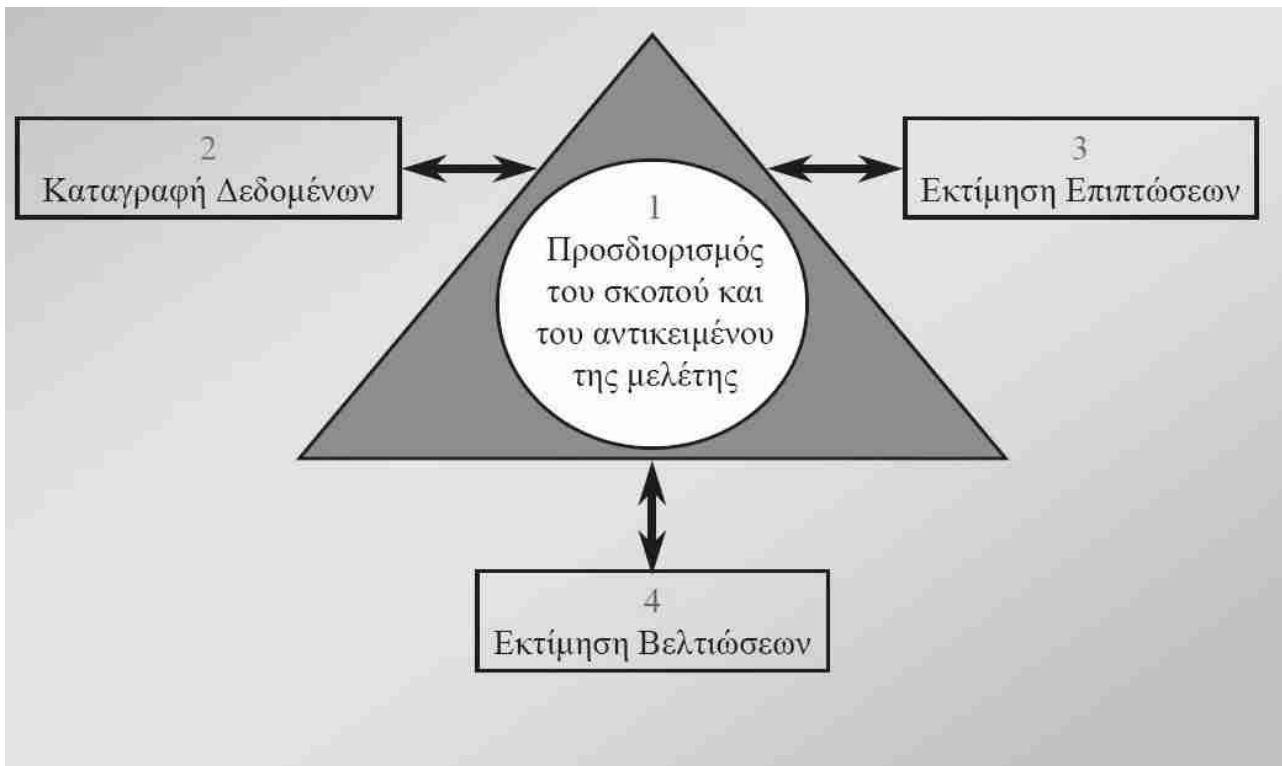
Η τεχνική εφαρμογής της ΑΚΖ βασίζεται στη δημιουργία ενός είδους μοντέλου, το οποίο διαμορφώνει ο χρήστης προσπαθώντας να περιγράψει όσο το δυνατό πιο ρεαλιστικά ένα σύστημα. Το σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ένα στατικό μοντέλο προσομοίωσης που αποτελείται από διεργασίες, η κάθε μια από τις οποίες αντιπροσωπεύει μια ή περισσότερες δραστηριότητες. Στην ακόλουθη ενότητα περιγράφονται τα βασικά στάδια εφαρμογής της μεθοδολογίας της ΑΚΖ όπως και οι αλληλοσυσχέτισή τους.

2.2 Η Μεθοδολογία της ΑΚΖ

Η εφαρμογή της ΑΚΖ χωρίζεται σε τέσσερα βασικά στάδια (Σχήμα 5):

- Προσδιορισμός του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης
- Απογραφή δεδομένων
- Εκτίμηση επιπτώσεων
- Εκτίμηση βελτιώσεων

Την διατύπωση αυτή έχει υιοθετήσει και η εταιρία Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC), η οποία αποτελεί τον κύριο φορέα ανάπτυξης και έρευνας του επιστημονικού πεδίου της ΑΚΖ. Η αλληλοσυσχέτιση των σταδίων μεθοδολογίας της ΑΚΖ κατά SETAC συμβολικά παριστάνεται ως:



Σχήμα. 5: Μεθοδολογία ΑΚΖ κατά SETAC

[X. I. Κορωναίος, 2008]

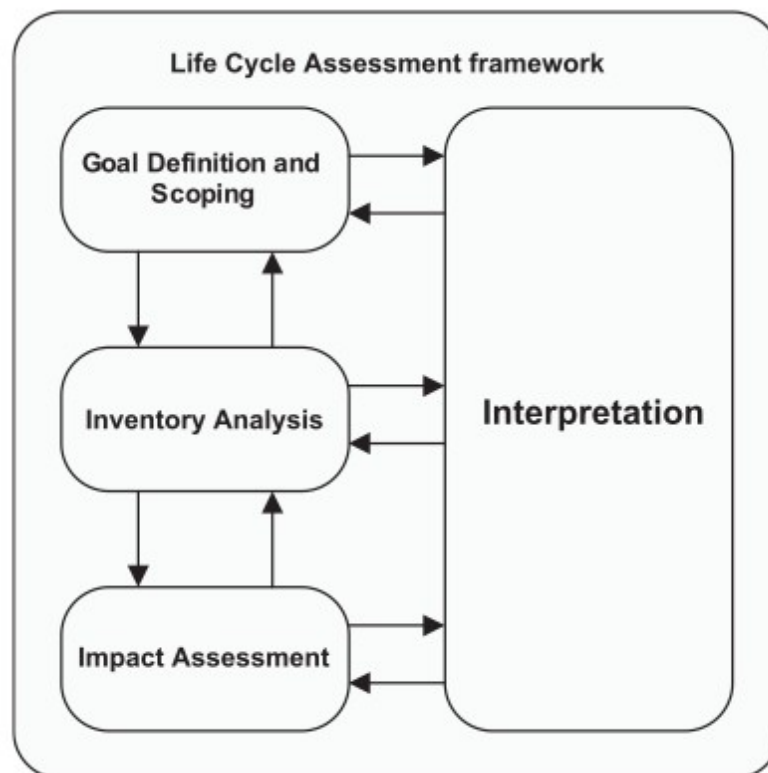
Τα στάδια ανάπτυξης της μεθοδολογίας της ΑΚΖ διατυπώνονται ως [X.I. Κορωναίος, 2007], [EPA 2006]:

- **Ορισμός του σκοπού (goal) και του πλαισίου – αντικειμένου (scope) της μελέτης.** Περιγράφεται το προϊόν, η διαδικασία ή η υπηρεσία η οποία θα αναλυθεί, ορίζεται το πλαίσιο στο οποίο θα κινηθεί η ανάλυση και καθορίζονται τα όρια αυτής όπως και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που θα ληφθούν υπόψη.
- **Καταγραφή δεδομένων (life cycle inventory analysis).** Στο στάδιο αυτό αναγνωρίζονται και ποσοτικοποιούνται η ενέργεια, το νερό και οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται, καθώς και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τον κύκλο ζωής του προϊόντος/διαδικασίας/υπηρεσίας που

αναλύεται.

- **Ανάλυση επιπτώσεων κύκλου ζωής** (life cycle impact assessment). Αποτιμώνται οι επιπτώσεις των παραμέτρων που απογράφησαν στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Η εκτίμηση των επιπτώσεων αποτελείται από τρία μέρη: i) ταξινόμηση ii) χαρακτηρισμό iii) αξιολόγηση.
- **Εκτίμηση Βελτιώσεων**. Αξιολογούνται τα αποτελέσματα των δύο προηγούμενων σταδίων, ώστε να επιλεγεί το βέλτιστο προϊόν, διαδικασία ή υπηρεσία, με πλήρη κατανόηση των αβεβαιοτήτων και υποθέσεων που οδηγούν στο συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Βάσει της ανάλυσης που έχει προηγηθεί χρησιμοποιείται στο να ληφθούν αποφάσεις που θα βελτιώσουν διαδικασίες και καταστάσεις που αφορούν στη βιομηχανία ή/και στο περιβάλλον. Βάσει του SETAC, στο στάδιο αυτό διεξάγεται η συστηματική αξιολόγηση των αναγκών και δυνατοτήτων για την μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που συνδέεται με τη χρήση ενέργειας και πρώτων υλών καθώς και με τις περιβαλλοντικές εκπομπές καθ'όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής προϊόντων, διεργασιών και δραστηριοτήτων.

Το ακόλουθο σχήμα 6 περιγράφει την συσχέτιση των σταδίων αυτών, ενώ στις επόμενες ενότητες επεξηγούνται οι βασικότερες έννοιες που σχετίζονται με τη διεξαγωγή της ΑΚΖ.



Σχήμα. 6: Μεθοδολογία ΑΚΖ

[C. Koroneos, et al, 2004],

Αρχικά πρέπει να τονιστεί ότι κάθε σύστημα πρέπει να εξετάζεται συνολικά ώστε να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις και να επιλεγθεί η βέλτιστη επιλογή. Αυτό πρέπει να είναι ορισμένο έτσι ώστε να περιλαμβάνεται το σύνολο του κύκλου ζωής, ειδάλλως σημαντικά στάδια μπορεί να παραληφθούν. Οι διαδικασίες για τη διεξαγωγή της καταγραφής των δεδομένων έχουν καθοριστεί από διεθνείς οργανισμούς (SETAC, ISO) έτσι ώστε να διευκολύνεται η διεξαγωγή τέτοιων αναλύσεων [C. Koroneos et al, 2004].

2.2.1 Σκοπός και Πλαίσιο της ΑΚΖ

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

Σημαντικά ζητήματα που συνδέονται με το σκοπό και το πλαίσιο της ΑΚΖ, είναι [J. A. Todd and M. A. Curran, 1999]:

- Η ακριβής αποτύπωση του σκοπού για τον οποίο γίνεται η ΑΚΖ
- Ο λεπτομερής καθορισμός του κύκλου ζωής και της χρήσης του προϊόντος
- Ο καθορισμός της λειτουργικής μονάδας
- Ο ορισμός και περιγραφή των ορίων του συστήματος
- Καθορισμός του σκοπού και του πλαισίου της μελέτης
- Συλλογή και καταγραφή δεδομένων (εισροές & εκροές)
- Αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Ερμηνεία και κατανόηση πληροφοριών, δεδομένων και αποτελεσμάτων ΑΚΖ
- Ο καθορισμός των ποιοτικών προδιαγραφών για τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν
- Οι υποθέσεις, περιορισμοί και απαιτήσεις για την επακόλουθη ερμηνεία
- Το ακροατήριο στο οποίο τα αποτελέσματα θα διαχυθούν και ο τρόπος που θα εφαρμοστούν
- Ο τύπος και η μορφή της έκθεσης για τη μελέτη

Ο καθορισμός του σκοπού και του πλαισίου προκύπτει από την ανάγκη για συνέπεια κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της ΑΚΖ. Στην πράξη, το πλαίσιο της μελέτης είναι ο προσδιορισμός του επιπέδου λεπτομέρειας που απαιτείται για την εφαρμογή των αποτελεσμάτων. Το αποτέλεσμα της μελέτης εξαρτάται κυρίως από την ακρίβεια των στοιχείων που εισάγονται [EPA 2006].

2.2.2 Λειτουργική Μονάδα

Η λειτουργική μονάδα είναι ένα βασικό στοιχείο της ΑΚΖ που πρέπει να καθοριστεί. Η λειτουργική μονάδα είναι ένα μέτρο της λειτουργίας του συστήματος υπό μελέτη και παρέχει μια αναφορά τόσο για τα εισαγόμενα στοιχεία όσο και για τα αποτελέσματα, επιτρέποντας τη σύγκριση δύο διαφορετικών συστημάτων. Ο καθορισμός μιας λειτουργικής μονάδας πιθανό να είναι δύσκολος, καθώς αυτή πρέπει να είναι ακριβής και συγκρίσιμη έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ολόκληρη τη μελέτη. Ενδεικτικό παράδειγμα επιλογής λειτουργικής μονάδας είναι η σύγκριση βάσει ΑΚΖ του υγρού σαπουνιού με το σαπούνι σε πλάκα. Λειτουργική μονάδα σε αυτή την περίπτωση μπορεί να οριστεί ένας κοινός αριθμός καθαρισμού χεριών, ώστε η σύγκριση να γίνεται επί κοινής βάσης και τα αποτελέσματα να είναι άμεσα συγκρίσιμα [EPA 2006].

2.2.3 Όρια του Συστήματος

Τα όρια του συστήματος καθορίζουν ποιες διεργασίες θα πρέπει να συμπεριληφθούν στη μελέτη ΑΚΖ. Ο καθορισμός των ορίων του συστήματος, είναι εν μέρει υποκειμενικός, και γίνεται συνήθως κατά τον ορισμό του πλαισίου. Όρια που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι για παράδειγμα τα όρια μεταξύ τεχνόσφαιρας (διεργασίες, υλικά και άλλα είδη που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας) και οικόσφαιρας (διεργασίες και υλικά που δεν προκύπτουν από κάποια ανθρώπινη δραστηριότητα), γεωγραφικά και χρονικά όρια και τα όρια μεταξύ του κύκλου ζωής υπό μελέτη και των κύκλων ζωής άλλων συστημάτων (π.χ. παραγωγή κεφαλαιουχικών αγαθών) [J. A. Todd and M. A. Curran, 1999].

2.2.4 Ποιότητα δεδομένων

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

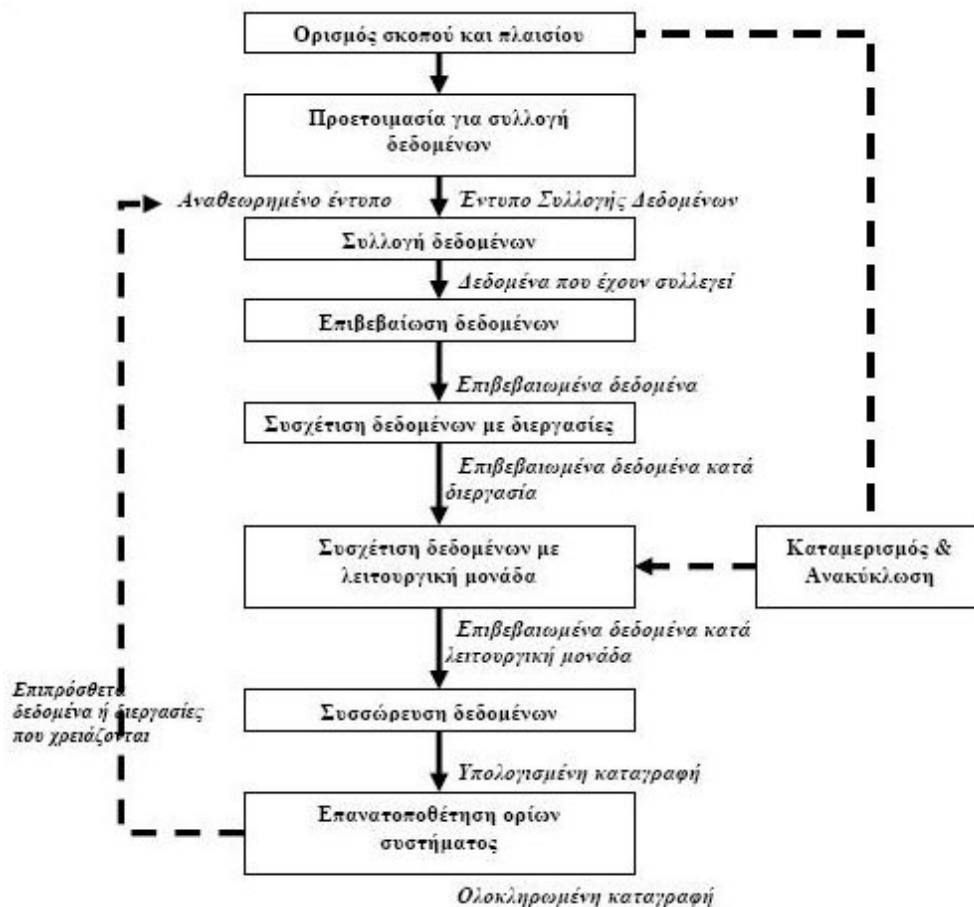
2.2.5 Συλλογή Δεδομένων: Καταγραφή Κύκλου Ζωής

Για την ολοκλήρωση του μοντέλου είναι αναγκαία η συλλογή δεδομένων για κάθε διεργασία που βρίσκεται εντός των ορίων του συστήματος. Τα δεδομένα που χρειάζονται είναι συνδυασμός εισροών και εκροών σε κάθε διεργασία που περιλαμβάνεται στα όρια του συστήματος. Για τη συλλογή δεδομένων πρέπει, μεταξύ άλλων, να σχεδιάζονται κατάλληλα έντυπα συλλογής δεδομένων. Στη συνέχεια τα δεδομένα επαληθεύονται και σχετίζονται με τη λειτουργική μονάδα προκειμένου να επιτραπεί η συνάθροιση των αποτελεσμάτων. Ένα πολύ ευαίσθητο βήμα σε αυτήν τη διαδικασία υπολογισμού είναι η κατανομή των ροών στο περιβάλλον π.χ. Οι εκπομπές στον αέρα, νερό και έδαφος.

Επίσης, ένα άλλο πρόβλημα προκύπτει από το γεγονός ότι αρκετές διεργασίες παράγουν περισσότερα από ένα προϊόντα, που πιθανόν να μην βρίσκονται εντός των ορίων του συστήματος. Επομένως, τόσο οι εξαγωγές πρώτων υλών όσο και οι περιβαλλοντικές εκπομπές που σχετίζονται με τη συνολική διεργασία, θα πρέπει να καταμερίζονται στα διαφορετικά προϊόντα της διεργασίας. Η συλλογή δεδομένων είναι το στάδιο με τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε πόρους και χρόνο σε μία ΑΚΖ.

Το Σχήμα 7 δείχνει τις απαιτήσεις σε στοιχεία κατά τη διάρκεια μίας ΑΚΖ, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14041. Τα συστήματα παραγωγής προϊόντων συνήθως περιλαμβάνουν ορισμένες διεργασίες οι οποίες είναι οι ίδιες σχεδόν για όλες τις μελέτες, όπως, η προμήθεια ενέργειας, οι μεταφορές, οι υπηρεσίες επεξεργασίας αποβλήτων και η παραγωγή χημικών ουσιών. Οι διεργασίες αυτές ονομάζονται διεργασίες παρασκηνίου (background processes). Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμες βάσεις δεδομένων με

στοιχεία για πολλές από αυτές. Η επαναχρησιμοποίηση στοιχείων από προηγούμενες μελέτες μπορεί να απλοποιήσει την εργασία συλλογής δεδομένων, εντούτοις αυτό πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή έτσι ώστε τα δεδομένα να είναι αντιπροσωπευτικά.



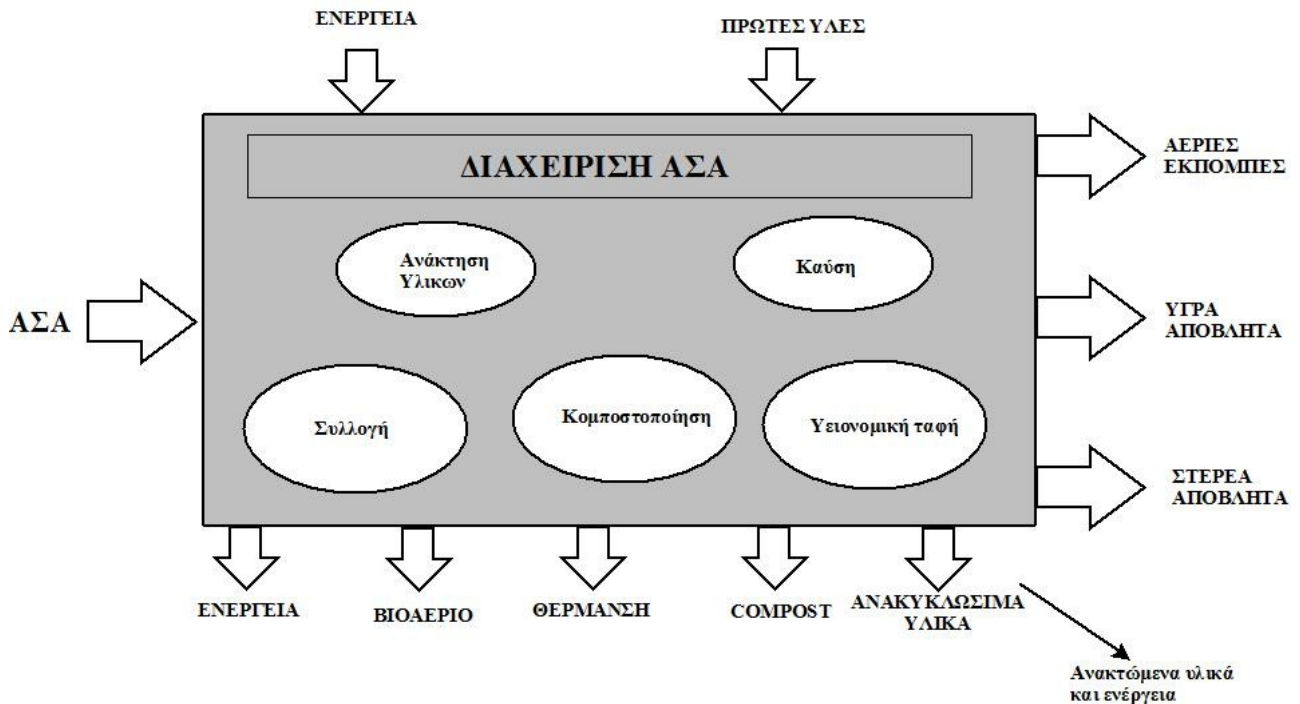
Σχήμα. 7: Επεξήγηση των αναγκών σε στοιχεία για το στάδιο της καταγραφής κατά την ΑΚΖ [ISO 14041,1998]

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της ΑΚΖ είναι η συστηματική προσέγγιση του αντικειμένου της μελέτης, που έχει ως συνέπεια την αποφυγή της αλλαγής του προβλήματος μεταξύ των διάφορων σταδίων της ανάλυσης. Από την άλλη ένα από τα βασικά μειονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι απαιτεί μεγάλο αριθμό λεπτομερών δεδομένων, χρόνο και εξειδικευμένη γνώση για την εφαρμογή της [K. Tsilemou and D. Panagiotakopoulos, 2008].

2.3 ΑΚΖ και διαχείριση απορριμμάτων

Η ΑΚΖ είναι μια ολιστική προσέγγιση που αξιοποιείται όλο και περισσότερο στη διαχείριση των αποβλήτων, ιδίως στο επίπεδο του στρατηγικού σχεδιασμού. Η διαχείριση των απορριμμάτων με βάση την ΑΚΖ μπορεί να προσομοιωθεί με το ακόλουθο σχήμα 8. Φαίνεται ότι την κύρια εισροή του συστήματος αποτελούν τα ΑΣΑ τα οποία υφίστανται διαχείριση στα επιμέρους στάδια της Συλλογής, Ανάκτησης Υλικών,

Κομποστοποίησης (ή/και αναερόβιας χώνευσης), Θερμικής Αξιοποίησης (καύση, πυρόλυση κ.ο.κ.) και Υγειονομικής Ταφής. Καθένα από τα επιμέρους στάδια καταναλώνει ενέργεια και πρώτες ύλες, οι οποίες συνιστούν τις εισροές στην ΑΚΖ, και από τη διαχείριση των ΑΣΑ προκύπτουν ως περιβαλλοντικά οφέλη: παραγωγή ενέργειας, βιοαέριο, θέρμανση, compost και ανακυκλώσιμα υλικά ενώ σαν επιβαρύνσεις προκύπτουν αέριες εκπομπές, υγρά και στερεά απόβλητα [Κ. Abeliotis et al, 2008].



Σχήμα. 8: Ανάλυση κύκλου ζωής διαχείρισης ΑΣΑ

[A. Carpenter., 2007]

Μπορεί να θεωρηθεί ότι τα όρια του συστήματος της διαχείρισης των απορριμμάτων ξεκινούν από το σημείο όπου τα υλικά θεωρούνται απόβλητα και τοποθετούνται στους κάδους συλλογής, και καταλήγουν στο σημείο όπου τα απόβλητα και τα υπολείμματα που παράγονται κατά τη διαχείρισή τους είναι αδρανή και δεν προκαλούν περαιτέρω περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Πρέπει εδώ να επισημανθεί ότι, ενώ στην τυπική μεθοδολογία της ΑΚΖ ως είσοδοι του συστήματος χρησιμοποιούνται εισροές οι οποίες έρχονται από το περιβάλλον χωρίς προηγούμενη ανθρωπογενή παρέμβαση, ενώ και οι εκροές του συστήματος συνεπάγονται απόρριψη στο περιβάλλον χωρίς ακόλουθη ανθρωπογενή παρέμβαση. Στην περίπτωση των ΑΣΑ αυτό δεν εφαρμόζεται, καθώς ως εισροές (πρώτες ύλες) χρησιμοποιούνται τα απορρίμματα από τη στιγμή που δημιουργούνται στα νοικοκυριά ενώ οι εκροές μπορεί να είναι προϊόντα (ανακυκλώσιμα υλικά, ενέργεια) που επανεισέρχονται στον παραγωγική διαδικασία [G. Finnveden, 2000].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Υφιστάμενη Κατάσταση Διαχείρισης Απορριμμάτων Στο Νομό Ξάνθης

3.1 Περιγραφή Νομού Ξάνθης

Ο Νομός Ξάνθης, με πρωτεύουσα την ομώνυμη πόλη, μαζί με τους Νομούς Δράμας, Καβάλας, Ροδόπης και Έβρου αποτελούν την περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, η οποία βρίσκεται στο Βορειοανατολικότερο σημείο της Ελλάδας, σε απόσταση 736km από την Αθήνα. Προς Βορρά συνορεύει με την Βουλγαρία, στα ανατολικά του βρίσκονται οι νομοί Δράμας (βόρεια) και Καβάλας (νότια), στα δυτικά ο νομός Ροδόπης ενώ στα νότια βρέχεται από το Θρακικό πέλαγος.

Η έκταση του νομού Ξάνθης είναι 1.793 τετραγωνικά χιλιόμετρα η οποία αναλύεται σε:

Γεωργική γη: 485 τετρ χλμ.

Δάση -Δασικές εκτάσεις 1.130 τετρ χλμ.

Άγονες εκτάσεις 86 τετρ χλμ.

Εκτάσεις Οικισμών 43,5 τετρ χλμ.

Βιομηχανικές εκτάσεις: 7 τετρ χλμ.

Βοσκότοποι πεδινής περιοχής 52,5 τετρ χλμ.

Το μεγαλύτερο μέρος του - ποσοστό 60% - καλύπτεται από ορεινούς όγκους, κυρίως από την οροσειρά της Ροδόπης που κυριαρχεί στα σύνορα με τη Βουλγαρία. Οι πεδινές εκτάσεις αντιπροσωπεύουν το 32% της συνολικής έκτασης και αποτελούν μαζί με τις ημιορεινές, τις βασικές καλλιεργήσιμες αγροτικές εκτάσεις του Νομού.

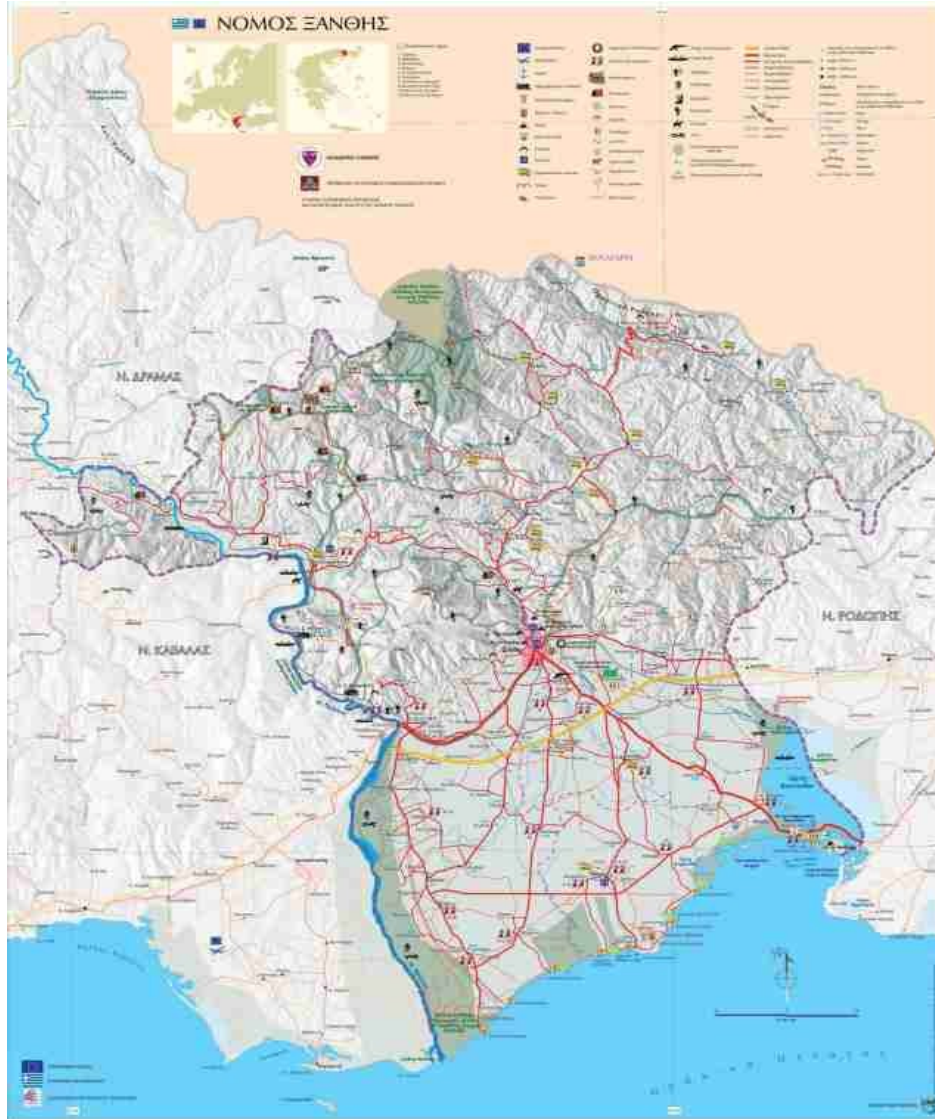
Στις ακόλουθες εικόνες 3 και 4 φαίνονται, η θέση του νομού στην ελληνική επικράτεια και ένας λεπτομερής χάρτης του οδικού δικτύου, των κυριότερων πόλεων και της γεωμορφολογίας του, αντίστοιχα.



Εικόνα 3: Θέση Νομού Ξάνθης
[www.images.google.gr]

Το 45% και πλέον του πληθυσμού του νομού ασχολείται με τη γεωργία, ενώ συγκαταλέγεται μεταξύ των 5-6

σπουδαιότερων νομών από δασική άποψη. Η δασοκάλυψη στον ορεινό όγκο ανέρχεται σε 616.000 στρέμματα δάσους και σε 148.000 στρέμματα μερικώς δασοσκεπή.



*Εικόνα 4: Νομός Ξάνθης
[www.xanthi.gr]*

Η θαλάσσια περιοχή και κυρίως η περιοχή του Βιστωνικού κόλπου είναι πλούσια σε αλιεύματα. Το υπέδαφος είναι πλούσιο σε ορυκτό πλούτο (μάρμαρα, γρανίτες, γραφίτη, γεωθερμικό πεδίο).

Νομός με αξιόλογα οικολογικά χαρακτηριστικά (Δέλτα Νέστου, Στενά Νέστου, Ορεινή Ροδόπη) και ζωντανούς παραδοσιακούς οικισμούς, ιστορικά μοναστήρια, αρχαιολογικούς χώρους, και έντονη πολιτιστική δράση [www.xanthi.gr].

Στο δυτικό άκρο του Νομού εκτείνεται ο ποταμός Νέστος. Το μήκος του φτάνει τα 138 χλμ. Ορισμένοι παραπόταμοι του Νέστου είναι χείμαρροι. Υπάρχουν και χείμαρροι, οι οποίοι χύνονται στη Βιστωνίδα λίμνη (που η μεγαλύτερη έκτασή της ανήκει στον Νομό Ροδόπης). Ο ποταμός Νέστος είναι από τους

μεγαλύτερους ποταμούς της χώρας, και πηγάζει από τα βουνά της Βουλγαρίας. Ένας άλλος ποταμός είναι ο Κομψάτος. Είναι μικρός και βρίσκεται στα ΒΑ του Νομού και χύνεται και αυτός στη λίμνη Βιστωνίδα.

Στο νότιο τμήμα του Νομού Ξάνθης υπάρχει η μεγάλη πεδιάδα της Ξάνθης. Αποτελεί και τμήμα του λεκανοειδούς βυθίσματος της Κομοτηνής και είναι μία από τις πλουσιότερες της Δυτ. Θράκης.

Υπάρχει η λίμνη της Βιστωνίδας, που βρίσκεται στο ΝΑ άκρο και είναι η μοναδική λίμνη του Νομού και σχεδόν ολόκληρης της Θράκης. Η λίμνη έχει ονομαστά ιχθυοτροφεία.

3.2 Πληθυσμός – δείκτες ευημερίας

Ο πληθυσμός του νομού ανέρχεται, σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2001, σε 101.856 κατοίκους, παρουσιάζει σημαντική αύξηση, περίπου 11%, σε σχέση με την απογραφή του 1991. Παρατηρήθηκε όμως συγκέντρωση του πληθυσμού στην πρωτεύουσα του Νομού και μείωση του πληθυσμού των αγροτικών και ιδιαίτερα των ορεινών περιοχών. Κατά το 2005 ο πληθυσμός του νομού εκτιμάται σε 105.000 κατοίκους. Η πόλη της Ξάνθης, πρωτεύουσα του Νομού, έχει 45.118 κατοίκους.

Στον ακόλουθο πίνακα 4 φαίνεται η διοικητική διαίρεση του Νομού Ξάνθης και ο αντίστοιχος πραγματικός πληθυσμός κάθε δήμου ή κοινότητας, σύμφωνα με τα δεδομένα της πλέον πρόσφατης απογραφής.

*Πίνακας 4: Διοικητική διαίρεση - πληθυσμός Νομού Ξάνθης
[ΕΣΥΕ, 2001]*

ΝΟΜΟΣ ΞΑΝΘΗΣ		
A/A	ΟΤΑ	Πληθυσμός
1	Δήμος Βιστωνίδας	10.147
2	Κοινότητα Σέλερου	4.509
3	Δήμος Αβδήρων	3.917
4	Δήμος Ξάνθης	52.270
5	Κοινότητα Κοτύλης	2.331
6	Δήμος Σταυρούπολης	3.090
7	Δήμος Μύκης	11.393
8	Κοινότητα Σατρών	779
9	Κοινότητα Θερμών	1.221
10	Δήμος Τοπίου	12.199
Νομός Ξάνθης		101.856

Το έτος 2003 το συνολικό ετήσιο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν ανέρχονταν σε 1.147 εκατομμύρια € και το κατά κεφαλή Α.Ε.Π. σε €11.261 ή \$13.500 .

Ο Πρωτογενής Τομέας (Αγροτικός) απασχολεί περίπου το 28,4% του ενεργού πληθυσμού και συμμετέχει στο συνολικό προϊόν του Νομού κατά 11,8%.

Ο Δευτερογενής Τομέας (Βιομηχανία - Βιοτεχνία) απασχολεί περίπου το 26,7% του ενεργού πληθυσμού και συμμετέχει στο συνολικό προϊόν του Νομού κατά 44,7%.

Ο *Τριτογενής Τομέας* (Τουρισμός – Υπηρεσίες) απασχολεί περίπου το 39,3% του ενεργού πληθυσμού και συμμετέχει στο συνολικό προϊόν του Νομού κατά 43,5%.

Ποσοστό 5,6% δεν δήλωσε κλάδο δραστηριότητας.

Ο Νομός διαθέτει 1.082 ξενοδοχειακές κλίνες και τελευταία παρουσιάζει ικανοποιητική αύξηση διανυκτερεύσεων επισκεπτών [<http://www.xanthi.gr/index.php?tmp=2&path=1132>].

3.3 Διαχείριση ΑΣΑ στο Νομό Ξάνθης – υφιστάμενη κατάσταση

Ο ΧΥΤΑ Ξάνθης βρίσκεται σε απόσταση 10 km δυτικά της πόλης της Ξάνθης και εξυπηρετεί το σύνολο των δήμων του νομού. Οι τοπικοί αρμόδιοι φορείς αναφέρουν ωστόσο ότι η ορεινή περιοχή του νομού (Δήμοι Μύκης, Θερμών, Σατρών, κοινότητα Κοτύλης) καλύπτεται σε ποσοστό που κυμαίνεται στο 50% ενώ οι υπόλοιπες ποσότητες αυτών των περιοχών, διατίθενται ανεξέλεγκτα. Η ιδιαιτερότητα αυτών των περιοχών, που έχει οδηγήσει στην πρακτική αυτή, εντοπίζεται στο ορεινό ανάγλυφο των περιοχών αυτών το οποίο καθιστά δυσχερή την τακτική πρόσβαση των απορριμματοφόρων και “εξαναγκάζει” τους κατοίκους των περιοχών αυτών σε ανεξέλεγκτη απόρριψη των ΑΣΑ.

Η περιορισμένη περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των κατοίκων των περιοχών αυτών, ωστόσο, μπορεί να αποδοθεί και στην πολιτιστική διαφοροποίηση που εντοπίζεται σε αυτές καθώς οι δήμοι και κοινότητες που αναφέρονται περιλαμβάνουν την πλειοψηφία των ξανθιώτικων πομακοχωρίων των οποίων οι κάτοικοι πολύ πρόσφατα (στο τέλος της δεκαετίας του 1990) ζούσαν σε ιδιότυπο κοινωνικό – μορφωτικό και πολιτιστικό αποκλεισμό [Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία, 16/7/2006].

Αποτέλεσμα αυτών είναι η δημιουργία ΧΑΔΑ στο ορεινό τμήμα του νομού, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα 5 από το ΧΑΔΑ που έχει αναπτυχθεί κοντά στο σημαντικό πομακοχώρι του Εχίνου, στο Δήμο Μύκης. Η φωτογραφία ελήφθη κατά το 2004.



Εικόνα 5: ΧΑΔΑ Εχίνου (2004)

Από τα παραπάνω μπορεί να θεωρηθεί ότι, ενώ ο πληθυσμός του νομού ανέρχεται σε 101.856 κατοίκους, ο πληθυσμός που εξυπηρετεί ο ΧΥΤΑ Ξάνθης ανέρχεται σε **93.994 κατοίκους**. Το μέγεθος αυτό προκύπτει θεωρώντας ότι ο πληθυσμός των τεσσάρων περιοχών (Δήμοι Μύκης, Σατρών, Θερμών και κοινότητα Κοτύλης) που δεν εξυπηρετούνται πλήρως από το ΧΥΤΑ συμμετέχουν με το 50% του πληθυσμού τους, όπως αυτός φαίνεται στον πίνακα 3, στο σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ.

3.3.1 Ποσότητες απορριμμάτων

Χαρακτηριστικό της διαχείρισης των απορριμμάτων στο Νομό Ξάνθης είναι ότι στο ΧΥΤΑ απορρίπτονται συστηματικά, μαζί με τα αστικά – οικιακά απορρίμματα των κατοίκων του εξυπηρετούμενου πληθυσμού, και απόβλητα ιδιωτικών επιχειρήσεων από τη βιομηχανική περιοχή της πόλης, η οποία απέχει περίπου 5km από το ΧΥΤΑ. Η διάθεση των βιομηχανικών απορριμμάτων λαμβάνει χώρα μόνο κατά τις εργάσιμες ημέρες της εβδομάδας. Αντίθετα, δρομολόγια απορριμματοφόρων διεξάγονται καθ' όλη τη διάρκεια της εβδομάδας. Όλα τα οχήματα που εισέρχονται στο χώρο **κατά τις εργάσιμες ημέρες** ζυγίζονται στην γεφυροπλάστιγγα της εγκατάστασης, ενώ τα σαββατοκύριακα εκτελείται περιορισμένος αριθμός δρομολογίων (2 έως 4 δρομολόγια απορριμματοφόρων) που προέρχονται από την πόλη της Ξάνθης των οποίων το φορτίο δε ζυγίζεται.

Κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της μελέτης: “Καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης διαχείρισης και

σύνθεσης των απορριμμάτων της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης” [Κ. Λάζογλου et al, 2008] συλλέχθηκαν στοιχεία σχετικά με τις ποσότητες των απορριμμάτων που κατέληξαν στο ΧΥΤΑ Ξάνθης. Από τα αρχεία ζυγίσεων που τηρούνται προκύπτει ότι η μέση ποσότητα αστικών απορριμμάτων που δέχεται ο χώρος ανέρχεται σε 631.470 κιλά σε χρονικό διάστημα μιας εργάσιμης εβδομάδας (5 ημερών). Σημειώνεται ότι η ποσότητα αυτή αναφέρεται μόνο στο μήνα Νοέμβριο του 2007. Για να προσμετρηθούν και οι ποσότητες του σαββατοκύριακου, οι οποίες δεν ζυγίζονται, θεωρώντας συντηρητικά ότι γίνονται 3 δρομολόγια προστίθεται ποσότητα 40 τόνων. Επομένως, η συνολική ποσότητα ΑΣΑ που δέχεται ο ΧΥΤΑ Ξάνθης ανέρχεται σε **671.750 kg/εβδομάδα**.

Παράλληλα η ποσότητα αποβλήτων από βιοτεχνίες – βιομηχανίες του νομού που διατίθενται στο ΧΥΤΑ ανέρχεται σε περίπου **700 tn** σε χρονικό διάστημα ενός μήνα και συγκεκριμένα κατά τον Οκτώβριο του 2007. Η ποσότητα αυτή θεωρείται ως αντιπροσωπευτική τιμή της μηνιαίας ποσότητας που δέχεται ο χώρος σε όλη τη διάρκεια του χρόνου. Τα συγκεκριμένα απόβλητα περιλαμβάνουν κατά κύριο λόγο συσκευασίες, αδρανή υλικά αλλά και απορρίμματα οικιακού τύπου.

Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι στο νομό δεν έχει αναπτυχθεί κάποιο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης απορριμμάτων (ανακύκλωσης - αξιοποίησης), το οποίο να εκτρέπει ποσότητες στερεών αποβλήτων από την εδαφική διάθεση.

Ανάγοντας τις παραπάνω ποσότητες απορριμμάτων σε ημερήσια βάση, προκύπτει ότι στο ΧΥΤΑ διατίθενται **95.964 kg/ημέρα αστικών** και **23.333 kg/ημέρα βιομηχανικών αποβλήτων**. Για την αναγωγή αυτή χρησιμοποιείται το χρονικό διάστημα κατά το οποίο παράγονται τα απόβλητα, δηλαδή 30ήμερη διάρκεια του μήνα και επταήμερη διάρκεια της εβδομάδας.

Τα παραπάνω μεγέθη ανάγονται σε αντιστοιχούσα ποσότητα συλλεγόμενων απορριμμάτων ανά κάτοικο και ημέρα εάν διαιρεθούν με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό του νομού. Κατά συνέπεια προκύπτει ότι η μέση ημερήσια **συλλογή οικιακών απορριμμάτων ανά κάτοικο ανέρχεται σε: 1,02 kg ΑΣΑ ανά κάτοικο και ημέρα και 0,25 kg βιομηχανικών αποβλήτων ανά κάτοικο και ημέρα**.

Στη συνέχεια της η παρούσα εργασία θα εστιαστεί στις ποσότητες των αστικών – οικιακών ποσοτήτων αποβλήτων.

Η πρώτη παραδοχή που πρέπει να γίνει αφορά στις ποσότητες ΑΣΑ οι οποίες εκφεύγουν του συστήματος διαχείρισης που εφαρμόζεται. Πρακτικές όπως αυτές της ανεξέλεγκτης απόρριψης, οι οποίες εμφανίζονται έντονα στο Νομό Ξάνθης αλλά και στην Ελλάδα συνολικά, οδηγούν σε απόκλιση μεταξύ των ποσοτήτων που παράγονται σε σχέση με αυτές που εισέρχονται στο σύστημα διαχείρισης. Μάλιστα η απόκλιση αυτή είναι μεγαλύτερη σε αγροτικές περιοχές, όπως είναι ο Νομός Ξάνθης στο μεγαλύτερο μέρος του, σε σχέση με τις αστικές. Βάσει βιβλιογραφίας [Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2002, σελ. 50] η διαφορά των παραγόμενων με τις συλλεγόμενες ποσότητες ΑΣΑ μπορεί να ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 10%, ποσοστό το οποίο

η πηγή υιοθετεί με επιφύλαξη, ωστόσο κρίνεται ικανοποιητικό για να αποδώσει μια πρώτη προσέγγιση των παραγόμενων ποσοτήτων του Νομού Ξάνθης.

Υιοθετώντας το μέγεθος αυτό, προκύπτει ότι ο ρυθμός με τον οποίο παράγει ΑΣΑ ο κάθε κάτοικος του νομού ανέρχεται σε **1,12kg/ημέρα** (ημερήσια συλλογή ΑΣΑ προσαυξημένη κατά 10%). Το μέγεθος αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των συνολικών ποσοτήτων ΑΣΑ που παράγονται στο Νομό Ξάνθης συμπεριλαμβάνοντας το σύνολο του πληθυσμού του (101.856 κατοίκους). Η ποσότητα που προκύπτει ανέρχεται σε **114.079kg ΑΣΑ/ημέρα**, ή περίπου **41.639 τόνους ΑΣΑ ανά έτος**.

Πρέπει να επισημανθεί ότι στο μέγεθος αυτό δεν περιλαμβάνονται αιχμές στην παραγωγή απορριμμάτων όπως προκύπτουν κατά τη διάρκεια του καρναβαλιού της Ξάνθης ή των “γιορτών της παλιάς πόλης”, οπότε και ο αριθμός των επισκεπτών στην πόλη – και κατά συνέπεια η παραγωγή των απορριμμάτων – αυξάνεται σημαντικά. Ωστόσο με δεδομένο ότι ο Νοέμβριος, μήνας κατά τον οποίο συλλέχθηκαν τα πρωτογενή δεδομένα, δεν εμφανίζει αντίστοιχες αιχμές αλλά αντιπροσωπεύει την συνήθη εικόνα της περιοχής καθώς αποτελεί εργάσιμη περίοδο και όχι εορταστική και οι φοιτητές της τοπικής πολυτεχνικής σχολής βρίσκονται στην πόλη, μπορεί να θεωρηθεί ότι τα δεδομένα ανταποκρίνονται στη μέση κατάσταση που παρουσιάζεται στην περιοχή κατά τη διάρκεια του έτους.

Ο ακόλουθος πίνακας 5 συνοψίζει τα κυριότερα δεδομένα που αναλύθηκαν στην παρούσα ενότητα.

Πίνακας 5: Βασικά μεγέθη παραγωγής αποβλήτων Ν. Ξάνθης

A/A	Παράμετρος	Μέγεθος
1	Πληθυσμός Νομού Ξάνθης	101.856 κάτοικοι
2	Εξυπηρετούμενος πληθυσμός ΧΥΤΑ	93.994 κάτοικοι
3	Συλλογή ΑΣΑ	1,02 kg/κάτοικο/ημέρα
4	Συλλογή βιομηχανικών αποβλήτων	0,25 kg/κάτοικο/ημέρα
5	Παραγωγή ΑΣΑ	1,12 kg/κάτοικο/ημέρα
6	Παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων	114.079 kg/ημέρα

3.3.2 Ποιοτική σύσταση ΑΣΑ Νομού Ξάνθης

Στην [Κ. Λάζογλου et al, 2008] εκτιμήθηκε η σύσταση των απορριμμάτων του Νομού Ξάνθης όπως αυτή προέκυψε από δειγματοληψίες ΑΣΑ που διεξήχθησαν κατά το Νοέμβριο του 2007. Τα δείγματα απορριμμάτων ελήφθησαν από επιλεγμένα απορριμματοφόρα, τα οποία αντιπροσώπευαν τόσο την αστική όσο και την αγροτική περιοχή του νομού.

Στη συνέχεια, τα δείγματα διαλογήθηκαν, αρχικά με χρήση περιστρεφόμενου τύμπανου, το οποίο είχε βροχίδες ανοίγματος 40mm ώστε να απομονωθεί ένα λεπτόκοκκο κλάσμα απορριμμάτων, και στη συνέχεια, μέσω χειροδιαλογής, διαχωρίστηκαν υπόλοιπα επιμέρους κλάσματα υλικών. Πρέπει να επισημανθεί ότι το

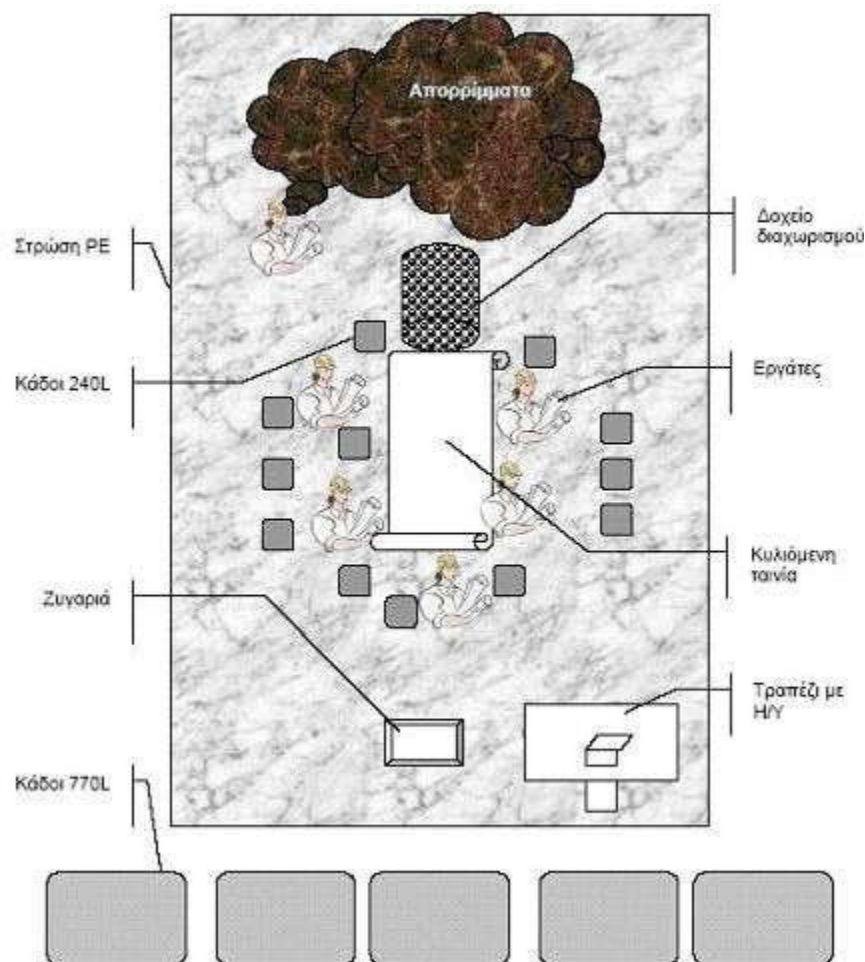
υλικό του λεπτόκοκκου κλάσματος κατανεμήθηκε στα επιμέρους κλάσματα από τα οποία αποτελείτο (αδρανή, πλαστικά, χαρτιά και λεπτόκοκκα οργανικά) και στην τελική σύσταση υπολογίστηκε μόνο η ποσότητα των λεπτόκοκκων οργανικών στο κλάσμα Ζυμώσιμα <40mm.

Τα επιμέρους κλάσματα αποτελούνται από:

Πίνακας 6: Περιεχόμενα κλασμάτων ΑΣΑ Ν. Ξάνθης

Κλάσμα	Περιεχόμενο
Χαρτί - Χαρτόνι	Εφημερίδες, περιοδικά, φάκελοι, φυλλάδια, επιστολές, χαρτοσακούλες, χαρτί γραφείου, χαρτόνι όλων των μεγεθών, υλικό συσκευασίας, υλικό πλήρωσης
Πλαστικά	Πλαστικά φύλλα, πλαστικά μπουκάλια, πλαστικές σακούλες, υλικό συσκευασίας, παιχνίδια, σωλήνες, φελιζόλ, συσκευασίες τροφίμων (tetrapack), συσκευασίες τσιγάρων, σύνθετα περιτυλίγματα,
Γυαλί	Γυάλινα μπουκάλια, ποτήρια, καθρέπτες
Μέταλλα	Μεταλλικά αντικείμενα κουτάκια αναψυκτικών, δοχεία
Υφασμα, Λάστιχο, Ξύλο Δέρμα (ΥΞΛΔ)	Υφασμάτινες τσάντες, ενδύματα, εσώρουχα, πετσέτες, παπούτσια, κουρτίνες, τραπεζομάντιλα, έπιπλα, κασόνια, κορνίζες,
Ζυμώσιμα >40mm	Φρούτα, λαχανικά, κλαδέματα, τρόφιμα, φύλλα, ψωμί
Ζυμώσιμα <40mm	Λεπτόκοκκο ζυμώσιμο υλικό
Υγειονομικά απόβλητα (πάνες, σερβιέτες, χαρτί υγείας)	Πάνες, σερβιέτες, χαρτί υγείας, χαρτί κουζίνας, χαρτομάντιλα
Επικίνδυνα απόβλητα	Μπαταρίες, δοχεία υπό πίεση, φάρμακα, σύριγγες, νοσοκομειακός εξοπλισμός (οροί, καθετήρες)
Αδρανή	Πέτρες, τούβλα, χώμα, τσιμέντο, αδρανή πάσης φύσεως
Διάφορα	Κεριά, ομπρέλες, σακούλες ηλεκτρικής σκούπας

Σχηματικά οι εργασίες διαλογής κάθε δείγματος απορριμμάτων που διαλογήθηκε φαίνονται στην ακόλουθη εικόνα 6.



Εικόνα 6: Σχηματική απόδοση εργασιών διαλογής

Τη διαλογή κάθε δείγματος ακολούθησε ζύγιση κάθε κλάσματος. Τα συνολικά αποτελέσματα των δέκα (10) συνολικά κλασμάτων τα οποία αναλύθηκαν ακολούθησε στατιστική επεξεργασία, η οποία βασίστηκε σε στάθμιση των επιμέρους συστάσεων σε σχέση με τον χαρακτήρα των περιοχών από τις οποίες αυτά ελήφθησαν (αγροτικός – αστικός). Διενεργήθηκε στάθμιση βάσει του συνολικού, πραγματικού αστικού και αγροτικού πληθυσμού του νομού (58.902 και 42.954 κάτοικοι αντίστοιχα [ΕΣΥΕ, 2001]) και προέκυψε η μέση κατά βάρος σύσταση των ΑΣΑ του νομού συνολικά, όπως φαίνεται στην τελευταία στήλη του ακόλουθου πίνακα 7.

Πίνακας 7: Κατά βάρος σύσταση ΑΣΑ Ν. Ξάνθης
[Κ. Λάζογλου et al, 2008]

	Κ.Β. Σύσταση ΑΣΑ Αστικού Πληθυσμού	Κ.Β. Σύσταση ΑΣΑ Αγροτικού Πληθυσμού	Μέση Κ.Β. Σύσταση Ν. Ξάνθης
Πληθυσμός	58.902	42.954	101.856
Ζυμώσιμα> 40mm	18,28%	28,97%	22,79%
Ζυμώσιμα< 40mm	23,97%	20,60%	22,55%
Πλαστικά	12,98%	14,84%	13,77%
Χαρτί - χαρτόνι	12,62%	8,26%	10,78%
Γυαλί	9,42%	7,77%	8,72%
ΥΞΛΔ	8,05%	5,46%	6,96%
Υγειονομικά Απόβλητα	7,51%	7,25%	7,40%
Μέταλλα	3,18%	1,65%	2,53%
Αδρανή	2,82%	4,55%	3,55%
Διάφορα	0,71%	0,31%	0,54%
Επικίνδυνα Απόβλητα	0,45%	0,34%	0,41%
Σύνολο	100,00%	100,00%	100,00%

Συνδυάζοντας την τελευταία στήλη του πίνακα 7 όπου αναγράφεται η μέση κατά βάρος σύσταση των παραγόμενων απορριμμάτων του Νομού Ξάνθης, με την μέση ημερήσια παραγωγικότητα ΑΣΑ των κατοίκων του νομού – 1,12kg/κάτοικο/ημέρα, ενότητα 3.3.1 – για χρονικό διάστημα ενός έτους (365 ημέρες) μπορούν να εκτιμηθούν οι ποσότητες κάθε κλάσματος ΑΣΑ που παράγει ο πληθυσμός του νομού ανά έτος, όπως φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα 8. Η συνολική ποσότητα απορριμμάτων που παράγεται στο νομό σε ένα έτος ανέρχεται σε περίπου 41.500 τόνους ΑΣΑ.

Οι ποσότητες αυτές θα χρησιμοποιηθούν στην εξέλιξη της εργασίας για την σύγκριση των εναλλακτικών μοντέλων διαχείρισης που θα εξεταστούν.

Πίνακας 8: Ετήσια παραγωγή ΑΣΑ στο Νομό Ξάνθης
[Κ. Λάζογλου et al, 2008]

Κλάσματα	Μέση Κ.Β. Σύσταση Ν. Ξάνθης	Παράμετροι	Συνολική Ετήσια Παραγωγή (t/έτος)
Ζυμώσιμα	45,34%	Ημερήσια παραγωγή (kg/κάτοικο/ έτος)	18.879,00
Πλαστικά	13,77%	1,12	5.733,65
Χαρτί - χαρτόνι	10,78%		4.488,66
Γυαλί	8,72%	Ημέρες	3.630,90
ΥΞΛΔ	6,96%		2.898,06
Υγειονομικά Απόβλητα	7,40%	365	3.081,27
Μέταλλα	2,53%		1.053,46
Αδρανή	3,55%	Πληθυσμός	1.478,18
Διάφορα	0,54%		224,85
Επικίνδυνα Απόβλητα	0,41%	101.856	170,72
Σύνολο	100,00%		41.638,73

3.4 Διοικητικές προτεραιότητες στη διαχείριση ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης

Όπως έχει αναφερθεί στις προηγούμενες ενότητες του κεφαλαίου, στο Νομό Ξάνθης εντοπίζεται ένας (1) ΧΥΤΑ ο οποίος αποτελεί την κατάληξη του συστήματος συλλογής και μεταφοράς των ΑΣΑ που αναπτύσσεται στην περιοχή, χωρίς να εντοπίζονται άλλες, οργανωμένες, υποδομές ή πρακτικές διαχείρισης ΑΣΑ. Στον Αναθεωρημένο Περιφερειακό Σχεδιασμό Διαχείρισης Απορριμμάτων της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, [ΠΕΣΔΑ, 2005], αναφέρεται ότι η διαχείριση των ΑΣΑ σε περιφερειακό επίπεδο θα αναπροσαρμοστεί έτσι ώστε στο Νομό Ξάνθης να κατασκευαστεί ένας ΧΥΤΥ, ο οποίος θα δέχεται τα υπολείμματα από την επεξεργασία των απορριμμάτων τα οποία παράγονται σε όλη την Περιφέρεια Α.Μ. - Θ.

Ο σχεδιασμός αυτός έχει υποστεί έντονη κριτική και αντιδράσεις από τοπικούς φορείς, ενώ υπάρχουν πρόσφατες ημιεπίσημες ή ανεπίσημες για τη διατήρηση ή την αναπροσαρμογή του στην κατεύθυνση της κατασκευής δύο (2) ΧΥΤΥ σε Αλεξανδρούπολη και Καβάλα.

Με δεδομένο ότι η κατάσταση σε περιφερειακό – διοικητικό επίπεδο είναι ρευστή, η συνέχεια της παρούσας εργασίας θα θεωρήσει ως “όρια” το Νομό Ξάνθης και θα εξετάσει τη διαχείριση των απορριμμάτων που παράγονται και διαχειρίζονται εντός των ορίων του ως αντικείμενο μελέτης. Η διοικητικές κατευθύνσεις που υπάρχουν ή αναμένεται ότι θα εκφραστούν σε επίπεδο Περιφέρειας Α.Μ. - Θ. δεν θα υπεισέλθουν στην περαιτέρω εξέλιξη της μελέτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Διαμόρφωση Εναλλακτικών Σεναρίων Διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης

4.1 Σενάρια διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης

Στο παρόν κεφάλαιο της εργασίας θα περιγραφούν ενδεχόμενα εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης των απορριμμάτων του νομού Ξάνθης, με βάση τις συνηθέστερες στρατηγικές που ακολουθούνται στην ελληνική και διεθνή πραγματικότητα.

Αρχικά κρίνεται σκόπιμη η αξιολόγηση της υφιστάμενης διαχείρισης των απορριμμάτων του νομού, υπό τη μορφή ενός “μηδενικού σεναρίου”. Στη συνέχεια θα αξιολογηθεί το ενδεχόμενο εφαρμογής εκτεταμένης αποτέφρωσης (καύσης) των ΑΣΑ, σύμφωνα με την τάση που επικρατεί στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Επόμενη ενδεχόμενη διαχειριστική πρακτική στη διαχείριση των απορριμμάτων του νομού Ξάνθης που θα εξεταστεί, είναι η ξεχωριστή συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών σε ένα ξεχωριστό ρεύμα ενώ τα υπόλοιπα κλάσματα των αποβλήτων θα οδηγούνται προς υγειονομική ταφή. Η πρακτική αυτή εφαρμόζεται συχνά σε πόλεις ή περιοχές του ελληνικού χώρου (σύστημα των “μπλε κάδων”).

Το τελευταίο σενάριο που θα εξεταστεί θα είναι επέκταση του προηγούμενου, με τη διαφορά ότι εκτός από το διαχωρισμό στην πηγή των ανακυκλώσιμων υλικών, θα προτείνεται και διαλογή του κλάσματος των ζυμώσιμων και αναερόβια επεξεργασία αυτού ώστε να παράγεται βιοσταθεροποιημένο υλικό (compost) και ενέργεια που προκύπτει από την καύση του βιοαερίου που παράγεται κατά την αναερόβια χώνευση.

4.2 Εργαλείο αξιολόγησης των σεναρίων

Τα σενάρια, που θα διαμορφωθούν στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου, θα αξιολογηθούν και θα συγκριθούν μεταξύ τους κάνοντας χρήση των μοντέλων στήριξης αποφάσεων που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του διεθνούς ερευνητικού προγράμματος “*The Use of Life Cycle Assessment Tools for the Development of Integrated Waste Management Strategies for Cities and Regions with Rapid Growing Economies*” (Χρήση μεθόδων ανάλυσης κύκλου ζωής για διαμόρφωση στρατηγικών ολοκληρωμένης διαχείρισης αποβλήτων σε ταχέως αναπτυσσόμενες περιοχές, εν συντομία: LCA-IWM δικτυακός τόπος: <http://www.lca-iwm.net> το οποίο χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Αποτέλεσμα του ερευνητικού προγράμματος ήταν η ανάπτυξη του μοντέλου αξιολόγησης LCA-IWM το οποίο είναι ένα εργαλείο στήριξης αποφάσεων για το σχεδιασμό της διαχείρισης των αποβλήτων, επιτρέπει τη μοντελοποίηση συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων καθώς ενσωματώνει υπομοντέλα που αντιπροσωπεύουν μεμονωμένες διαδικασίες διαχείρισης όπως η προσωρινή αποθήκευση, η συλλογή, η μεταφορά και η επεξεργασία. Χρησιμοποιώντας αυτά τα υπομοντέλα ο χρήστης σχεδιάζει σενάρια διαχείρισης αποβλήτων που θέλει να εξετάσει. Το τμήμα αξιολόγησης του μοντέλου αποτελείται από επιμέρους τμήματα **περιβαλλοντικής, οικονομικής και κοινωνικής αξιολόγησης**. Τα κριτήρια βιωσιμότητας και οι αντίστοιχοι ποσοτικοί δείκτες, οι οποίοι υπολογίζονται στο μοντέλο, αποτελούν τη

βάση για την αξιολόγηση. Κατά συνέπεια το τμήμα αξιολόγησης περιλαμβάνει αλγορίθμους που επιτρέπουν την εκτίμηση της περιβαλλοντικής, οικονομικής και κοινωνικής επίδοσης ενός συγκεκριμένου σεναρίου.

Η αξιολόγηση ξεκινά τη στιγμή που τα απόβλητα τοποθετούνται σε ένα σύστημα προσωρινής αποθήκευσης (σάκοι και κάδοι). Από εκεί τα απόβλητα συλλέγονται και μεταφέρονται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας/διάθεσης. Οι δυνατές επιλογές επεξεργασίας είναι η ανακύκλωση των χωριστά συλλεχθέντων ανακυκλώσιμων αποβλήτων, η κομποστοποίηση των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, η αερόβια και η αναερόβια μηχανική βιολογική προεπεξεργασία ή η καύση των ανάμεικτων/λοιπών αποβλήτων. Εκτός από τις ροές των αποβλήτων, οι ροές των προϊόντων από την επεξεργασία των αποβλήτων, όπως τα δευτερογενή υλικά που λαμβάνονται από ανακυκλώσιμα υλικά, το compost που προέρχεται από οργανικά απόβλητα και η ενέργεια που παράγεται από την επεξεργασία των αποβλήτων, λαμβάνονται υπόψη στην αξιολόγηση. Η παραγωγή αυτών των προϊόντων ερμηνεύεται ως θετική επίδραση, αποκαλούμενη ως “οφέλη”.

Η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αφορά τις εκπομπές ρύπων και την κατανάλωση των πόρων σε όλο το σύστημα. Στην οικονομική αξιολόγηση ένας σημαντικός παράγοντας είναι το κόστος επένδυσης. Αυτό περιλαμβάνει τις επενδύσεις για τους κάδους των αποβλήτων, τα οχήματα συλλογής και μεταφοράς και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Στο περιβαλλοντικό και κοινωνικό μέρος, η κατασκευή των εγκαταστάσεων και η παραγωγή του εξοπλισμού θεωρούνται πολύ μικρότερης σπουδαιότητας από τη λειτουργία του συστήματος. Κατά συνέπεια οι επιπτώσεις που προκύπτουν στη φάση της κατασκευής εξαιρούνται από την αξιολόγηση. Η μόνη επένδυση που περιλαμβάνεται στην περιβαλλοντική αξιολόγηση είναι η επίπτωση από την παραγωγή σάκων και κάδων αποβλήτων. Αυτό οφείλεται στη σύντομη διάρκεια ζωής αυτών των αντικειμένων [Κ. Τσιλέμου και Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2005].

Τα απαραίτητα δεδομένα εισαγωγής για τον υπολογισμό των δεικτών επίδοσης είναι στοιχεία καταγραφής όπως π.χ. εκπομπές για την περιβαλλοντική αξιολόγηση και κόστη για την οικονομική αξιολόγηση. Αυτά τα δεδομένα προέρχονται από τα υπομοντέλα των διαδικασιών διαχείρισης αποβλήτων (προσωρινή αποθήκευση, Σ&Μ, Επεξεργασία, Τελική Διάθεση). Οι τιμές των δεικτών αθροίζονται για κάθε σενάριο και βασιζόμενος στο τελικό αποτέλεσμα ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το βέλτιστο σενάριο [Κ. Τσιλέμου και Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2005].

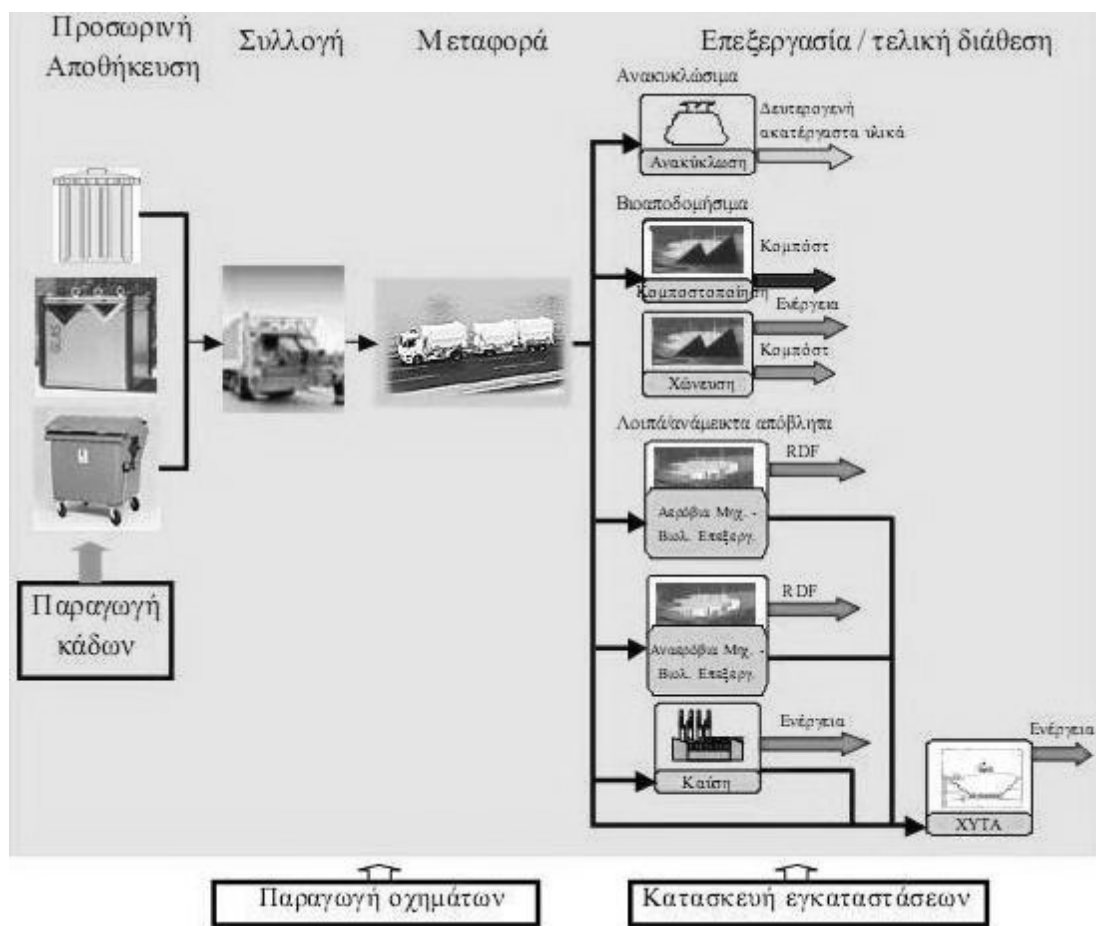
4.2.1 Στόχος και όρια της ΑΚΖ διαχείρισης ΑΣΑ βάσει του LCA-IWM μοντέλου

Ο στόχος για τον οποίον αναπτύχθηκε το μοντέλο στήριξης αποφάσεων LCA-IWM, ήταν η ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας για την αξιολόγηση των συστημάτων διαχείρισης ΑΣΑ σε ευρωπαϊκές πόλεις.

4.2.2 Σκοπός της ΑΚΖ διαχείρισης ΑΣΑ βάσει του μοντέλου LCA-IWM

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο ερευνητικό έργο LCA-IWM παρέχει τη δυνατότητα αξιολόγησης εναλλακτικών συστημάτων διαχείρισης ΑΣΑ. Τα όρια της αξιολόγησης διευρύνονται για να συμπεριλάβουν τις περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις που εμφανίζονται σε όλα τα υποσυστήματα ενός συστήματος διαχείρισης αποβλήτων, (π.χ.: προσωρινή αποθήκευση των αποβλήτων, συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία αποβλήτων και τελική διάθεση). Παρουσιάζει τα στάδια της διαχείρισης των αποβλήτων και μεμονωμένες διαδικασίες που ενσωματώνονται στη διαχείριση των ΑΣΑ [Κ. Τσιλέμου και Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2005].

Στην εικόνα 7 παριστάνονται τα όρια της ανάλυσης της περιβαλλοντικής αξιολόγησης που χρησιμοποιεί το μοντέλο.



Εικόνα 7: Όρια περιβαλλοντικής αξιολόγησης μοντέλου LCA-IWM

[Κ. Τσιλέμου και Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2005]

Η μεθοδολογία εκτίμησης επιπτώσεων βάσει ΑΚΖ (Life Cycle Impact Assessment), που χρησιμοποιεί το μοντέλο LCA-IWM είναι η μέθοδος που αναπτύχθηκε από το Centre of Environmental Science of Leiden

και είναι γνωστή ως CML 2001 [J. B. Guinée et al, 2001].

Η μεθοδολογία αυτή ακολουθεί προσέγγιση “προσανατολισμένη στο πρόβλημα”, η οποία συνίσταται στην ανάπτυξη δεικτών οι οποίοι προσεγγίζουν τις εκάστοτε περιβαλλοντικές παρεμβάσεις. Αυτή είναι μια ποσοτικοποιημένη απεικόνιση μίας κατηγορίας επιπτώσεων, όπως για παράδειγμα αλλαγή του κλίματος που προκαλεί η υπέρυθρη ακτινοβολία, κοντά σε περιοχές όπου εκδηλώνεται ανθρώπινη δραστηριότητα (όπως οι εκπομπές αέριων ρύπων, η εξόρυξη πρώτων υλών και η εντατική χρήση γης) [R. M. Bennett et al, 2006].

4.2.3 Λειτουργική μονάδα της ΑΚΖ διαχείρισης ΑΣΑ βάσει του LCA-IWM μοντέλου

Η λειτουργική (συναρτησιακή) μονάδα που επιλέχθηκε από τους ερευνητές του προγράμματος, και θα υιοθετηθεί στην συνέχεια της παρούσας εργασίας είναι η ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται σε μια περιοχή και εισέρχονται στο σύστημα διαχείρισης σε ένα έτος.

4.2.4 Επιλογή δεικτών αξιολόγησης σεναρίων

Για να είναι δυνατή η σύγκριση των σεναρίων επελέγησαν δείκτες αξιολόγησης για κάθε μία από τις τρεις κύριες κατηγορίες περιβαλλοντικής, οικονομικής και κοινωνικής αξιολόγησης καθενός. Οι τιμές των δεικτών αθροίζονται χρησιμοποιώντας συντελεστές βαρύτητας και συσχετίζοντας τις συνολικές επιπτώσεις ενός συγκεκριμένου σεναρίου με το θεωρούμενο βασικό σενάριο. Επειδή οι συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς επίσης και οι επιπτώσεις σε μεμονωμένες κατηγορίες μπορούν να είναι είτε θετικές είτε αρνητικές, τα συνοπτικά συγκριτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται ανάλογα (αρνητικά για μια περιβαλλοντική ανακούφιση, θετικά για μια επιβάρυνση).

Τα συνοπτικά συγκεντρωτικά αποτελέσματα δεν έχουν καμία φυσική έννοια. είναι απλώς ένας τρόπος σύγκρισης μεταξύ των διαφόρων σεναρίων. Πρέπει να σημειωθεί ότι η συνολική σταθμισμένη περιβαλλοντική επίπτωση του βασικού σεναρίου μπορεί να αποτελείται και από αρνητικές και από θετικές συνεισφορές και μπορεί επομένως να είναι περίπου μηδέν. Σ’ αυτή την περίπτωση τα συνοπτικά συγκριτικά περιβαλλοντικά αποτελέσματα των εναλλακτικών σεναρίων παρουσιάζουν μεγάλες τιμές, σε αντίθεση με τα συνοπτικά συγκριτικά οικονομικά και κοινωνικά αποτελέσματα, όπου αυτή η επίδραση δεν εμφανίζεται.

Οι δείκτες που επελέγησαν για την σύγκριση της περιβαλλοντικής αξιολόγησης των εναλλακτικών σεναρίων βάσει του LCA-IWM μοντέλου είναι οι ακόλουθοι:

- Μείωση αβιοτικών πόρων
- Αλλαγή κλίματος
- Τοξικότητα στον άνθρωπο
- Σχηματισμός φωτο-οξειδωτικών
- Οξίνιση
- Ευτροφισμός.

Καθώς οι συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς επίσης και οι επιπτώσεις σε μεμονωμένες κατηγορίες μπορούν να είναι είτε θετικές είτε αρνητικές, τα συνοπτικά συγκριτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται ανάλογα. Συγκεκριμένα αυτά εμφανίζονται: **αρνητικά για μια περιβαλλοντική ανακούφιση** καθώς αναφέρονται σε εκπομπές που αποφεύγονται, και **θετικά για μια επιβάρυνση**.

Αυτό το βήμα, της “κανονικοποίησης” (normalisation), επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών δεικτών. Πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη ότι ένας Ισοδύναμος Κάτοικος (ΙΚ) πχ. στο δείκτη “συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου” δεν έχει την ίδια φυσική έννοια όπως ένας Ισοδύναμος Κάτοικος (ΙΚ) στον δείκτη του “ευτροφισμού”. Στο μοντέλο αξιολόγησης οι τιμές των δεικτών παρουσιάζονται για τα έξι κριτήρια που βασίζονται στην ΑΚΖ χωριστά. Πρέπει να τονιστεί ότι τα συνοπτικά συγκεντρωτικά αποτελέσματα δεν έχουν καμία φυσική έννοια. Είναι απλώς ένας τρόπος σύγκρισης μεταξύ των διαφόρων σεναρίων [Κ. Τσιλέμου και Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2005] [J. Den Boer et al, 2004].

Αντίστοιχα για την **οικονομική αξιολόγηση** των σεναρίων επελέγησαν οι δείκτες:

- Ετήσιο Συνολικό Κόστος κάθε υποσυστήματος ανά τόνο αποβλήτων
- Ετήσιο Συνολικό Κόστος κάθε υποσυστήματος ανά νοικοκυριό
- Ετήσιο Συνολικό Κόστος κάθε υποσυστήματος ανά άτομο
- Ετήσιο Συνολικό Κόστος Συστήματος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων ανά τόνο αποβλήτων
- Ετήσιο Συνολικό Κόστος Συστήματος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων ανά νοικοκυριό
- Ετήσιο Συνολικό Κόστος Συστήματος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων ανά άτομο
- Έσοδα από την πώληση των ανακτώμενων υλικών και της ενέργειας
- Διαφορά μεταξύ εσόδων και δαπανών για τη διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Η αξιολόγηση των δεικτών αυτών γίνεται με απλούς όρους κόστους.

Καταληκτικά για το μέρος της **κοινωνικής αξιολόγησης** οι δείκτες οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν εξειδικευμένα τα υποσυστήματα της προσωρινής αποθήκευσης, της συλλογής και μεταφοράς και της επεξεργασίας κάθε σεναρίου διαχείρισης ΑΣΑ. Οι δείκτες αυτού και η συσχέτισή τους με καθένα από τα υποσυστήματα αυτά φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα 9.

Πίνακας 9: Δείκτες κοινωνικής αξιολόγησης
[Κ. Τσιλέμου και Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2005]

Κοινωνική Αποδοχή	Προσωρινή αποθήκευση	Συλλογή – Μεταφορά	Επεξεργασία
Οσμή	√		√
Οπτική επίδραση	√		√
Ευκολία στη χρήση	√		
Κάλυψη δημόσιου χώρου	√		√
Κάλυψη ιδιωτικού χώρου	√		
Θόρυβος	√	√	√
Πολυπλοκότητα	√		
Επιβάρυνση κυκλοφορίας		√	√
Αντίληψη κινδύνου			√
Κοινωνική δικαιοσύνη			
Κατανομή θέσης κάδων	√		
Ποιότητα εργασίας		√	√
Κοινωνική Λειτουργία			
Τελικός προορισμός			√
Αριθμός θέσεων απασχόλησης		√	√

Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε για την απόδοση κάθε δείκτη κοινωνικής αξιολόγησης κυμαίνεται από το 0 μέχρι το 1 όπου, η τιμή 0 αντιπροσωπεύει την καλύτερη κατάσταση και η τιμή 1 τη χειρότερη κατάσταση.

Πρέπει να επισημανθεί ότι η αξιολόγηση των κοινωνικών παραμέτρων που εφαρμόζεται στο μοντέλο αξιολόγησης LCA IWM υιοθετείται με επιφυλάξεις από τους δημιουργούς του, καθώς αναφέρεται ότι [Κ. Τσιλέμου και Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2005]:

“Όσον αφορά στην αξιολόγηση των κοινωνικών επιπτώσεων, πρέπει να σημειωθεί ότι αυτό το θέμα είναι πολύ ευαίσθητο και χρειάζεται πολλές πρόσθετες (συμπληρωματικές) μελέτες, σχετικά με τα κριτήρια και τους δείκτες, οι οποίες πρέπει να απευθύνονται στις πόλεις για να επιτευχθούν αξιόπιστες απαντήσεις. Τα αποτελέσματα των προκαταρκτικών μελετών, που παρουσιάζονται σε αυτό το κεφάλαιο, πρέπει να ελεγχθούν κατά τη διάρκεια επόμενων ερευνών της κοινής γνώμης, επαναλαμβανόμενων κατά τακτά χρονικά διαστήματα, προκειμένου να αξιολογηθούν οι αλλαγές στην κοινωνική αποδοχή ως ένα αποτέλεσμα της εκπαίδευσης του κοινού.”

4.3 Πρόγνωση της σύστασης των ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης

Απαραίτητο στοιχείο για την σύγκριση των εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης των ΑΣΑ μιας περιοχής είναι η εκτίμηση της παραγωγής και σύστασης των ΑΣΑ κατά το διάστημα (“χρονικό ορίζοντα”) κατά το οποίο θα διεξαχθεί η σύγκριση αυτή. Για το λόγο αυτό, παράλληλα με το μοντέλο LCA-IWM αναπτύχθηκε

ένα μοντέλο πρόγνωσης των παραμέτρων αυτών (MswPrognostic Tool), το οποίο αποτελεί ένα εργαλείο εκτίμησης της παραγωγής ΑΣΑ στον ευρωπαϊκό χώρο, εστιάζοντας στις νοτιοανατολικές περιοχές αυτού.

Το εργαλείο αυτό επιτρέπει τις τεκμηριωμένες προβλέψεις των ρυθμών παραγωγής αποβλήτων καθώς επίσης και τις εκτιμήσεις της σύνθεσης των αποβλήτων. Έτσι η εκτίμηση των μακροπρόθεσμων αλλαγών των δημογραφικών, κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών μιας περιοχής επιτρέπει υψηλή ακρίβεια πρόβλεψης. Στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου, κατά το οποίο αναπτυχθηκε υιοθετήθηκε ένας ορίζοντας πρόγνωσης 10 ετών, ο οποίος θα υιοθετηθεί και από την παρούσα εργασία.

Με δεδομένο ότι τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το εργαλείο πρόγνωσης, αποτελούν στοιχεία εισόδου (input data) για το μοντέλο αξιολόγησης, κρίνεται σκόπιμο να αναλυθεί στην παρούσα ενότητα η πρόγνωση για την παραγωγή και σύσταση των ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης, όπως προκύπτει μέσα από την εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων στο εργαλείο πρόγνωσης.

Αρχικά προσδιορίζονται , το όνομα, η χώρα, ο πληθυσμός της περιοχής καθώς και τα έτη αναφοράς (2007) και εκτίμησης (2017) τα οποία, όπως αναφέρθηκε δημιουργούν χρονικό ορίζοντα δεκαετίας. Στη συνέχεια εισάγονται οι ποσότητες ΑΣΑ οι οποίες συλλέχθηκαν ξεχωριστά κατά το έτος αναφοράς (2007). Με δεδομένο ότι στο Νομό Ξάνθης δεν εφαρμόζεται σύστημα διαλογής στην πηγή, θεωρείται ότι το σύνολο της ποσότητας των ΑΣΑ, 41.638,73tn/έτος όπως φάνηκε στον πίνακα 7, συλλέγεται σε ένα ρεύμα αυτό των ανάμεικτων (mixed) απορριμμάτων.

Ακολούθως, συνυπολογίζεται η σύσταση των ανάμεικτων αποβλήτων, ως προς τα βασικά κλάσματα ενδιαφέροντος: Χαρτιού-χαρτονιού, γυαλιού, μετάλλων, ζυμώσιμων, πλαστικών και επικίνδυνων αποβλήτων. Οι παράμετροι αυτοί προσδιορίστηκαν όπως αναλύθηκε στον πίνακα 7, και την σχετική ενότητα 3.3.2.

Ο πληθυσμός του νομού για το έτος εκτίμησης (2017) εκτιμήθηκε προεκτείνοντας την αύξηση του πληθυσμού του νομού κατά τη περίοδο 1991 (91.063 κάτοικοι) – 2001 (101.856 κάτοικοι), μέχρι το 2017. Η στατιστική εκτίμηση αυτή απέδωσε πληθυσμό 119 χιλιάδων κατοίκων για το Νομό Ξάνθης το 2017.

Αντίστοιχα συνυπολογίζονται εκτιμήσεις σχετικά με διοικητικά μέτρα τα οποία θα ληφθούν για τον περιορισμό της παραγωγής ΑΣΑ στην περιοχή μελέτης κατά την περίοδο 2007 - 2017 (π.χ. Οικιακή κομποστοποίηση, προώθηση της ανακύκλωσης) και τον πληθυσμό που αυτά θα επηρεάσουν αλλά και τα ποσοστά επίδοσης στην διαλογή επιλεγμένων κλασμάτων αποβλήτων στην πηγή . Η αδυναμία εκτίμησης των παραμέτρων αυτών οδήγησε στην υιοθέτηση των προεπιλεγμένων τιμών, ώστε να υπάρχει κοινή βάση στην αξιολόγηση των εναλλακτικών διαχειριστικών σεναρίων στην εξέλιξη της εργασίας.

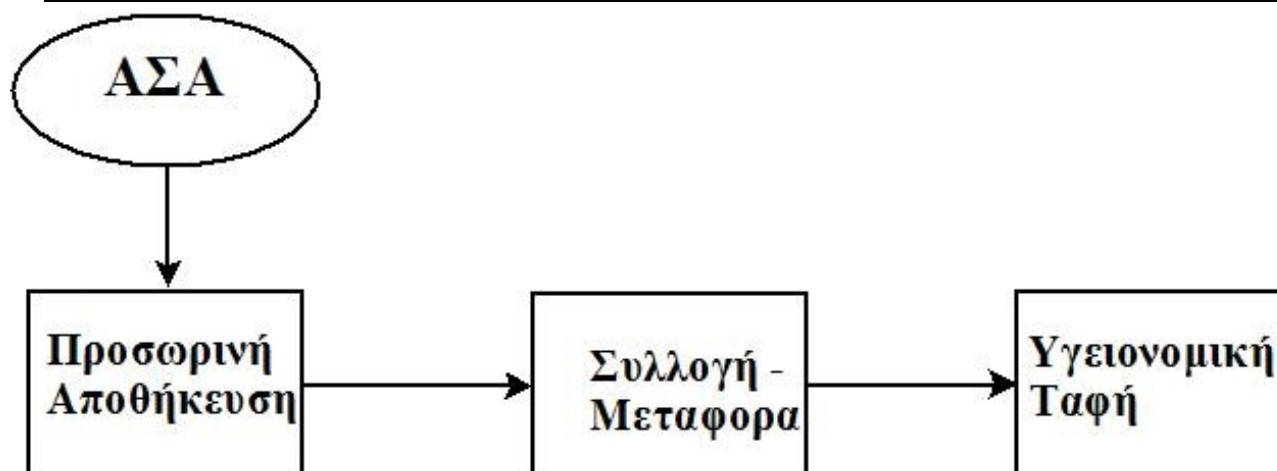
Στον ακόλουθο πίνακα 10 φαίνονται τα αποτελέσματα της εκτίμησης σχετικά με τη σύσταση και την ποσότητα των ΑΣΑ της Ξάνθης κατά το έτος αναφοράς (2007) και το έτος εκτίμησης (2017) όπως και η ποσοστιαία μεταβολή των σχετικών παραμέτρων. Πρέπει να τονιστεί ότι οι τιμές αυτές, θα αποτελέσουν δεδομένα εισόδου στην παραμετροποίηση όλων των σεναρίων διαχείρισης που θα εξεταστούν στη συνέχεια της εργασίας.

Πίνακας 10: Πρόγνωση σύστασης – ποσοτήτων ΑΣΑ Νομού Ξάνθης

Κλάσμα	2007 (tn/yr)	2017 (tn/yr)
Ζυμώσιμα	14.200	18.700
Απόβλητα πάρκων και κήπων	4.700	6.200
Πλαστικά	5.700	8.200
Χαρτί - Χαρτόνι	4.500	7.100
Γυαλί	3.600	5.000
Μέταλλα	1.100	1.300
ΑΗΗΕ	800	1.100
Επικίνδυνα Απόβλητα	200	200
Άλλα	6.800	9.400
Σύνολο	41.600	57.200

4.4 Μηδενικό σενάριο: Η υφιστάμενη διαχείριση απορριμμάτων στο Νομό Ξάνθης

Ως πρώτο σενάριο θα εξεταστεί το (θεωρητικό) ενδεχόμενο της εξακολούθησης της σημερινής πρακτικής που ακολουθείται στη διαχείριση των απορριμμάτων του νομού Ξάνθης. Η πρακτική αυτή συνίσταται στην αποκλειστική εφαρμογή υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων που παράγονται στο νομό και σχηματικά αποδίδεται από το ακόλουθο σχήμα 9. Είναι προφανές ότι η εξακολούθηση της πρακτικής αυτής δεν είναι δυνατόν να εξακολουθήσει να εφαρμόζεται λόγω των ελληνικών και κοινοτικών απαιτήσεων για επεξεργασία-αξιοποίηση όλων των αποβλήτων πριν την τελική διάθεσή τους, ωστόσο η θεωρητική εξέταση του ενδεχομένου αυτού θα αποτελέσει σημείο αναφοράς στη σύγκριση των ενδεχόμενων σεναρίων.



Σχήμα 9: Μηδενικό σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης

Όπως δείχνει το σχήμα 9, η διαχείριση που ακολουθείται σήμερα αποτελείται από τα υποσυστήματα της προσωρινής αποθήκευσης των ΑΣΑ που παράγονται στο νομό στους κάδους συλλογής που είναι τοποθετημένοι. Στη συνέχεια τα απορρίμματα συλλέγονται από απορριματοφόρα και μεταφέρονται στο ΧΥΤΑ του νομού (υποσύστημα συλλογής και μεταφοράς). Καταληκτικά τα ΑΣΑ διατίθενται εδαφικά στο ΧΥΤΑ (υποσύστημα υγειονομικής ταφής).

4.5 Σενάριο 1: Εκτεταμένη καύση των ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης

Ως πρώτο ενδεχόμενο σενάριο διαχείρισης των ΑΣΑ του νομού θα αξιολογηθεί το ενδεχόμενο εφαρμογής εκτεταμένης αποτέφρωσης (καύσης) των ΑΣΑ, σύμφωνα με την τάση που επικρατεί στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τάση η οποία καταδεικνύεται στον πίνακα 11.

Πίνακας 11: Ποσοστό των οικιακών απορριμμάτων που αποτεφρώνονται σε Ευρωπαϊκές χώρες κατά το 2007

[B. Bilitewski, 2007]

Χώρα	Σύνολο οικιακών απορριμμάτων [εκ. τόνοι/έτος]	Σύνολο αποτεφρούμενων απορριμμάτων [εκ. τόνοι/έτος]	Ποσοστό [%]
Ελβετία	2,58	2,50	96,6
Σουηδία	2,35	1,94	82,6
Ολλανδία	4,79	3,75	78,3
Γερμανία	29,50	17,90	60,7
Δανία	3,10	1,85	59,7
Βέλγιο	2,15	1,04	48,4

Χώρα	Σύνολο οικιακών απορριμμάτων [εκ. τόνοι/έτος]	Σύνολο αποτεφρούμενων απορριμμάτων [εκ. τόνοι/έτος]	Ποσοστό [%]
Νορβηγία	0,83	0,39	47,0
Αυστρία	1,27	0,55	43,3
Γαλλία	22,37	9,21	41,2
Πορτογαλία	4,19	0,94	22,4
Ισπανία	13,10	1,48	11,3
Ην. Βασίλειο	24,61	2,64	10,7
Ιταλία	24,09	1,78	7,4
Φινλανδία	1,40	0,08	5,7
Σλοβακία	1,02	0,13	12,7
Ουγγαρία	4,18	0,35	8,4
Τσεχία	2,95	0,21	7,1
Λετονία	1,13	0,03	2,7
Πολωνία	12,74	0,002	0,02

Άλλωστε, όπως αναφέρεται και στην ελληνική Κοινή Υπουργική Απόφαση 114218/1997 για την “Κατάρτιση Πλαισίου Προδιαγραφών και Γενικών Προγραμμάτων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων” η εφαρμογή τεχνικών θερμικής επεξεργασίας και στην Ελλάδα μπορεί να εφαρμοστεί έχοντας τριπλό σκοπό:

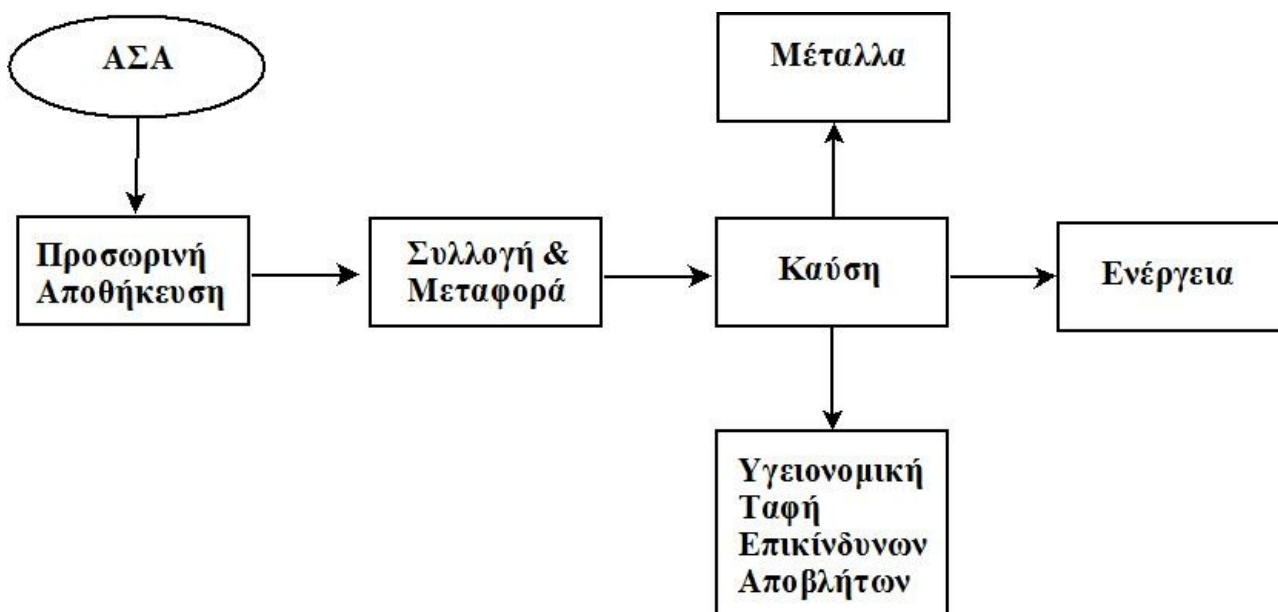
- “... η ελάττωση του όγκου τους... (για την ευκολότερη διαχείρισή τους και τη μείωση του αναγκαίου χώρου τελικής απόθεσης αυτών)
- ...η μετατροπή τους σε υλικά μη επιβλαβή για την υγεία... (για την προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος)
- ...η κατά το δυνατόν εκμετάλλευση της ευρισκόμενης στα απορρίμματα ενέργειας(για την αξιοποίηση του ενεργειακού τους περιχομένου και τη μείωση των αναγκών σε μη ανανεώσιμα καύσιμα, όπως π.χ. Λιγνίτη).

Παράλληλα, έχουν θεσπιστεί και ενσωματωθεί στην ελληνική νομοθεσία, ειδικοί όροι και προδιαγραφές για την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τον έλεγχο εγκαταστάσεων θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ και άλλων ειδών αποβλήτων (Οδηγία 2000/76/ΕΚ «Για την Αποτέφρωση των Αποβλήτων», ΚΥΑ 22912/1117/2005 «Μέτρα και Όροι για την Πρόληψη και τον Περιορισμό της Ρύπανσης του Περιβάλλοντος από την Αποτέφρωση των Αποβλήτων»), προκειμένου να εξασφαλιστεί η προστασία του περιβάλλοντος από τους αέριους κυρίως ρύπους, που δύναται να παραχθούν κατά τη λειτουργία τους. Κατά συνέπεια προκύπτει ότι η θερμική επεξεργασία των ΑΣΑ στην Ελλάδα, και συγκεκριμένα στο Νομό Ξάνθης, μπορεί να εξεταστεί ως

ένα, νομοθετικά, απολύτως αποδεκτό ενδεχόμενο, αν και η κοινή γνώμη και τάση που επικρατεί στον ελληνικό χώρο αντιτίθεται στην εφαρμογή της.

Η πρακτική που θα ακολουθηθεί στην εφαρμογή τεχνικών θερμικής αξιοποίησης στα ΑΣΑ του νομού θα συνίσταται στα επί μέρους υποσυστήματα που φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα 10. Τα υποσυστήματα της προσωρινής αποθήκευσης σε κάδους και της συλλογής – μεταφοράς των ΑΣΑ δεν μεταβάλλονται ουσιαστικά σε σχέση με το μηδενικό σενάριο, ωστόσο στη συνέχεια προστίθεται το υποσύστημα της θερμικής αξιοποίησης, όπου θα εξεταστεί η τεχνική της καύσης (αποτέφρωσης), η οποία αποτελεί την πλέον δημοφιλή και τεχνικά εμπεδωμένη μέθοδο, η οποία εφαρμόζεται με παράλληλη αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου των απορριμμάτων και ανάκτηση των μετάλλων που αποτελούν το κύριο αξιοποιήσιμο κλάσμα των ΑΣΑ το οποίο δεν καίγεται. Στη συνέχεια τα κατάλοιπα της καύσης των απορριμμάτων οδηγούνται στο υποσύστημα της υγειονομικής ταφής.

Οι βασικές χρησιμότητες της αποτέφρωσης είναι η δραστική μείωση του όγκου των απορριμμάτων, που φτάνει έως και 80% του αρχικού όγκου και η δυνατότητα ανάκτησης ενέργειας από τα απορρίμματα. Έτσι στενότητα χώρου και σημαντικές ενεργειακές ανάγκες σε συνδυασμό με δυσκολίες στην ηλεκτρική τροφοδοσία «διευκολύνουν» τη λειτουργία μονάδων αποτέφρωσης. Ας σημειωθεί ότι σε κάθε περίπτωση μία μονάδα αποτέφρωσης πρέπει να συνοδεύεται από κατάλληλο ΧΥΤΑ για τη διάθεση των επικινδύνων στερεών υπολειμμάτων. Σε κάθε περίπτωση η αποτέφρωση πρέπει αποδεδειγμένα να οδηγεί σε ανάκτηση ενέργειας, η οποία να είναι άμεσα αξιοποιήσιμη.



Σχήμα 10: Πρώτο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης

4.6 Σενάριο 2: Διαλογή στην πηγή ανακυκλώσιμων υλικών

Δεύτερο ενδεχόμενο σενάριο για τη διαχείριση των ΑΣΑ του νομού Ξάνθης είναι η εφαρμογή διαλογής στην πηγή μίας “ομάδας αποβλήτων” που συνιστούν το κλάσμα των ανακυκλώσιμων αποβλήτων, δηλαδή, γυαλιού, χαρτιού – χαρτονιού, μετάλλων και πλαστικού. Η πρακτική αυτή εφαρμόζεται ευρέως σε πόλεις ανά την Ελλάδα, αλλά και διεθνώς, ώστε να μειωθεί ο όγκος των απορριμμάτων που οδηγούνται σε εδαφική διάθεση αλλά και το κόστος διαλογής των αξιοποιήσιμων – ανακυκλώσιμων κλασμάτων.

Αποτελεί το πιο συνηθισμένο σύστημα προσωρινής αποθήκευσης - συλλογής υλικών διαλογής στην πηγή. Ως τεχνική, παρουσιάζει πολλά κοινά χαρακτηριστικά (π.χ. αριθμός και διαστασιολόγηση κάδων) με τη συλλογή των μικτών στερεών αποβλήτων. Διαφοροποιείται όμως ως προς το είδος των κάδων, τα μέσα συλλογής και τη συχνότητα συλλογής.

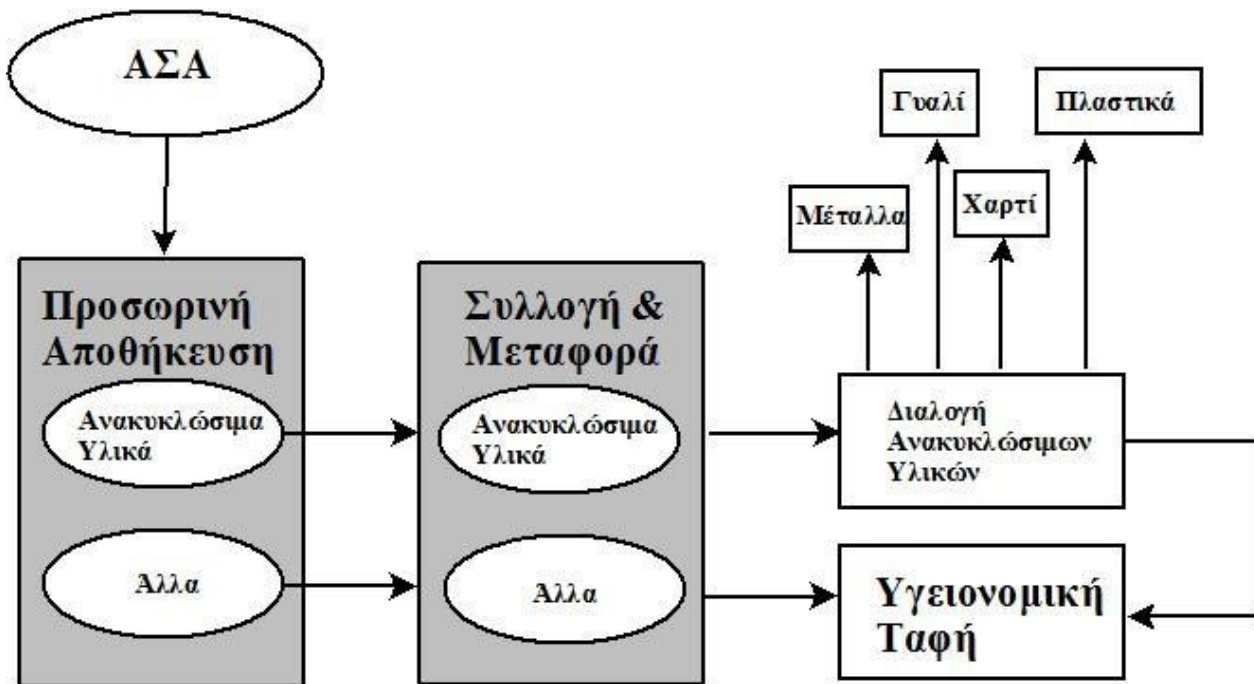
Οι κάδοι συνηθίζεται να τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις του οικιστικού ιστού σε συνδυασμό με το σύστημα προσωρινής αποθήκευσης και αποκομιδής των υπολοίπων μικτών απορριμμάτων, ενώ το κοινό τοποθετεί τα υλικά - στόχους στους κάδους αφού τα έχει προ-διαχωρίσει.

Η εγκατάσταση ενός συστήματος ταυτόχρονης συλλογής ομάδος υλικών αποτελεί ταυτόχρονα και εφαρμογή συστήματος δύο ξεχωριστών ρευμάτων συλλογής στερεών αποβλήτων: το ρεύμα της προς ανάκτηση ομάδας υλικών και το ρεύμα των υπολοίπων μικτών αποβλήτων. Η διαλογή στην πηγή, ομάδας υλικών έχει τα εξής κύρια χαρακτηριστικά:

1. Είναι **αποδοτικότερη** σε σχέση με την διαλογή κάθε υλικού ξεχωριστά διότι στοχεύει στην ανάκτηση - ανακύκλωση μεγαλύτερου κλάσματος των αποβλήτων και επομένως μειώνεται η ποσότητα των υπολοίπων αποβλήτων που οδηγούνται προς περαιτέρω διαχείριση.
2. Εξοικονομούνται μέσα προσωρινής αποθήκευσης και συλλογής των υλικών
3. Υφίστανται μικρότερες απαιτήσεις σε προσωπικό και χώρο προσωρινής αποθήκευσης στις κατοικίες
4. Εφαρμόζεται ευκολότερα, σε σχέση με τη διαλογή κάθε υλικού ξεχωριστά, διότι οι καταναλωτές δεν είναι υποχρεωμένοι να προ- διαχωρίσουν τα υλικά ανά είδος
5. Συνδυάζεται υποχρεωτικά με Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (Κ.Δ.Α.Υ.), αφού η συλλογή πολλών ανακυκλώσιμων υλικών ταυτόχρονα καθιστά υποχρεωτική τη δημιουργία Κέντρου, όπου τα υλικά αυτά θα υφίστανται διαχωρισμό ανά είδος, επεξεργασία και τέλος, αποθήκευση ως έτοιμα δευτερογενή υλικά
6. Υπάρχει η πιθανότητα αυξημένου ποσοστού ξένων υλικών και προσμίξεων στα προς ανάκτηση υλικά
7. Απαιτείται ο επανασχεδιασμός όλου του δικτύου συλλογής, μεταφοράς και μεταφόρτωσης (σε περίπτωση που υφίσταται) των στερεών αποβλήτων - απορριμμάτων. Οι ομάδες υλικών -στόχων αποτελούν τουλάχιστον το 30 - 35% κατά βάρος των συνολικών αποβλήτων, επομένως η διαλογή και εκτροπή τους από το ρεύμα των μικτών αποβλήτων επηρεάζει άμεσα το υφιστάμενο σύστημα διαχείρισης των στερεών αποβλήτων της περιοχής (το οποίο έχει σχεδιασθεί για να ανταποκρίνεται σε μεγαλύτερες ποσότητες αποβλήτων). Τα δύο ρεύματα συλλογής (ανακτήσιμα και υπόλοιπα μικτά στερεά απόβλητα) μπορούν να αξιοποιούν τις ίδιες διατάξεις μεταφόρτωσης (αποκλειομένων συνήθως των μηχανισμών συμπίεσης για να μην δυσχεραίνεται το έργο του περαιτέρω διαχωρισμού των υλικών στο Κέντρο ανακύκλωσης) αρκεί να μην αυξάνονται κατά τη μεταφόρτωση οι

πιθανότητες ρύπανσης των υλικών στόχων με νέες ξένες προσμίξεις. Επίσης, είναι δυνατή η χωροθέτηση των κάδων συλλογής των δύο ρευμάτων σε ενιαίο δίκτυο.

Τα υποσυστήματα που εφαρμόζονται στο σενάριο αυτό φαίνονται στο σχήμα 11 και συνίσταται στην εφαρμογή δύο παράλληλων ρευμάτων προσωρινής αποθήκευσης και συλλογής – μεταφοράς των ΑΣΑ. Το πρώτο ρεύμα είναι αυτό των ανακυκλώσιμων κλασμάτων, τα οποία αποθηκεύονται προσωρινά σε ξεχωριστούς κάδους (“μπλε κάδοι”) και μεταφέρονται σε εγκατάσταση διαλογής ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν, ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα κλάσματα ΑΣΑ τα οποία αποθηκεύονται, συλλέγονται και μεταφέρονται στο ΧΥΤΑ.



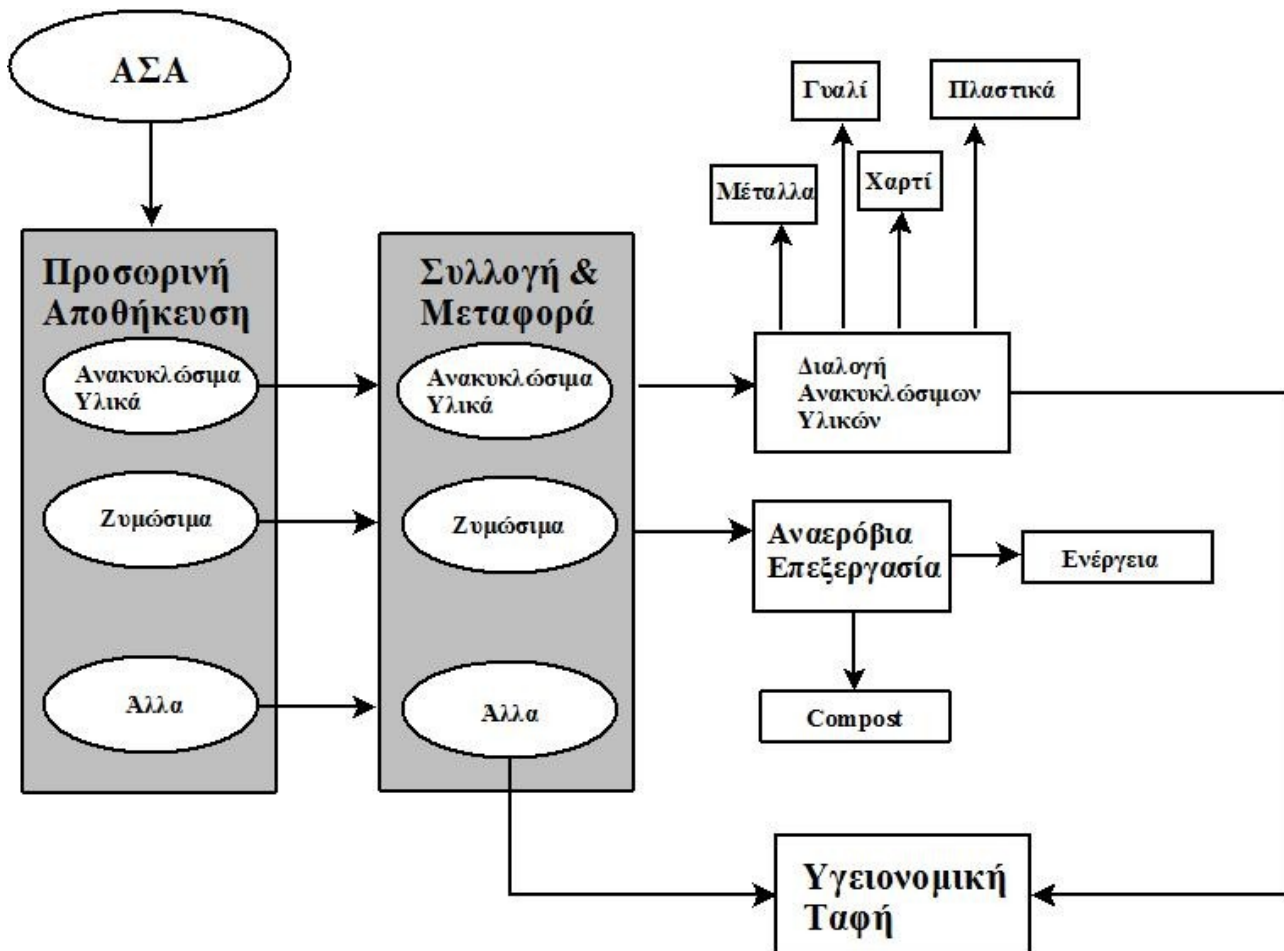
Σχήμα 11: Δεύτερο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης

4.7 Σενάριο 3: Διαλογή στην πηγή ανακυκλώσιμων και ζυμώσιμων υλικών

Το τρίτο ενδεχόμενο σενάριο αποτελεί επέκταση του δεύτερου (διαλογή στην πηγή ανακυκλώσιμων υλικών) με την προσθήκη ενός ακόμα ρεύματος απορριμμάτων το οποίο διαλέγεται στην πηγή, αυτό των ζυμώσιμων απορριμμάτων. Επεκτείνεται δηλαδή η διαλογή στην πηγή όχι μόνο των ανακυκλώσιμων αλλά και των οργανικών – ζυμώσιμων αποβλήτων (τρόφιμα, φρούτα, λαχανικά κ.ο.κ.).

Το επιπρόσθετο αυτό ρεύμα οδηγείται σε εγκατάσταση αναερόβιας επεξεργασίας. Κατά την αναερόβια βιολογική επεξεργασία (αναερόβια ζύμωση), πραγματοποιείται αποδόμηση των οργανικών ουσιών με τη βοήθεια μικροοργανισμών απουσία οξυγόνου. Το αποτέλεσμα της διεργασίας είναι η παραγωγή

σταθεροποιημένου οργανικού υλικού το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό και αερίου (βιοαέριο) υψηλής περιεκτικότητας σε μεθάνιο (CH₄), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας. Το σενάριο αυτό περιγράφεται στο σχήμα 12.



Σχήμα 12: Τρίτο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης

4.8 Σύγκριση σεναρίων

Η διαδικασία παραμετροποίησης καθενός από τα τέσσερα παραπάνω σενάρια, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του μοντέλου αξιολόγησης LCA – IWM θα αναλυθεί σε ισάριθμα κεφάλαια που θα ακολουθήσουν, όπου και θα παρουσιαστεί η περιβαλλοντική και οικονομική αξιολόγηση καθενός από τα σενάρια.

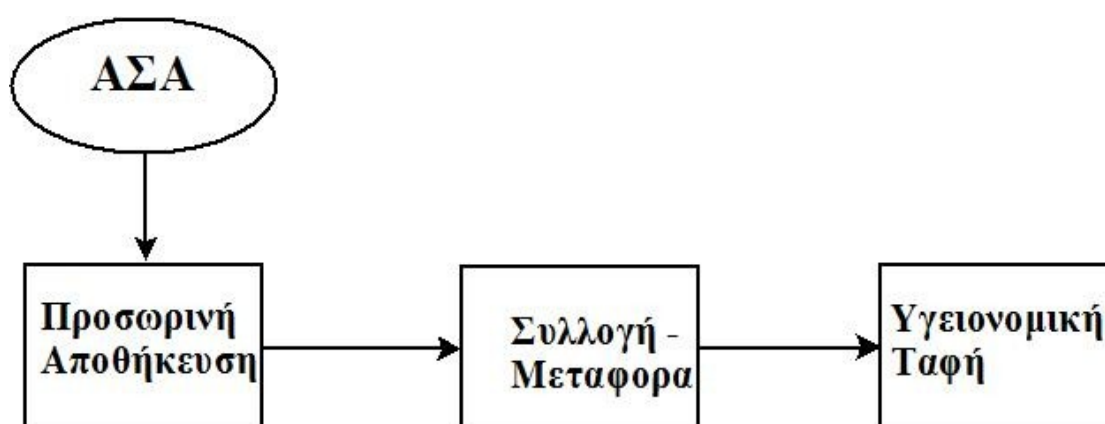
Η κοινωνική αξιολόγηση θα περιληφθεί στο τελευταίο κεφάλαιο 9, όπου και θα διεξαχθεί η συγκριτική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων μεταξύ τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Μηδενικό Σενάριο: Υγειονομική Ταφή ΑΣΑ

5.1 Η υφιστάμενη διαχείριση απορριμμάτων στο Νομό Ξάνθης -Διάγραμμα ροής

Όπως ήδη έχει αναφερθεί στα κεφάλαια 3 και 4, η υπάρχουσα πρακτική που ακολουθείται στο Νομό Ξάνθης εστιάζεται στην υγειονομική ταφή του συνόλου των ποσοτήτων απορριμμάτων που συλλέγονται. Το παρακάτω σχήμα 13 αναπαριστά σχηματικά την πρακτική αυτή, η οποία και θα μελετηθεί ως μηδενικό σενάριο στη διαχείριση των ΑΣΑ της Ξάνθης. Αυτό θα αποτελεί τη βάση για τη σύγκριση των υπόλοιπων τριών σεναρίων, των οποίων τα οφέλη και οι επιπτώσεις θα μπορούν να συγκριθούν με τα οφέλη και τις επιπτώσεις από την εξακολούθηση της ήδη εφαρμοζόμενης πρακτικής για – κοινό για όλα τα σενάρια – χρονικό ορίζοντα των δέκα ετών.



Σχήμα 13: Μηδενικό σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης

5.2 Εφαρμογή αξιολόγησης

Σε κάθε σενάριο αξιολόγησης υπάρχουν συγκεκριμένες παράμετροι που αφορούν στην περιοχή μελέτης, ανεξάρτητα από το σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων που εφαρμόζεται (δημογραφικοί, κλιματολογικοί, οικονομικοί). Οι παράγοντες αυτοί εισάγονται στην εναρξη της αξιολόγησης κάθε σεναρίου αποτελώντας τη βάση – περιγραφή των ιδιαίτερων συνθηκών του Νομού Ξάνθης.

Αρχικά εισάγονται γενικές πληροφορίες, σχετικά με τον πληθυσμό της Ελλάδας (10.964.020 κάτοικοι), του Νομού Ξάνθης (101.856 κάτοικοι, 32.072 νοικοκυριά) καθώς και κλιματολογικά δεδομένα (μέση θερμοκρασία 15οC) που αφορούν στο νομό. Για τη συμπλήρωση των κελιών χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα της απογραφής του 2001 [ΕΣΥΕ, 2001] και του μετεωρολογικού σταθμού Ξάνθης [<http://www.xanthi.ilsp.gr/>].

Πρέπει να επισημανθεί ότι για την περαιτέρω ανάλυση, χωρίστηκαν δύο περιοχές (τομείς) μελέτης, αυτή του

Δήμου Ξάνθης (πληθυσμός 52.270 κάτοικοι, αριθμός νοικοκυριών 16.534, έκταση 153km²) και αυτή του υπόλοιπου νομού (πληθυσμός 49.586 κάτοικοι, αριθμός νοικοκυριών 15.538, έκταση 1.640km²). Ο διαχωρισμός των δύο περιοχών, εκτός από απαίτηση του μοντέλου LCA-IWM, αποτελεί και παράγοντα καλύτερης παραμετροποίησης του προβλήματος, καθώς οι δύο τομείς διαφέρουν σημαντικά, με τον πρώτο να παρουσιάζει μεγάλη πληθυσμιακή συγκέντρωση σε μικρή έκταση, ενώ στο δεύτερο ο πληθυσμός είναι διεσπαρμένος σε μεγάλη έκταση και περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο αγροτικές περιοχές.

Η τελευταία ομάδα παραμέτρων που εισάγεται όμοια για όλα τα σενάρια αξιολόγησης είναι τα **αποτελέσματα του εργαλείου πρόγνωσης** σχετικά με την ποσότητα και τη σύσταση των ΑΣΑ του νομού Ξάνθης στα έτη αναφοράς (2007) και πρόγνωσης (2017), όπως αυτά παρουσιάστηκαν στην ενότητα 4.3.

η πρώτη ομάδα παραμέτρων που χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση του μηδενικού σεναρίου αφορά σε δεδομένα σχετικά με το υποσύστημα της προσωρινής αποθήκευσης των ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης στους κάδους συλλογής αυτών. Οι κύριες παραδοχές που έγιναν για την περιγραφή του υποσυστήματος της **προσωρινής αποθήκευσης** είναι ότι:

- **Περιβαλλοντική Αξιολόγηση**
 - Δεν εφαρμόζεται διαλογή των ΑΣΑ στην πηγή, ούτε υπάρχει σχεδιασμός να εφαρμοστεί τέτοια πρακτική μελλοντικά μέχρι το έτος αξιολόγησης (2017)
 - Στις δύο περιοχές μελέτης τα σύμμεικτα ΑΣΑ συλλέγονται σε σάκους των 60l, πλαστικούς (HDPE) κάδους των 240l και μεταλλικούς κάδους των 1.100l.
 - Οι κάδοι έχουν αναμενόμενο χρόνο ζωής 5 έτη (οι μεταλλικοί) και 2 έτη (πλαστικοί) ενώ κατά μέσο όρο αδειάζονται 3 φορές την εβδομάδα (156 φορές ετήσια) και είναι πληρωμένοι κατά 80%.
- **Οικονομική Αξιολόγηση:**
 - Το κόστος αγοράς των σάκων είναι 10€/εκατοντάδα ενώ το κόστος αγοράς των πλαστικών κάδων είναι 50€/τεμ και των μεταλλικών 100€/τεμ.
 - Μετά τον ωφέλιμο χρόνο ζωής τους οι πλαστικοί κάδοι έχουν κόστος διαχείρισης ίσο με το 3% της αξίας αγοράς τους, ενώ οι μεταλλικοί αποδίδουν κέρδος ίσο με το 4% της αξίας αγοράς τους
- **Κοινωνική αξιολόγηση**
 - Η περιοχή μελέτης θεωρήθηκε κυρίως οικιστική, με τον κοντινότερο κάδο να απέχει 6 - 8m από κάθε κάτοικο, ενώ το μοντέλο χρησιμοποιεί προεπιλεγμένες τιμές σχετικά με το ρυθμό με τον οποίο τα ΑΣΑ εισάγονται στους κάδους και τη σχετική ηχητική όχληση που προκαλεί κάθε κλάσμα αποβλήτου κατά την εισαγωγή του στον κάδο
 - Η μέση έκταση ενός νοικοκυριού κυμαίνεται από 75 ως 100m²
 - Οι κάδοι της προσωρινής αποθήκευσης είναι τοποθετημένοι σε οικιστικές περιοχές

Η επόμενη ομάδα επιλογών αφορά στην παραμετροποίηση του υποσυστήματος της **συλλογής και μεταφοράς** των ΑΣΑ. Οι παραδοχές για το στάδιο αυτό είναι ότι:

- **Περιβαλλοντική αξιολόγηση:**
 - Η συλλογή και μεταφορά γίνεται από οχήματα χωρητικότητας 7 και 15 τόνων, με πλήρωμα έναν οδηγό και δυο φορτωτές, τα οποία καταναλώνουν 27l diesel ανά 100km και κινούνται με μέση ταχύτητα 25km/h.
 - Η μέση απόσταση που διανύει ένα όχημα για τη συλλογή των ΑΣΑ από τον πρώτο τομέα, του Δήμου Ξάνθης, εκτιμήθηκε σε 10km ενώ για τον δεύτερο τομέα σε 30km ανά δρομολόγιο (όρχος οχημάτων – τομέας αποκομιδής - ΧΥΤΑ)
 - Δεν υπάρχουν σταθμοί μεταφόρτωσης και η μεταφορά των ΑΣΑ γίνεται απευθείας στον ΧΥΤΑ Ξάνθης.
- **Οικονομική αξιολόγηση**
 - Η αμοιβή ενός οδηγού απορριμματοφόρου ανέρχεται σε 5,3€/h ενώ ενός φορτωτή σε 5€/h για εργασία ωφέλιμης διάρκειας 7h/d.
 - Το κόστος του καυσίμου θεωρήθηκε ότι ανέρχεται σε 0,77€/l.
- **Κοινωνική αξιολόγηση**
 - Το συνολικό μήκος του οδικού δικτύου του νομού Ξάνθης ανέρχεται σε 273km [Εγνατία Α. Ε., 2008]
 - Κάθε εργαζόμενος εργάζεται 1.720 ώρες ετησίως
 - Οι εγκαταστάσεις συλλογής και μεταφοράς ευρίσκονται σε κατοικημένες – οικιστικές περιοχές.

Στην περίπτωση του υπό εξέταση, μηδενικού, σεναρίου το σύνολο των ΑΣΑ – 57.200 tn/έτος όπως προέκυψε από το εργαλείο πρόγνωσης – τα οποία συλλέγονται στα όρια του Νομού Ξάνθης, οδηγούνται προς υγειονομική ταφή. Η παραμετροποίηση του υποσυστήματος της **υγειονομικής ταφής** των ΑΣΑ στο Νομό Ξάνθης περιλαμβάνει τις ακόλουθες παραμέτρους.

- **Περιβαλλοντική αξιολόγηση**
 - Ο ΧΥΤΑ δέχεται 57.200tn ΑΣΑ/έτος από το νομό της Ξάνθης μόνο και όχι από γειτονικές περιοχές
 - Δεν γίνεται αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου για ανάκτηση ενέργειας εντός της εγκατάστασης ή εμπορική χρήση αυτού, ενώ τα διασταλάγματα που παράγονται υφίστανται επεξεργασία πριν διατεθούν, πρακτικές που ανταποκρίνονται στην τρέχουσα κατάσταση.
- **Οικονομική αξιολόγηση**
 - Ο χρονικός ορίζοντας της οικονομικής αξιολόγησης είναι τα είκοσι (20) έτη, η αρχική

δαπάνη για την κατασκευή του ΧΥΤΑ εκτιμάται βάσει προεπιλογής του μοντέλου, σε περίπου 4.291.000€ ενώ το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του ΧΥΤΑ σε 3,74€/tn εισερχόμενων αποβλήτων

• **Κοινωνική αξιολόγηση**

- Η απόσταση του ΧΥΤΑ από το πλησιέστερο οίκημα περιοχή ανέρχεται σε περίπου 1km ενώ από την εγγύτερη κατοικημένη περιοχή 2 – 4 km.
- Η περιοχή όπου βρίσκεται ο ΧΥΤΑ χαρακτηρίζεται ως βιομηχανική, καθώς αποτελεί το άκρο της Βι. Πε. Ξάνθης
- Η οπτική όχληση που προκαλεί ο ΧΥΤΑ είναι μέτρια καθώς δεν είναι ορατός από το κύριο οδικό δίκτυο της περιοχής (Εγνατία οδός)
- Ο εκτιμώμενος αριθμός εργαζομένων στο ΧΥΤΑ ανέρχεται σε 8 άτομα

Στον ακόλουθο πίνακα 12 παρουσιάζονται συνοπτικά οι κύριες παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για την κατάρτιση του μηδενικού σεναρίου. Επισημαίνονται με έντονη γραφή τα στοιχεία εκείνα τα οποία χρησιμοποιούνται ομοίως και στην ανάλυση των επόμενων σεναρίων.

Πίνακας 12: Σύνοψη παραμετροποίησης Μηδενικού Σεναρίου

ΜΗΔΕΝΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ – Υγειονομική Ταφή			
Υποσύστημα	Περιβαλλοντικές Παράμετροι	Οικονομικές Παράμετροι	Κοινωνικές Παράμετροι
Προσωρινή Αποθήκευση	<ul style="list-style-type: none"> • Μέσα συλλογής: • Σάκοι 60lt, Κάδοι 240lt HDPE, Κάδοι 1100lt Μεταλλικοί • Ποσοστό πλήρωσης: 80% • Συχνότητα συλλογής: 3/ week • Χρόνος ζωής: HDPE 2yrs, Μεταλλικοί: 5 yrs 	<ul style="list-style-type: none"> • Κόστος μέσων συλλογής: Σάκοι: 10€/100αδα HDPE: 50€/κάδο Μεταλλικοί: 100€/κάδο • Κόστος τέλους κύκλου ζωής κάδων: • HDPE: 3% κόστους αγοράς • Μεταλλικοί: -4% κόστους αγοράς (κέρδος) 	<ul style="list-style-type: none"> • Στην περιοχή δεν εφαρμόζεται σύστημα ΔσΠ • Η μέση έκταση ενός νοικοκυριού κυμαίνεται σε 75-100m² • Οι εγκαταστάσεις Π.Α. Είναι χωροθετημένες σε οικιστικές περιοχές
Συλλογή & Μεταφορά	<ul style="list-style-type: none"> • Η μέση απόσταση από τον όρχο στον 1ο τομέα είναι 10km • Η μέση απόσταση από τον όρχο στον 2ο τομέα είναι 30km • Για τη συλλογή και μεταφορά των ΑΣΑ χρησιμοποιούνται οχήματα 7 και 15 τόνων 	<ul style="list-style-type: none"> • Η αμοιβή ενός οδηγού είναι 5,3€/hr και ενός εργάτη 5€/hr • Κόστος καυσίμου: 0,77€/lt • Κόστος αγοράς Α/Φ: 100.000 και 150.000 € 	<ul style="list-style-type: none"> • Μήκος οδικού δικτύου: 273 km • Οι εγκαταστάσεις Σ&Μ είναι χωροθετημένες σε οικιστικές περιοχές
Επεξεργασία (ΧΥΤΑ)	<ul style="list-style-type: none"> • Ποσότητα αποβλήτων: 57.200tn/yr • Δεν εφαρμόζεται ενεργειακή αξιοποίηση, επεξεργασία 	<ul style="list-style-type: none"> • Αρχική δαπάνη ΧΥΤΑ: 4,3 εκ € • Ετήσιο κόστος λειτουργίας: 3,74€/tn 	<ul style="list-style-type: none"> • Απόσταση από το κοντινότερο οίκημα: 1km • Απόσταση από τον

ΜΗΔΕΝΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ – Υγειονομική Ταφή			
Υποσύστημα	Περιβαλλοντικές Παράμετροι	Οικονομικές Παράμετροι	Κοινωνικές Παράμετροι
	<ul style="list-style-type: none"> στραγγισμάτων Δεν διατίθονται ΑΣΑ από περιοχές εκτός Ν. Ξάνθης 	<ul style="list-style-type: none"> Κόστος αποκατάστασης: 300.000€ 	<p>κοντινότερο οικισμό: 2-4 km</p> <ul style="list-style-type: none"> ΧΥΤΑ χωροθετημένος σε βιομηχανική περιοχή Οπτική όχληση: Μέτρια Αρ. εργαζομένων: 8 άτομα

*Οι επισημασμένες παράμετροι ισχύουν ομοίως σε όλα τα σενάρια

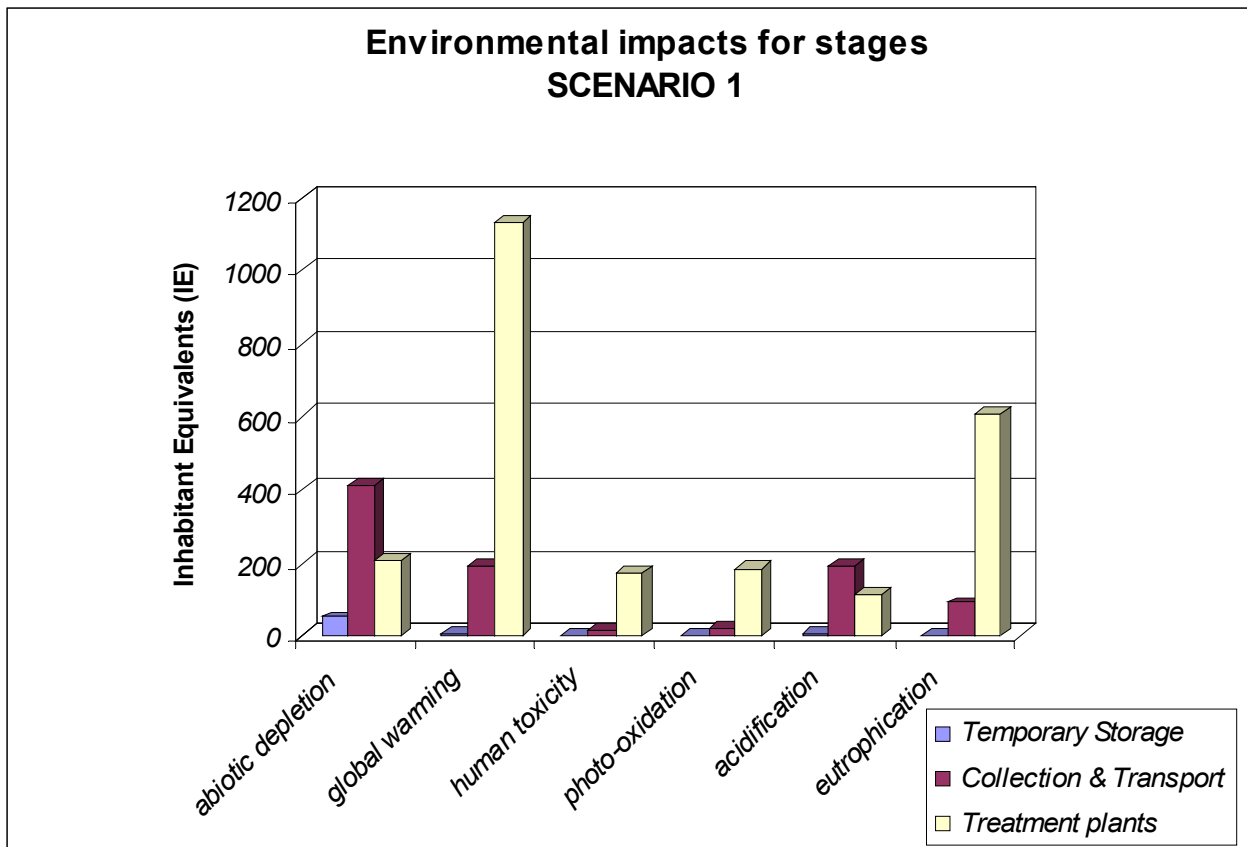
5.3 Αξιολόγηση μηδενικού σεναρίου

Στην παρούσα ενότητα θα διεξαχθεί η ανάλυση της περιβαλλοντικής και οικονομικής αξιολόγησης του μηδενικού σεναρίου, όπως αυτή προκύπτει από την αξιολόγηση του μοντέλου LCA – IWM. Η κοινωνική αξιολόγηση του σεναρίου θα αναλυθεί σε ξεχωριστή ενότητα του κεφαλαίου 9, αφορώντας συνολικά τα τέσσερα σενάρια.

Διευκρινίζεται ότι, λόγω της μορφοποίησης του LCA – IWM, στα γραφήματα που παρουσιάζονται παρακάτω, το μηδενικό σενάριο αναφέρεται ως scenario 1.

5.3.1 Περιβαλλοντική αξιολόγηση

Στο σχήμα 14 που ακολουθεί φαίνεται η επίδοση του μηδενικού σεναρίου σε κάθε ένα από τα κριτήρια περιβαλλοντικής αξιολόγησης, ανά υποσύστημα του συστήματος διαχείρισης. Φαίνεται ότι στο κριτήριο της μείωσης αβιοτικών πόρων, το υποσύστημα της συλλογής και μεταφοράς των ΑΣΑ εμφανίζει τη μεγαλύτερη επίδοση (**περιβαλλοντική επιβάρυνση** καθώς η τιμή είναι θετική), λόγω της απαιτούμενης κατανάλωσης καυσίμων των απορριμματοφόρων. Ακολουθεί το στάδιο της υγειονομικής ταφής ενώ τελευταίο είναι αυτό της προσωρινής αποθήκευσης, όπου μόνο η κατασκευή των κάδων και σάκων συλλογής απαιτεί κατανάλωση πρώτων υλών.

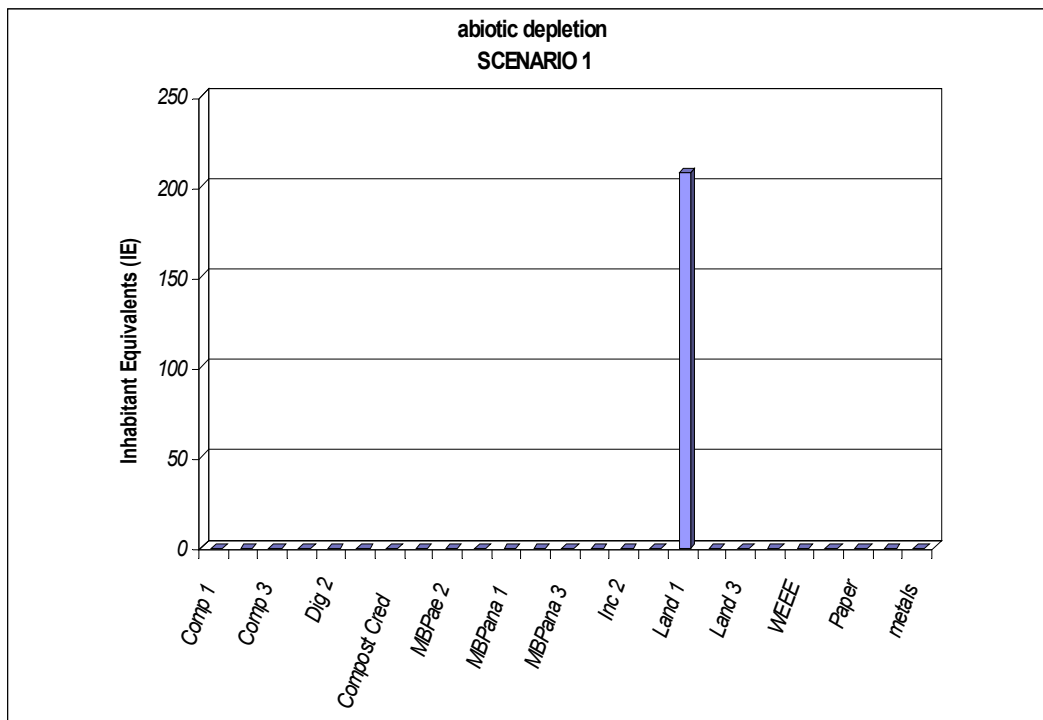
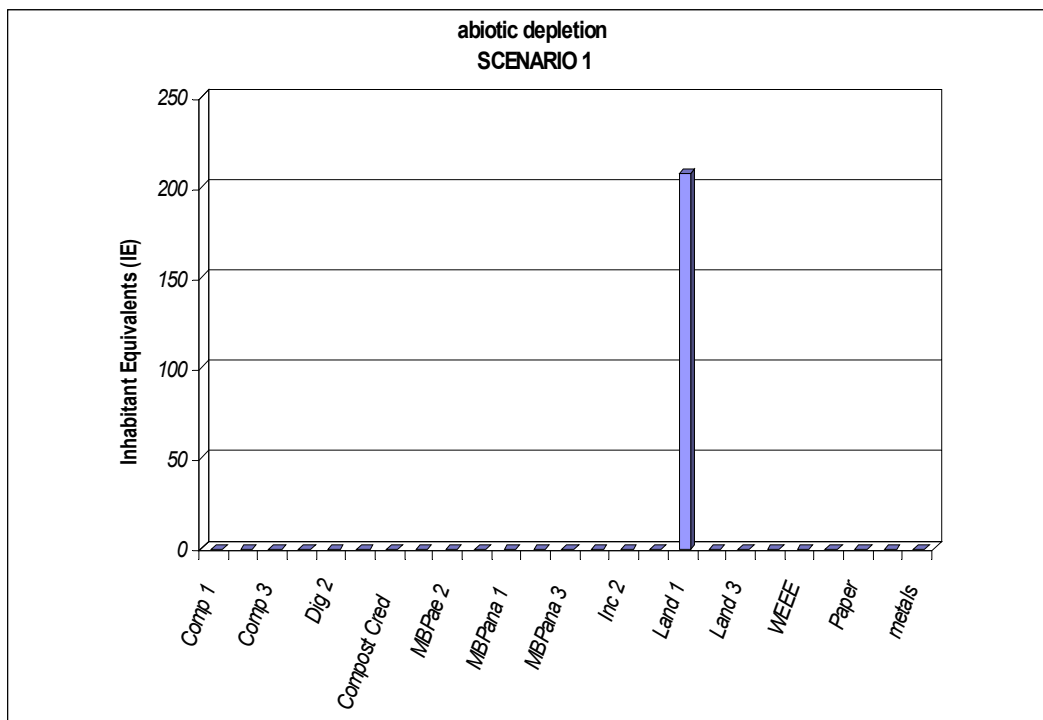


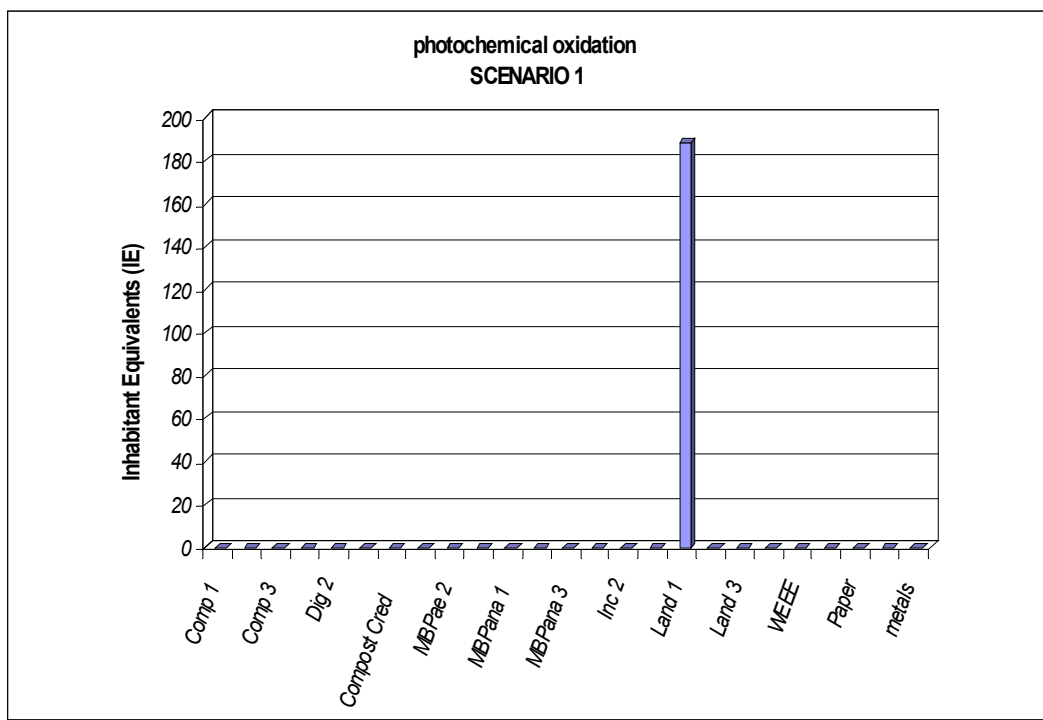
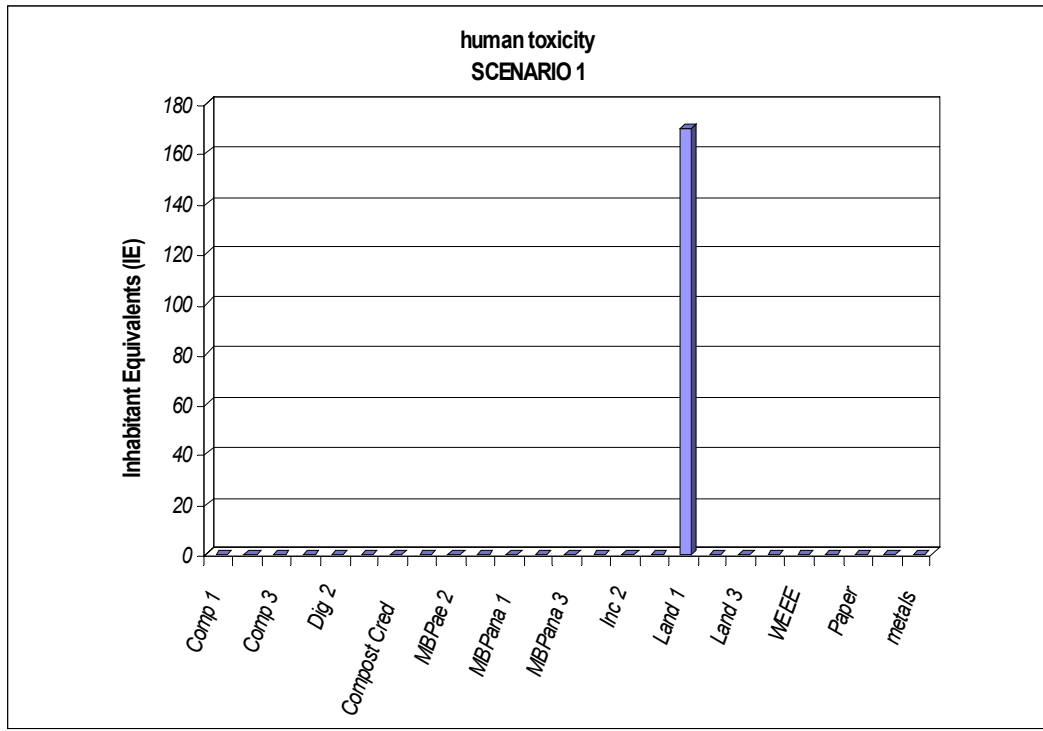
Σχήμα 14: Περιβαλλοντική αξιολόγηση του μηδενικού σεναρίου ανά υποσύστημα

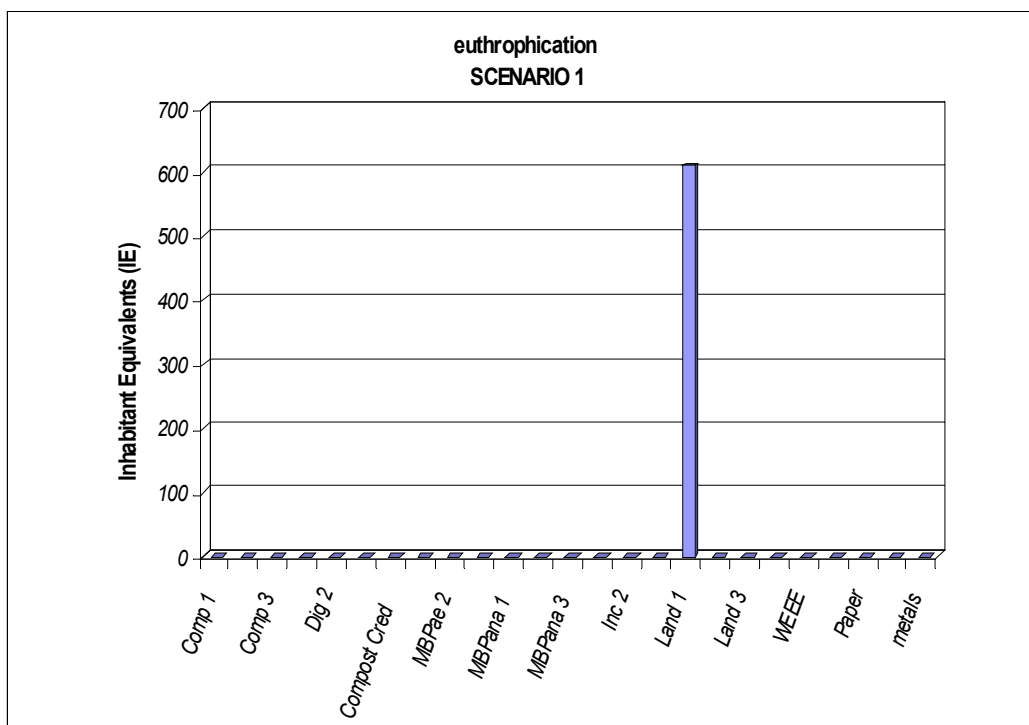
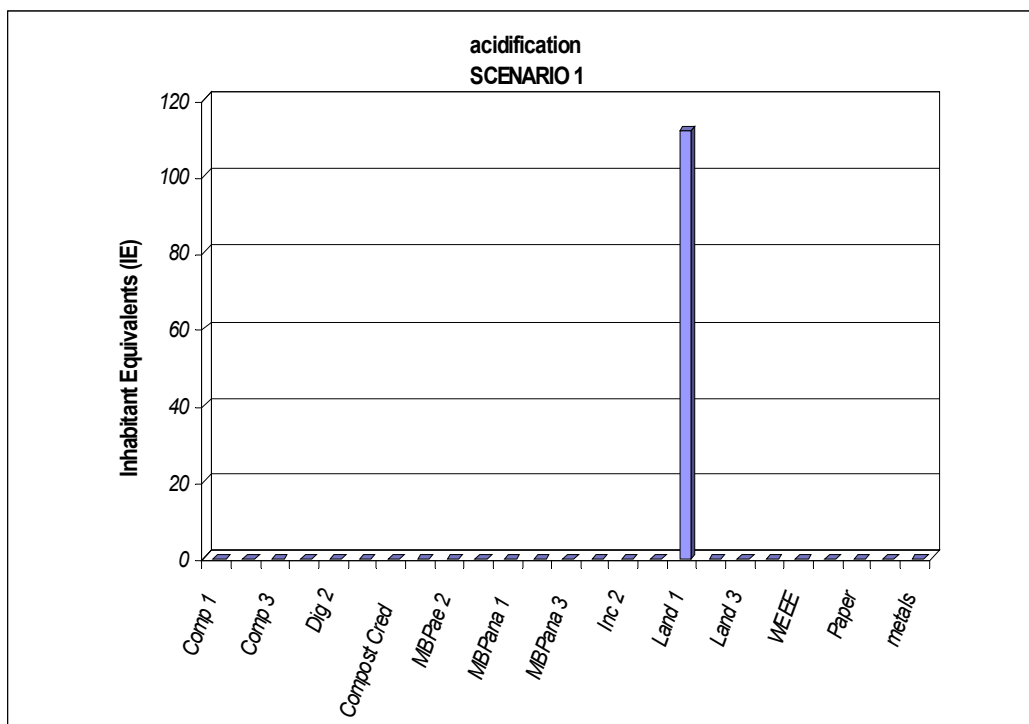
Στο δείκτη της συνεισφοράς στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, η υγειονομική ταφή αποτελεί τον κύριο παράγοντα επιβάρυνσης με επίδοση που ξεπερνά τους 1.000 ισοδύναμους κατοίκους (ΙΚ). Το υποσύστημα της συλλογής και μεταφοράς των ΑΣΑ ακολουθεί με επιβάρυνση που ισοδυναμεί με σχεδόν 200 ΙΚ.

Στους επόμενους δύο δείκτες της τοξικότητας στον άνθρωπο και του σχηματισμού φωτοοξειδωτικών, εμφανίζεται παρόμοια κατανομή των επιδόσεων με την υγειονομική ταφή να επιβαρύνει με σχεδόν 200 ΙΚ και τη συλλογή και μεταφορά να έπεται, ενώ το υποσύστημα της προσωρινής αποθήκευσης εμφανίζει αμελητέα επίδοση.

Στο τελευταίο κριτήριο του ευτροφισμού, η υγειονομική ταφή εμφανίζει τη δεύτερη μεγαλύτερη περιβαλλοντική επιβάρυνσή της, ισοδύναμη με περίπου 600 ΙΚ. Τα υπόλοιπα υποσυστήματα εμφανίζουν πολύ χαμηλότερες συγκριτικά επιβαρύνσεις.







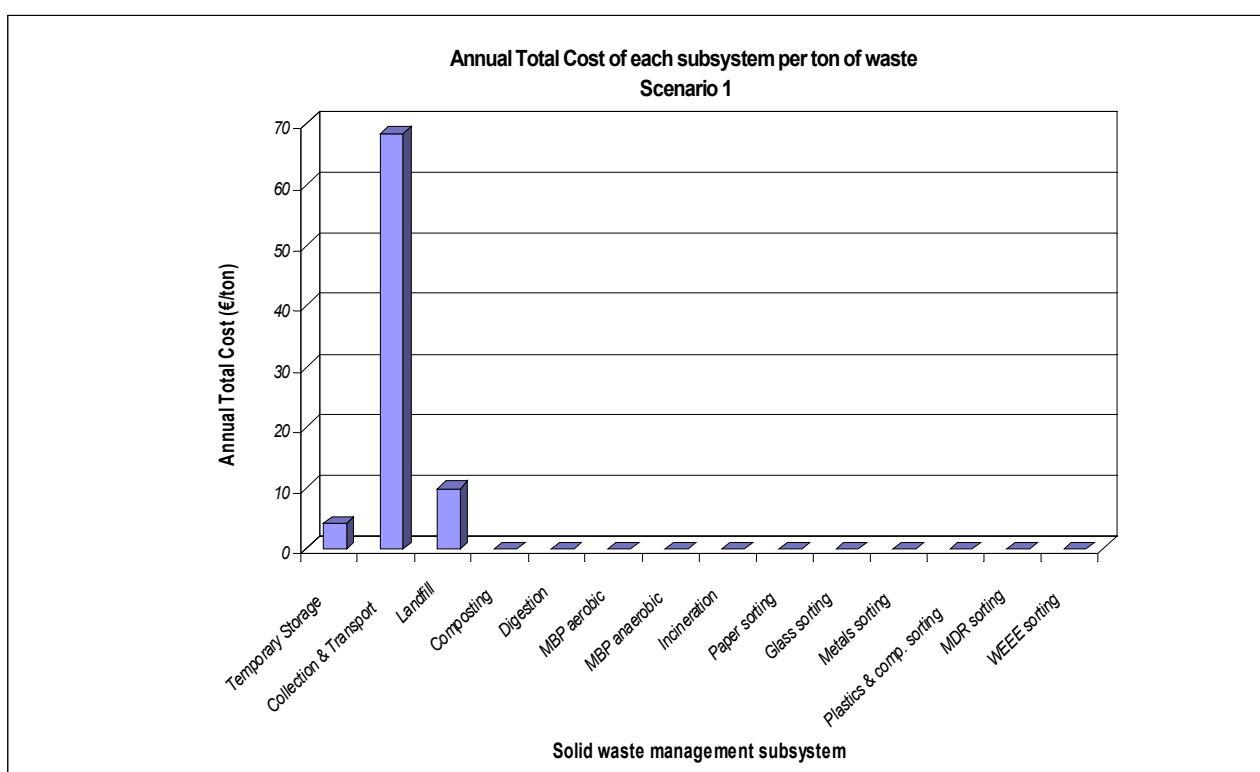
Σχήμα 15 1 - 6: Συνεισφορά κάθε συστήματος επεξεργασίας στην περιβαλλοντική επίδοση του μηδενικού σεναρίου

Στο σχήμα 15 (1 έως 6) φαίνεται η συνεισφορά κάθε συστήματος επεξεργασίας – διάθεσης του μηδενικού σεναρίου στην συνολική περιβαλλοντική αξιολόγηση αυτού σε κάθε δείκτη, με την προϋπόθεση ότι η

συνεισφορά αυτή υπερβαίνει το 10%. Με δεδομένο ότι στο μηδενικό σενάριο εφαρμόζεται μόνο υγειονομική ταφή, χωρίς κάποια άλλη επεξεργασία, φαίνεται η μεμονωμένη συνεισφορά αυτής στην αξιολόγηση κάθε περιβαλλοντικού δείκτη.

5.3.2 Οικονομική αξιολόγηση

Στα σχήματα 16, 17 και 18 που ακολουθούν, φαίνεται η οικονομική αξιολόγηση του μηδενικού σεναρίου, σε όρους κόστους ανά τόνο αποβλήτων, ανά νοικοκυριό και ανά κάτοικο. Πρέπει να επισημανθεί η υψηλή τιμή που εμφανίζει η αξιολόγηση του συστήματος συλλογής και μεταφοράς, η οποία μάλιστα υπερβαίνει το κόστος της υγειονομικής ταφής του σεναρίου.



Σχήμα 16: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά τόνο αποβλήτων

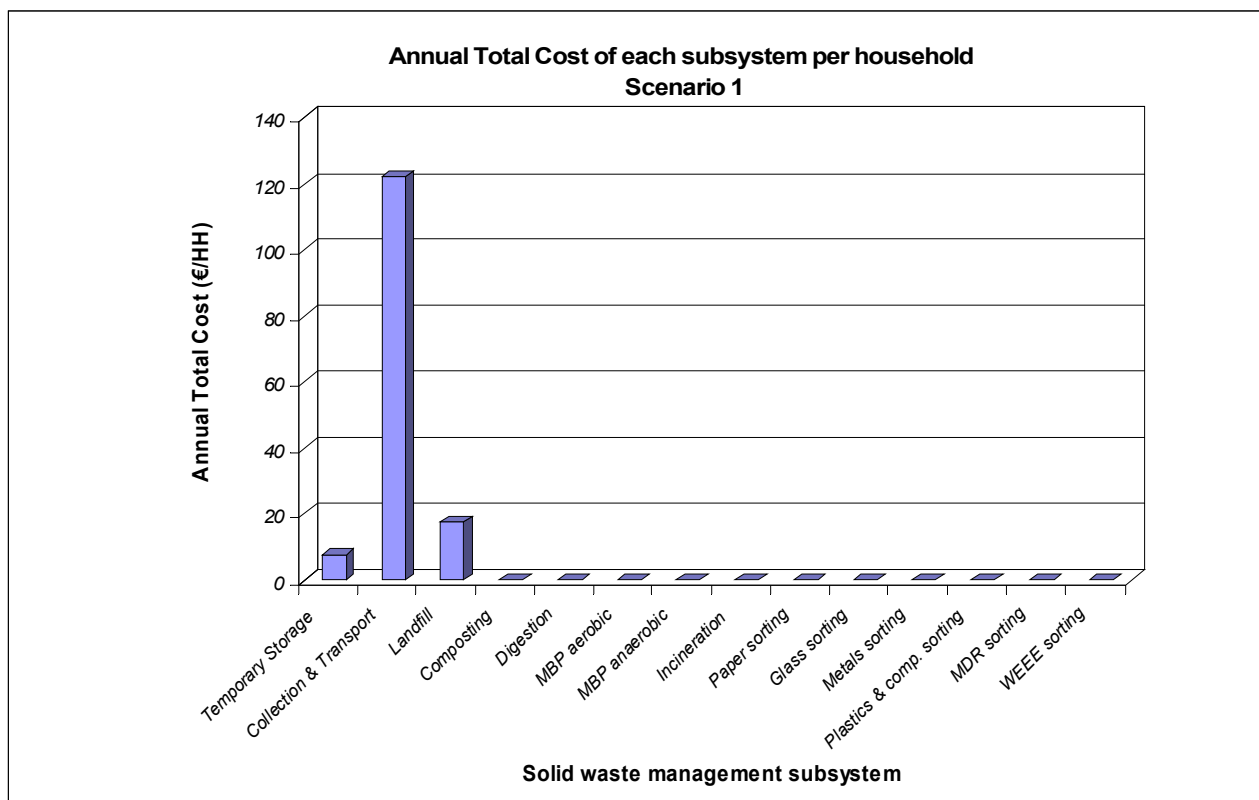
Η παρατήρηση της διαφοράς στην τάξη μεγέθους, μπορεί να εξηγηθεί μόνο από το γεγονός ότι για τα υποσυστήματα επεξεργασίας – τελικής διάθεσης το μοντέλο LCA IWM χρησιμοποιεί εσωτερικά συναρτησιακές σχέσεις υπολογισμού των παραμέτρων κόστους της κάθε επένδυσης οι οποίες συσχετίζουν το κόστος αρχικής δαπάνης και λειτουργίας κάθε εγκατάστασης με τη δυναμικότητα αυτών σε όρους ποσότητας εισερχόμενων αποβλήτων (τόνοι) ανά έτος [Κ. Tsilemou and D. Panagiotakopoulos , 2004].

Αντίθετα, για τη συλλογή και μεταφορά των αποβλήτων χρησιμοποιούνται οι παράμετροι που έχουν αναλυθεί στις αντίστοιχες ενότητες κάθε σεναρίου, χωρίς να υπάρχει κάποια αντίστοιχη συναρτησιακή σχέση εσωτερικά του μοντέλου. Το γεγονός αυτό συνδυαζόμενο με την βασική θεώρηση του μοντέλου ότι

το κόστος για κάθε σύστημα ή υποσύστημα που εξετάζεται σε κάθε σενάριο καταβάλλεται εξαρχής, σημαίνει ότι για το σύστημα συλλογής μεταφοράς κάθε σεναρίου θεωρείται ότι “αγοράζεται” ο στόλος απορριμματοφόρων που χρειάζεται για να καλύψει τις ανάγκες του κάθε σεναρίου, κόστος που είναι εφάμιλλο και συχνά υπερβαίνει το κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων επεξεργασίας/ διάθεσης.

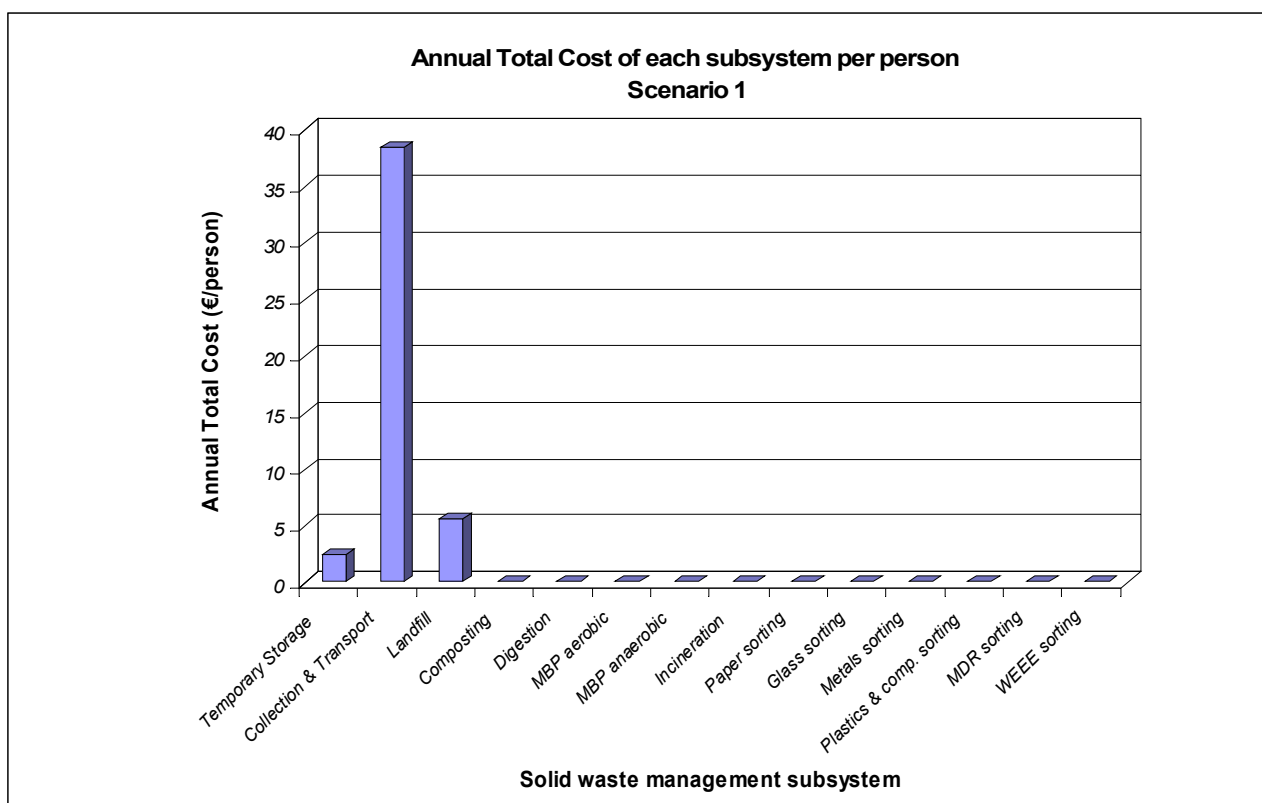
Το γεγονός αυτό, το οποίο επαναλαμβάνεται και στην οικονομική ανάλυση των υπόλοιπων σεναρίων που θα ακολουθήσουν, οδηγεί στο να διεξαχθεί η σύγκριση των σεναρίων σε ότι αφορά στις οικονομικές τους παραμέτρους με τις τιμές και διακυμάνσεις που εμφανίζονται στην παρούσα εργασία στο πλαίσιο αυτής και μόνο, χωρίς ωστόσο να θεωρείται ότι οι τιμές αυτές θα επικρατούσαν εάν το αντίστοιχο μοντέλο εφαρμοζόταν στην πράξη. Είναι προφανές ότι στο νομό Ξάνθης υπάρχουν ήδη απορριμματοφόρα εν χρήση και ενδεχομένως πρέπει να αγοραστεί συμπληρωματικός αριθμός αυτών, για την εφαρμογή του κάθε σεναρίου διαχείρισης.

Σε κάθε περίπτωση άλλωστε, οι μόνες αλλαγές που υφίσταται το σύστημα συλλογής μεταφοράς οφείλονται σε δρομολογήσεις νέων οχημάτων, ώστε να συλλέγονται τα κλάσματα που διαλέγονται στην πηγή. Κατά συνέπεια οι μεταβολές στις παραμέτρους του κόστους μπορούν να αντιμετωπιστούν ποιοτικά (ακριβότερο – φτηνότερο σενάριο) αντί ποσοτικά, αντικατοπτρίζοντας τις μεταβολές που παρουσιάζει κάθε σενάριο σε σχέση με το μηδενικό σενάριο αναφοράς.



Σχήμα 17: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά νοικοκυριό

Με βάση το πλαίσιο αυτό, μπορούν να σχολιαστούν τα αποτελέσματα που φαίνονται στην παρούσα ενότητα. Φαίνεται ότι ο κόστος της υγειονομικής ταφής, βάσει των εκτιμήσεων του μοντέλου, για το μηδενικό σενάριο ανέρχεται σε **10€/τόνο ΑΣΑ**, ή **18€/νοικοκυριό ετησίως** ή **6€/άτομο ετησίως**. Αντίστοιχα το κόστος την προσωρινής αποθήκευσης κυμαίνεται σε **4€/τόνο ΑΣΑ**, ή **8€/νοικοκυριό ετησίως** ή **2€/άτομο ετησίως**, ενώ αυτό της συλλογής και μεταφοράς σε **68€/τόνο ΑΣΑ**, ή **122€/νοικοκυριό ετησίως** ή **38€/άτομο ετησίως**.



Σχήμα 18: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά κάτοικο

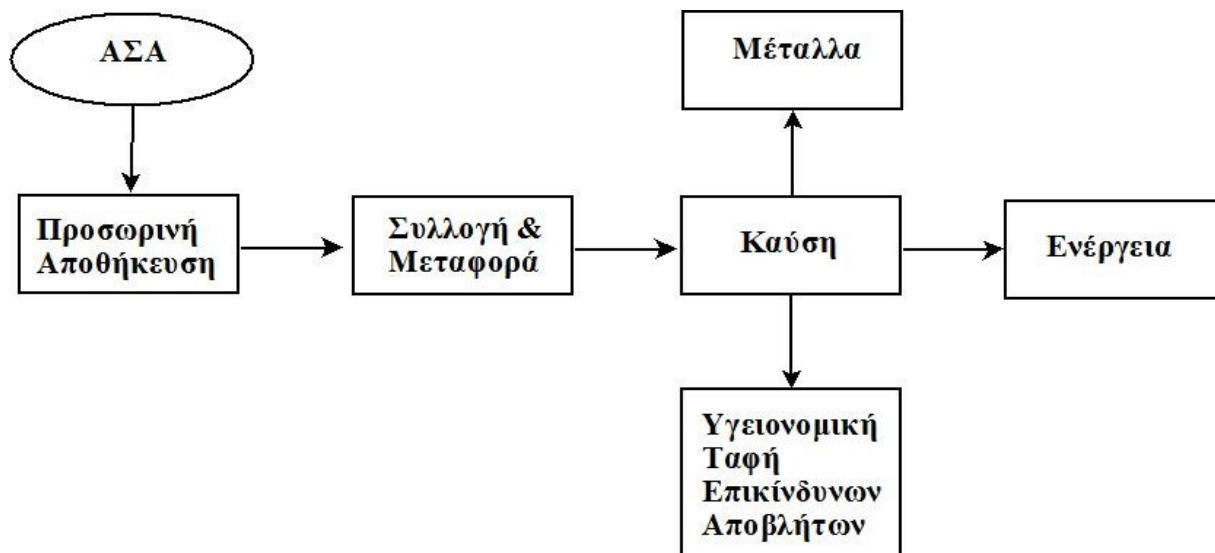
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Σενάριο 1: Εκτεταμένη εφαρμογή της καύσης των ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης

6.1 Διάγραμμα ροής υποσυστημάτων καύσης ΑΣΑ στο Νομό Ξάνθης

Ως πρώτο ενδεχόμενο σενάριο διαχείρισης των ΑΣΑ του νομού θα αξιολογηθεί το ενδεχόμενο εφαρμογής εκτεταμένης αποτέφρωσης (καύσης) των ΑΣΑ, σύμφωνα με την τάση που επικρατεί στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τάση η οποία και έχει επισημανθεί στον πίνακα 10, αλλά και την κείμενη ελληνική νομοθεσία [ΚΥΑ 114218/1997] ,[ΚΥΑ 22912/1117/2005]. Επαναλαμβάνεται, όπως και στην ενότητα 4.5 της εργασίας ότι αν και οι απόψεις γύρω από την ωφέλεια και την αξία της θερμικής αξιοποίησης των ΑΣΑ είναι μοιρασμένες στην ελληνική κοινή γνώμη, η εφαρμογή των μεθόδων αυτών στην ελληνική πραγματικότητα μπορεί να εξεταστεί και να αξιολογηθεί – στην προκειμένη περίπτωση βάσει ΑΚΖ – καθώς αποτελεί ένα καθόλα αποδεκτό νομοθετικά και τεχνικά ενδεχόμενο.

Η πρακτική που θα ακολουθηθεί στην εφαρμογή τεχνικών θερμικής αξιοποίησης στα ΑΣΑ του νομού θα συνίσταται στα επί μέρους υποσυστήματα που φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα 19. Τα υποσυστήματα της προσωρινής αποθήκευσης σε κάδους και της συλλογής – μεταφοράς των ΑΣΑ δεν μεταβάλλονται σε σχέση με το μηδενικό σενάριο, ωστόσο στη συνέχεια προστίθεται το υποσύστημα της θερμικής αξιοποίησης, όπου θα εξεταστεί η τεχνική της καύσης (αποτέφρωσης), η οποία αποτελεί την πλέον δημοφιλή και τεχνικά εμποδωμένη μέθοδο, η οποία θα θεωρηθεί ότι εφαρμόζεται με παράλληλη αξιοποίησης του ενεργειακού περιεχομένου των απορριμμάτων και ανάκτηση των μετάλλων που αποτελούν το κύριο αξιοποιήσιμο κλάσμα των ΑΣΑ το οποίο δεν καίγεται. Στη συνέχεια τα κατάλοιπα της καύσης των απορριμμάτων οδηγούνται στο υποσύστημα της υγειονομικής ταφής.



Σχήμα 19: Πρώτο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης – Εκτεταμένη καύση ΑΣΑ

6.2 Εφαρμογή αξιολόγησης

Για την παραμετροποίηση του πρώτου σεναρίου χρησιμοποιούνται οι γενικές επιλογές δημογραφία – κλιματολογίας – οικονομίας που εφαρμόζονται σε όλα τα σενάρια, όπως και τα αποτελέσματα του εργαλείου πρόγνωσης. Παράλληλα δεν μεταβάλλονται και οι παράμετροι των υποσυστημάτων *προσωρινής αποθήκευσης και συλλογής – μεταφοράς* καθώς η μόνη αλλαγή που εμφανίζεται στο πρώτο σενάριο, σε σχέση με το μηδενικό, είναι η αλλαγή στην επεξεργασία – τελική διάθεση των αποβλήτων. Κατά συνέπεια δεν κρίνεται σκόπιμο να επαναληφθεί η ανάλυση που προηγήθηκε στο κεφάλαιο 5. Ωστόσο θα αναλυθούν σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια τα σημεία του σεναρίου που το διαφοροποιούν από το προηγούμενο.

Πρώτη αλλαγή που συναντάται στο μοντέλο εντοπίζεται στο ότι τα συλλεγόμενα απόβλητα – 57.200tn/έτος – δεν οδηγούνται προς υγειονομική ταφή αλλά προς την εγκατάσταση αποτέφρωσης. Οι παραδοχές που γίνονται για την **περιβαλλοντική αξιολόγηση** της αποτέφρωσης, είναι ότι:

- **Περιβαλλοντική Αξιολόγηση**

- Η εγκατάσταση καύσης δέχεται 57.200tn ΑΣΑ/ έτος, από την περιοχή της Ξάνθης μόνο και όχι από γειτονικές περιοχές. Επίσης, θεωρείται ότι αυτή είναι και η ακριβής δυναμικότητά της
- Θεωρείται ότι στην εγκατάσταση διεξάγεται ανάκτηση θερμότητας και αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου των ΑΣΑ
- Τα περιεχόμενα μέταλλα (Fe, Cu, Al) ανακτώνται από την τέφρα η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται ως πρόσθετο σε έργα οδοποιίας.

Η **οικονομική αξιολόγηση** της εγκατάστασης αποτέφρωσης βασίζεται στις παραδοχές ότι:

- **Οικονομική Αξιολόγηση**

- Ο χρονικός ορίζοντας της οικονομικής ανάλυσης ανέρχεται σε 20έτη
- Η αρχική δαπάνη επένδυσης, περίπου στα 32 εκ. €, το λειτουργικό κόστος και το κόστος συντήρησης ανέρχεται σε 26,17€ ανά εισερχόμενο τόνο αποβλήτων και το κόστος για την παύση λειτουργίας της μονάδας θα φτάσει στα 1.600.000€
- Για τον προσδιορισμό των εσόδων από ανακτημένα υλικά της εγκατάστασης επελέγησαν ενδεικτικές τιμές ίσες 1.000€ για την πώληση ενός τόνου μετάλλων, 50€ tn για πώληση ενός τόνου τερφών για εργασίες οδοποιίας και 1€/kWh και 1€/kJ για την πώληση της ενέργειας.

Επισημαίνεται ότι αυτές οι τιμές συμπληρώθηκαν ώστε να αντικατοπτρίζουν ποιοτικά την σχετική αξία των προϊόντων μεταξύ τους και όχι την ακριβή εμπορική αξία τους. Όπου χρειάζεται η εισαγωγή τέτοιων στοιχείων επιδιώκεται να υπάρχει συμφωνία μεταξύ των δεδομένων εισαγωγής στα σενάρια, ώστε τα

αποτελέσματα που προκύπτουν να είναι συγκρίσιμα.

Καταληκτικά για την **κοινωνική αξιολόγηση** της εγκατάστασης καύσης οι παραμετροποίηση που έγινε περιείχε τις παραμέτρους χαρακτηρισμού και αποστάσεων από αποδέκτες, για τον οποίο θεωρήθηκε ότι ο κλίβανος θα κατασκευαστεί σε περιοχή κοντά στον υφιστάμενο ΧΥΤΑ. Συγκεκριμένα:

- **Κοινωνική Αξιολόγηση**

- Η εγκατάσταση αποτέφρωσης είναι χωροθετημένη σε βιομηχανική περιοχή (πλησίον του υφιστάμενου ΧΥΤΑ)
- Η οπτική όχληση της εγκατάστασης είναι μέτρια
- Ο αριθμός των εργαζομένων στην εγκατάσταση ανέρχεται σε 24 άτομα.

Σχετικά με την αξιολόγηση των κοινωνικών παραμέτρων όλων των σεναρίων πρέπει να διευκρινιστεί ότι συνυπολογίστηκαν είτε οι προεπιλεγμένες τιμές είτε οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στο μηδενικό σενάριο, όπου υπήρχε ευθεία αντιστοιχία των ζητούμενων παραμέτρων τακτική που θα ακολουθηθεί καθ' όλη την εργασία, ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση παραμέτρων με μεγάλη αβεβαιότητα.

Ενδεικτικοί, παραδείγματος χάριν είναι παραμετροποίηση της “ποιότητας των εργατών” της κοινωνικής αξιολόγηση, όπου ζητούνται πληροφορίες σχετικά με την εκπαίδευση των εργατών, αναλογίες κατά φύλο και ηλικία, δεδομένα που δεν μπορούν να δοθούν σε ένα θεωρητικό πρόβλημα. Οι τομείς αυτοί, και όσοι είναι αντίστοιχοι, αξιολογήθηκαν με τον ίδιο τρόπο σε όλα τα σενάρια, ώστε να προκύπτουν όμοια αποτελέσματα και να μην επηρεάζουν την συνολική σύγκριση των σεναρίων.

Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι η υγειονομική ταφή των υπολειμμάτων μιας εγκατάστασης καύσης από περιβαλλοντική σκοπιά περιλαμβάνεται στο υπομοντέλο της καύσης, ενώ το κόστος της υγειονομικής ταφής των υπολειμμάτων της καύσης δεν περιλαμβάνεται στους υπολογισμούς του μοντέλου.

Θεωρείται ότι η ιπτάμενη τέφρα διατίθεται πάντα σε χώρους υγειονομικής ταφής επικινδύνων αποβλήτων ενώ η σκωρία που προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κατασκευή δρόμων ή να διατεθεί σε ένα ξεχωριστό ΧΥΤΑ επικινδύνων αποβλήτων, όπως θεωρήθηκε στην παραπάνω εφαρμογή. Συνήθως τα απόβλητα αυτά δε διατίθενται σε ΧΥΤΑ στους οποίους διατίθενται τα ανάμεικτα/λοιπά απόβλητα και επομένως η ποσότητά τους δε θεωρείται ως ένα δεδομένο εισαγωγής στα υπομοντέλα των ΧΥΤΑ [Κ. Τσιλέμου και Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2005].

Πίνακας 13: Σύνοψη παραμετροποίησης Πρώτου Σεναρίου

ΠΡΩΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ – Αποτέφρωση των ΑΣΑ			
Υποσύστημα	Περιβαλλοντικές Παράμετροι	Οικονομικές Παράμετροι	Κοινωνικές Παράμετροι
Προσωρινή Αποθήκευση	<ul style="list-style-type: none"> <u>Μέσα συλλογής:</u> Σάκοι 60lt, Κάδοι 240lt HDPE, Κάδοι 1100lt Μεταλλικοί <u>Ποσοστό πλήρωσης:</u> 80% <u>Συχνότητα συλλογής:</u> 3/ week <u>Χρόνος ζωής:</u> HDPE 2yrs, Μεταλλικοί: 5 yrs 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Κόστος μέσω συλλογής:</u> Σάκοι: 10€/100αδα HDPE: 50€/κάδο Μεταλλικοί: 100€/κάδο <u>Κόστος τέλους κύκλου ζωής κάδων:</u> HDPE: 3% κόστους αγοράς Μεταλλικοί: -4% κόστους αγοράς (κέρδος) 	<ul style="list-style-type: none"> Στην περιοχή δεν εφαρμόζεται σύστημα ΔσΠ Η μέση έκταση ενός νοικοκυριού κυμαίνεται σε 75-100m² Οι εγκαταστάσεις Π.Α. Είναι χωροθετημένες σε οικιστικές περιοχές
Συλλογή & Μεταφορά	<ul style="list-style-type: none"> Η μέση απόσταση από τον όρχο στον 1ο τομέα είναι 10km Η μέση απόσταση από τον όρχο στον 2ο τομέα είναι 30km Για τη συλλογή και μεταφορά των ΑΣΑ χρησιμοποιούνται οχήματα 7 και 15 τόνων 	<ul style="list-style-type: none"> Η αμοιβή ενός οδηγού είναι 5,3€/hr και ενός εργάτη 5€/hr <u>Κόστος καυσίμου:</u> 0,77€/lt <u>Κόστος αγοράς Α/Φ:</u> 100.000 και 150.000 € 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Μήκος οδικού δικτύου:</u> 273 km Οι εγκαταστάσεις Σ&Μ είναι χωροθετημένες σε οικιστικές περιοχές
Επεξεργασία (Αποτέφρωση*)	<ul style="list-style-type: none"> <u>Ποσότητα αποβλήτων:</u> 57.200tn/yr Διεξάγεται ενεργειακή αξιοποίηση Ανακτώνται μέταλλα από την παραγόμενη τέφρα Δεν αποτεφρώνονται ΑΣΑ από περιοχές εκτός Ν. Ξάνθης 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Αρχική δαπάνη:</u> 32 εκ € <u>Ετήσιο κόστος λειτουργίας:</u> 26,17€/tn <u>Κόστος αποκατάστασης:</u> 1,6 εκ € <u>Αξία ανακτώμενων μετάλλων:</u> 1000€/tn <u>Αξία kWh:</u> 1€ 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Αρ. εργαζομένων:</u> 24 άτομα <u>Οπτική όχληση:</u> μέτρια Αποτέφρωση χωροθετημένη σε βιομηχανική περιοχή

*το κόστος διάθεσης των τεφρών σε ΧΥΤΑ ΕΑ δεν περιλαμβάνεται στο μοντέλο LCA- IWM

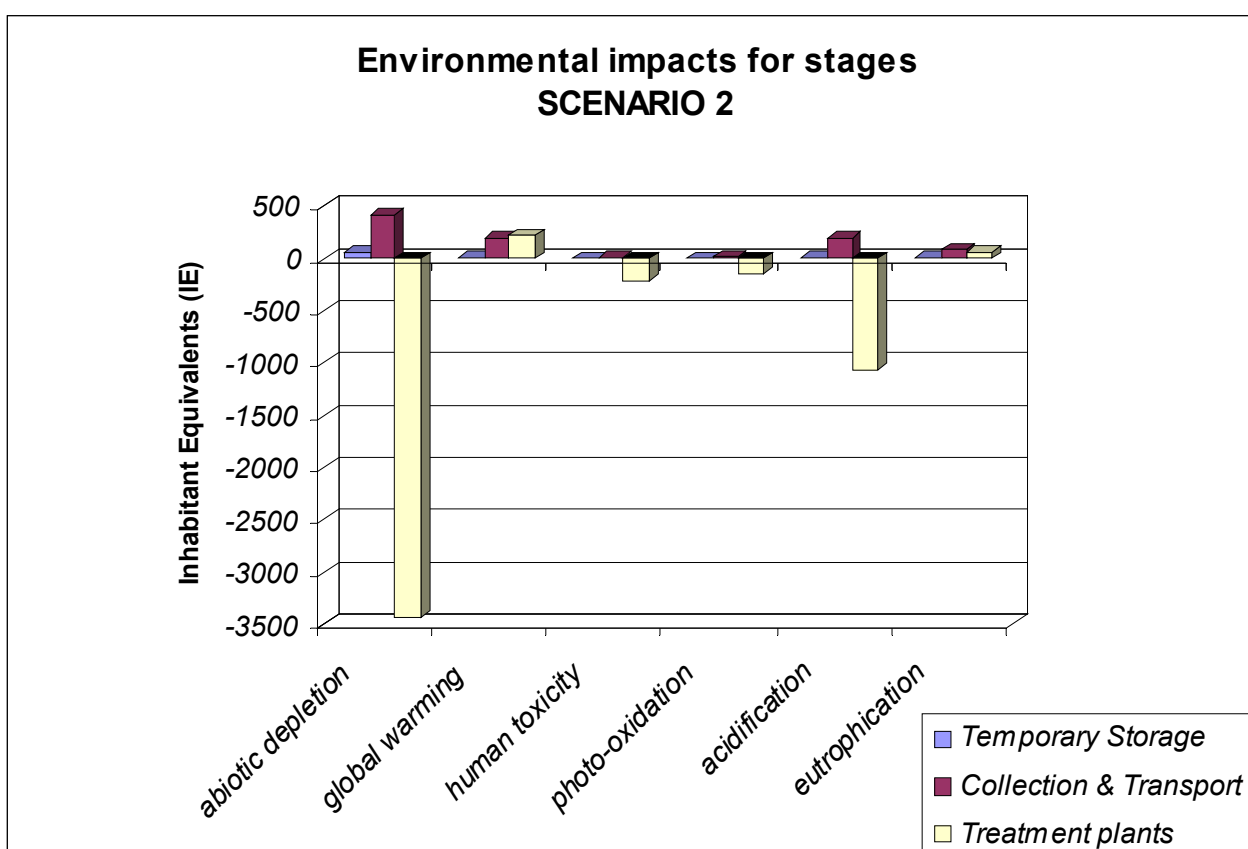
6.3 Αξιολόγηση πρώτου σεναρίου - Αποτέφρωση ΑΣΑ

Στην παρούσα ενότητα θα διεξαχθεί η ανάλυση της περιβαλλοντικής και οικονομικής αξιολόγησης του πρώτου σεναρίου, όπως αυτή προκύπτει από την αξιολόγηση του μοντέλου LCA – IWM. Η κοινωνική αξιολόγηση του σεναρίου θα αναλυθεί σε ξεχωριστή ενότητα του κεφαλαίου 9, αφορώντας συνολικά τα τέσσερα σενάρια.

Διευκρινίζεται ότι, λόγω της μορφοποίησης του LCA – IWM, στα γραφήματα που παρουσιάζονται παρακάτω, το πρώτο σενάριο αναφέρεται ως scenario 2.

6.3.1 Περιβαλλοντική αξιολόγηση

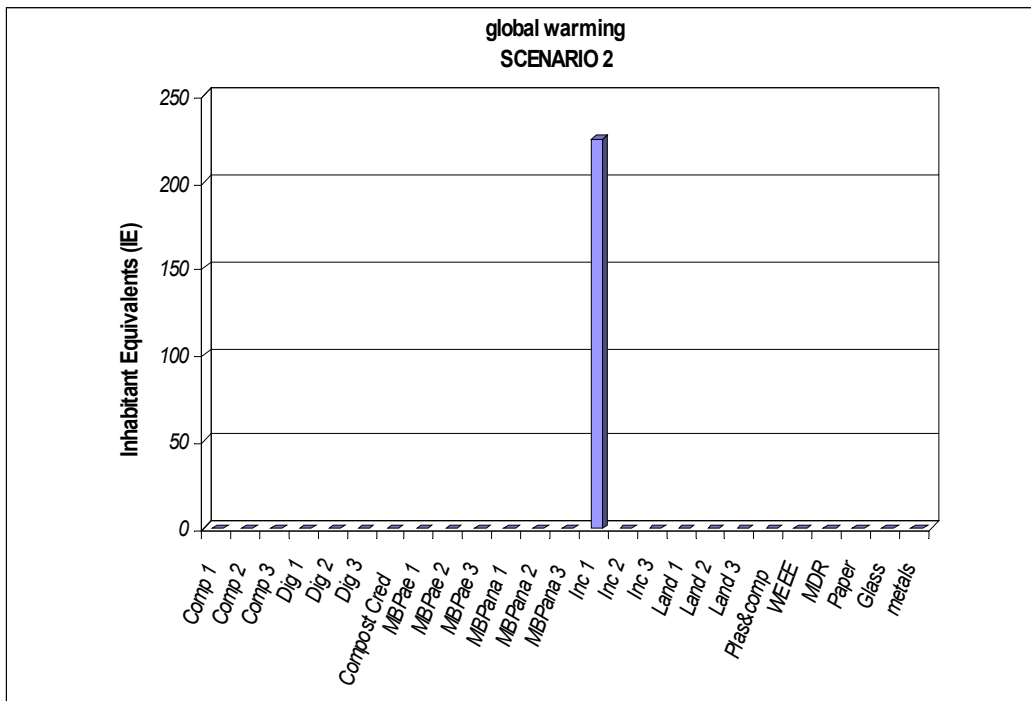
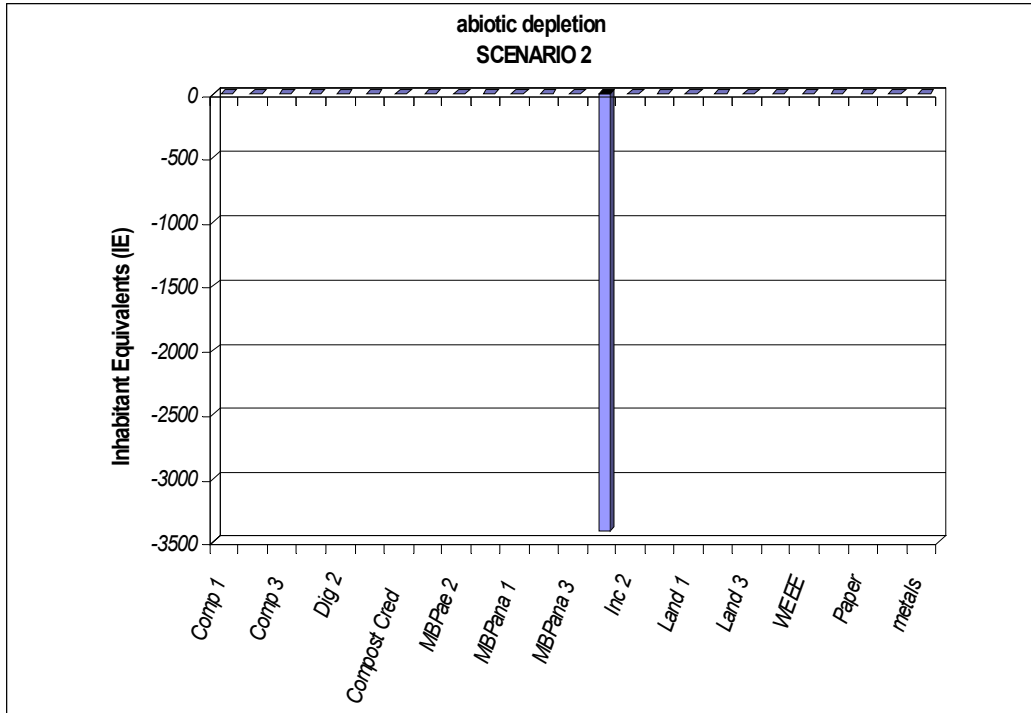
Στο σχήμα 20 φαίνεται η επίδοση του σεναρίου της εκτεταμένης καύσης των ΑΣΑ σε κάθε ένα από τα κριτήρια περιβαλλοντικής αξιολόγησης, ανά υποσύστημα του συστήματος διαχείρισης. Φαίνεται ότι στο κριτήριο της μείωσης αβιοτικών πόρων, το υποσύστημα της συλλογής και μεταφοράς των ΑΣΑ εμφανίζει τη μεγαλύτερη επίδοση (περιβαλλοντική επιβάρυνση καθώς η τιμή είναι θετική), λόγω της απαιτούμενης κατανάλωσης καυσίμων των απορριμματοφόρων. Αντίθετα, το σύστημα επεξεργασίας (καύσης) εμφανίζει πολύ μεγάλη τιμή περιβαλλοντικού οφέλους (αρνητική τιμή) που φτάνει τους 3.500 ΙΚ. Αυτό το γεγονός οφείλεται στην παραγωγή ενέργειας από την εγκατάσταση καύσης, που συνεπάγεται εξοικονόμηση ορυκτών καυσίμων.

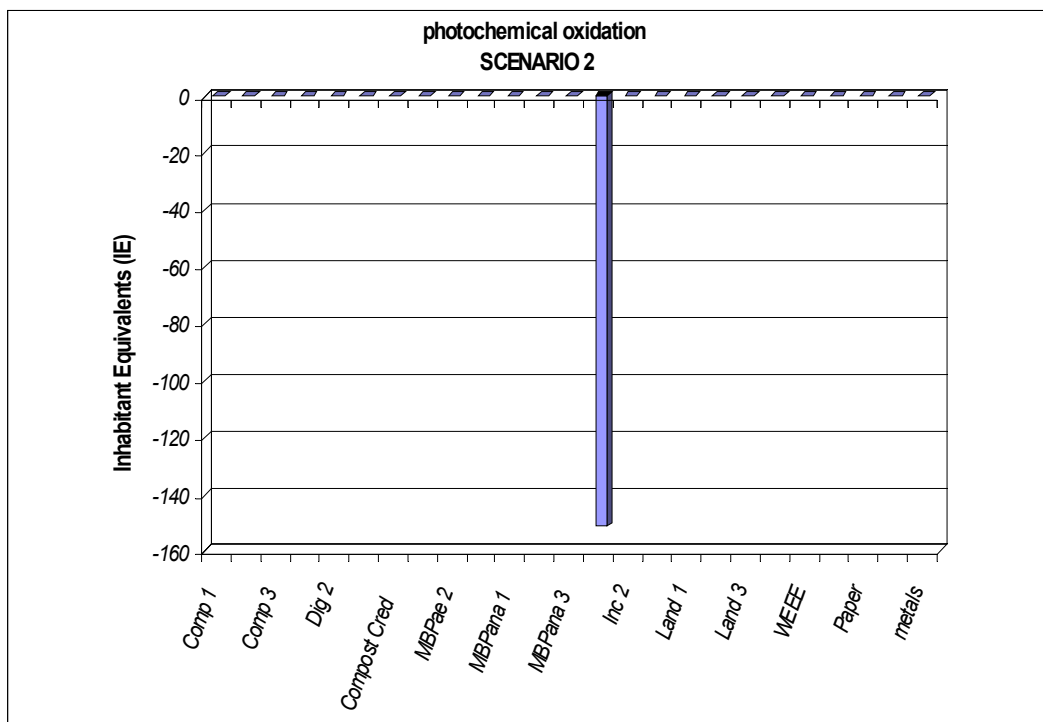
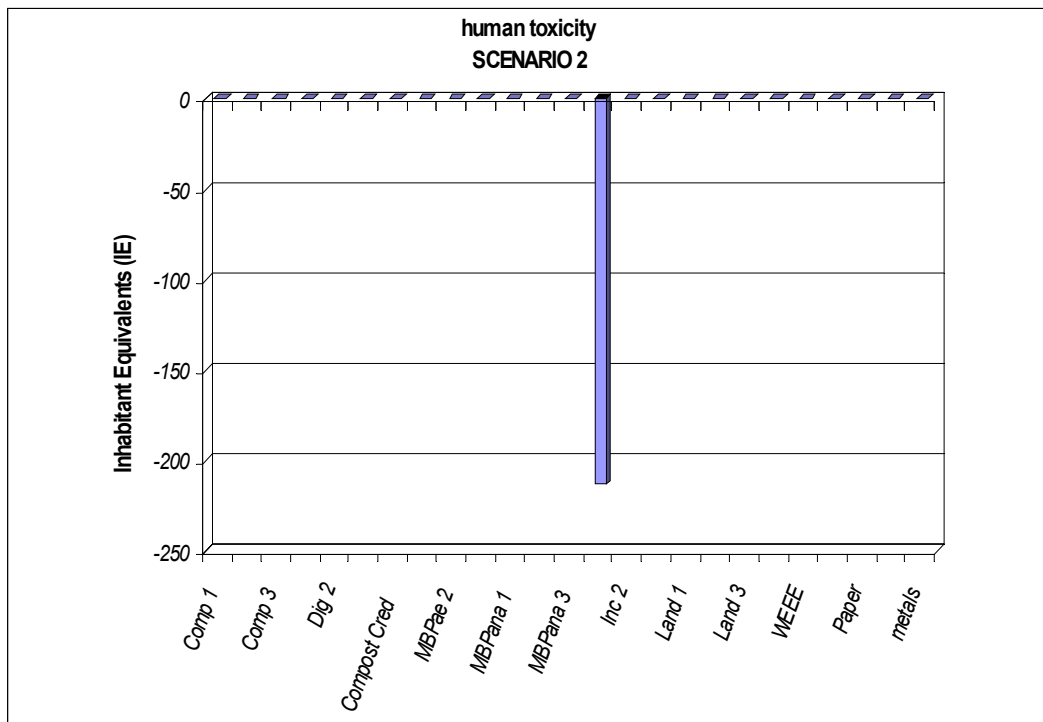


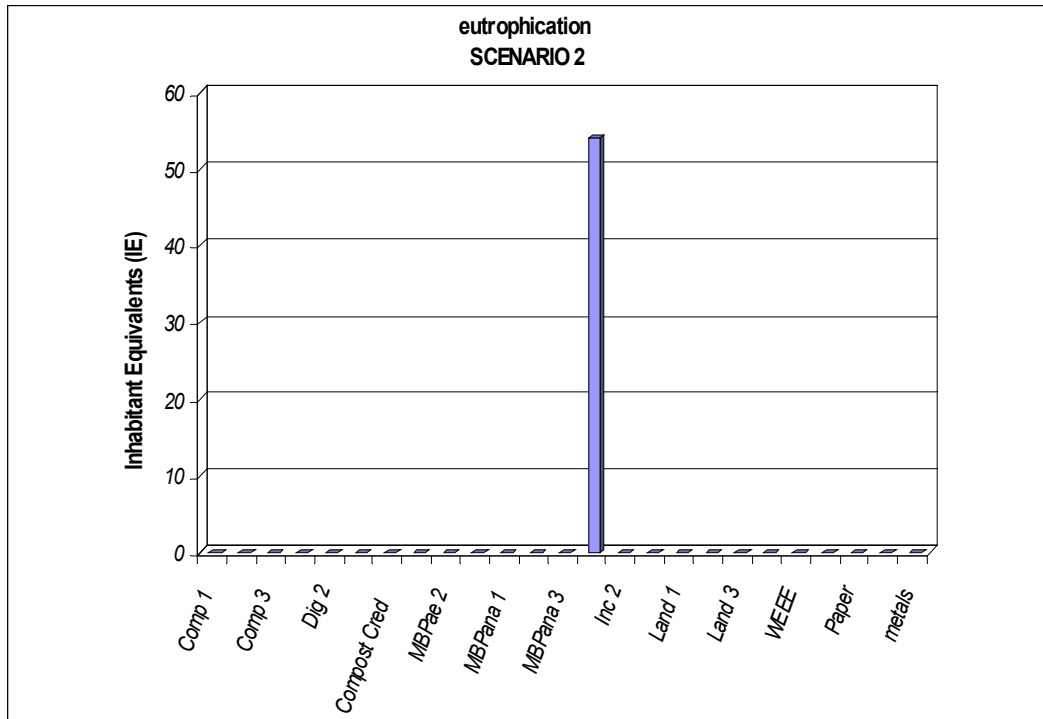
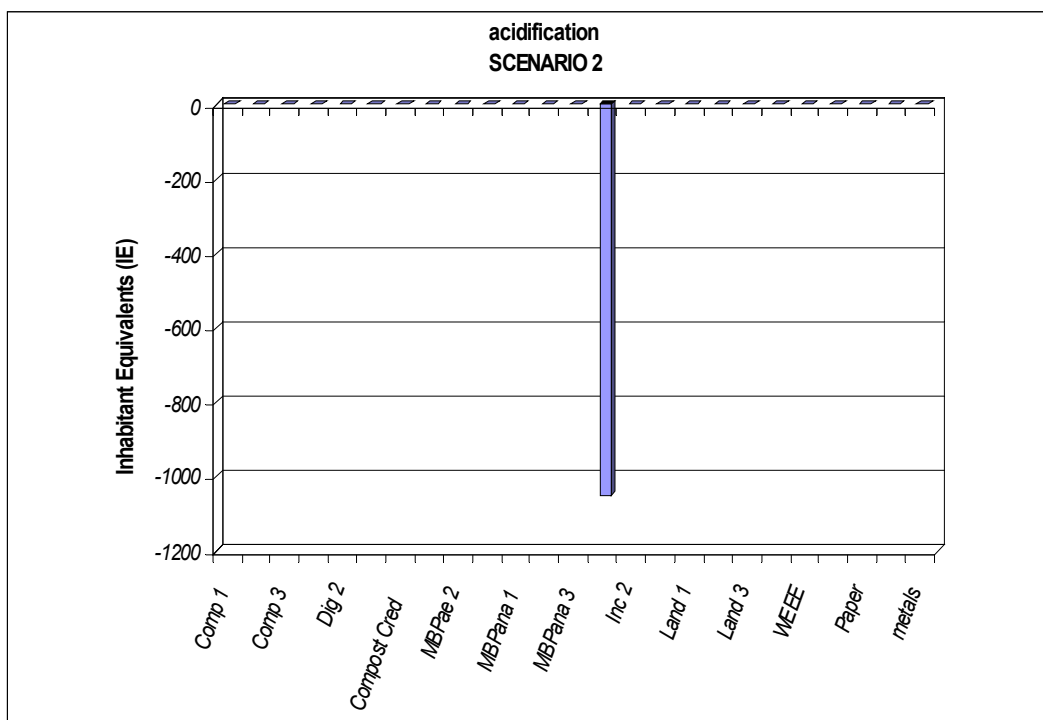
Σχήμα 20: Περιβαλλοντική αξιολόγηση του πρώτου σεναρίου ανά υποσύστημα

Στο δείκτη της συνεισφοράς στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, τόσο το σύστημα συλλογής - μεταφοράς όσο και η αποτέφρωση αποδίδουν επιβαρύνσεις που ανέρχονται σε 173 και 224 ΙΚ αντίστοιχα. Αντίθετα από την καύση των ΑΣΑ αποδίδεται περιβαλλοντικό όφελος και στους δείκτες της τοξικότητας στον άνθρωπο και του σχηματισμού φωτοοξειδωτικών, 213 και 151 ΙΚ αντίστοιχα, ενώ το δεύτερο μεγαλύτερο όφελος ανακύπτει στο δείκτη της οξίνισης (1.049 ΙΚ). Σε όλα τα ανωτέρω κριτήρια τα υπόλοιπα δύο υποσυστήματα έχουν περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που δεν ξεπερνούν τους 100 ΙΚ.

Στο τελευταίο κριτήριο του *ευτροφισμού* και τα τρία υποσυστήματα εμφανίζουν περιβαλλοντική επιβάρυνση που δεν ξεπερνά όμως τους 100ΙΚ.





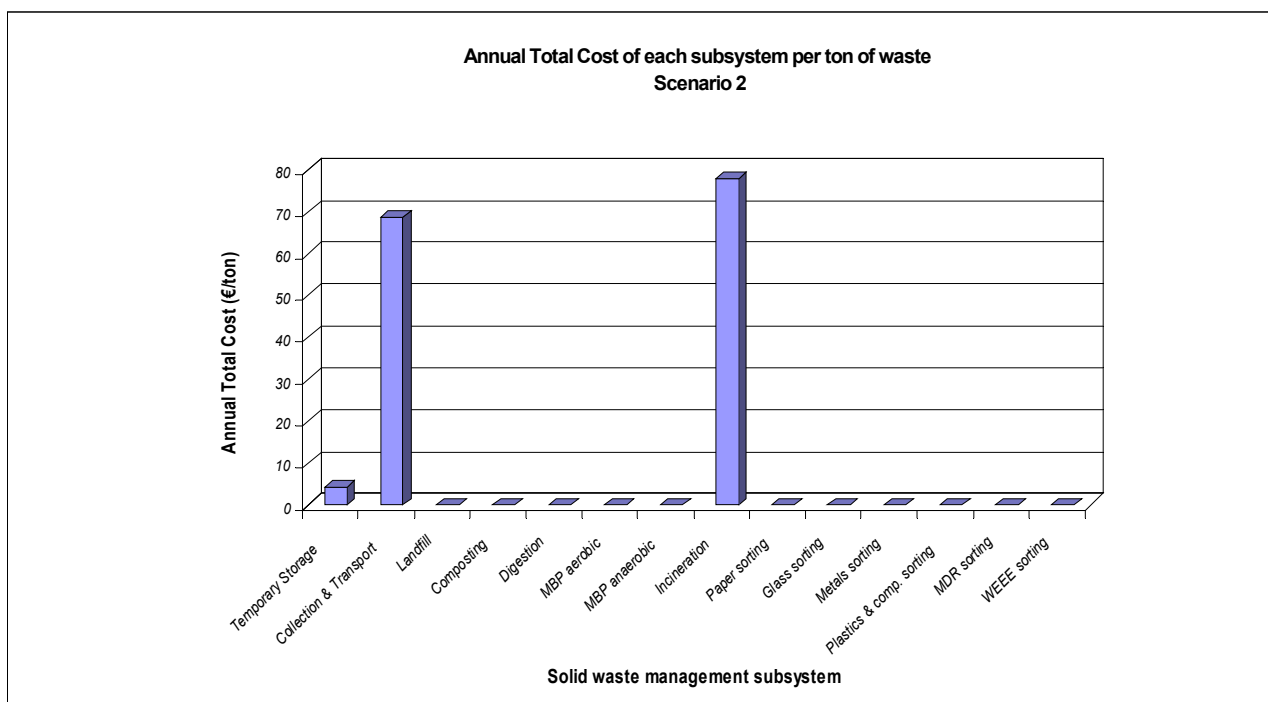


Σχήμα 21 1 - 6: Συνεισφορά κάθε συστήματος επεξεργασίας στην περιβαλλοντική επίδοση του πρώτου σεναρίου

Στο σχήμα 21 (1 έως 6) φαίνεται η συνεισφορά κάθε συστήματος επεξεργασίας – διάθεσης του πρώτου σεναρίου στην συνολική περιβαλλοντική αξιολόγηση αυτού σε κάθε δείκτη, με την προϋπόθεση ότι η συνεισφορά αυτή υπερβαίνει το 10%. Με δεδομένο ότι στο πρώτο σενάριο εφαρμόζεται μόνο καύση, χωρίς κάποια άλλη επεξεργασία, φαίνεται η μεμονωμένη συνεισφορά αυτής στην αξιολόγηση κάθε περιβαλλοντικού δείκτη. Παράλληλα φαίνεται περισσότερο ξεκάθαρα, ότι στους τέσσερις από τους έξι δείκτες η καύση αποδίδει περιβαλλοντικά οφέλη, ενώ σε δύο μόνο έχει επιβαρύνσεις. Ο συνολικός αριθμός ΙΚ όπου εμφανίζονται οφέλη από την καύση ανέρχεται σε 4827 ΙΚ, ενώ οι ζημίες ανέρχονται σε 278ΙΚ

6.3.2 Οικονομική αξιολόγηση

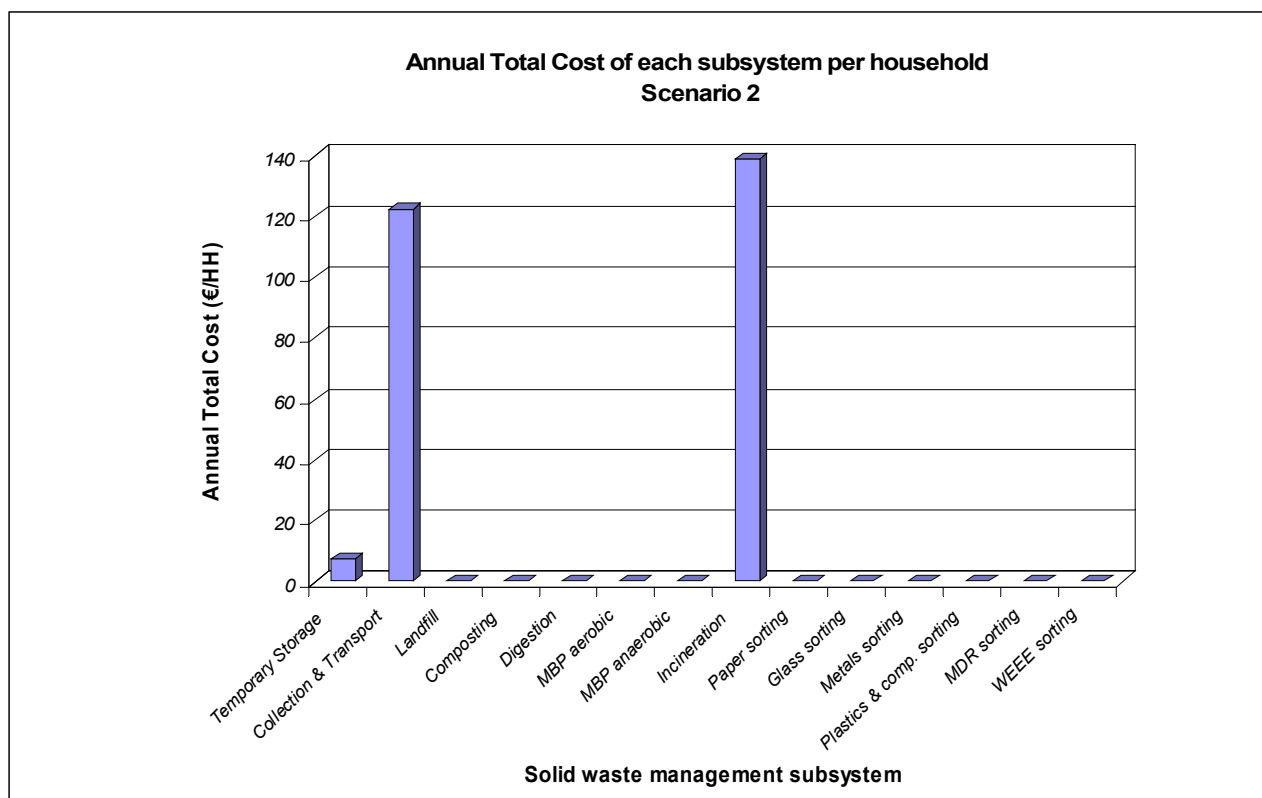
Στα σχήματα 22, 23 και 24 που ακολουθούν, φαίνεται η οικονομική αξιολόγηση του πρώτου σεναρίου, σε όρους κόστους ανά τόνο αποβλήτων, ανά νοικοκυριό και ανά κάτοικο.



Σχήμα 22: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά τόνο αποβλήτων

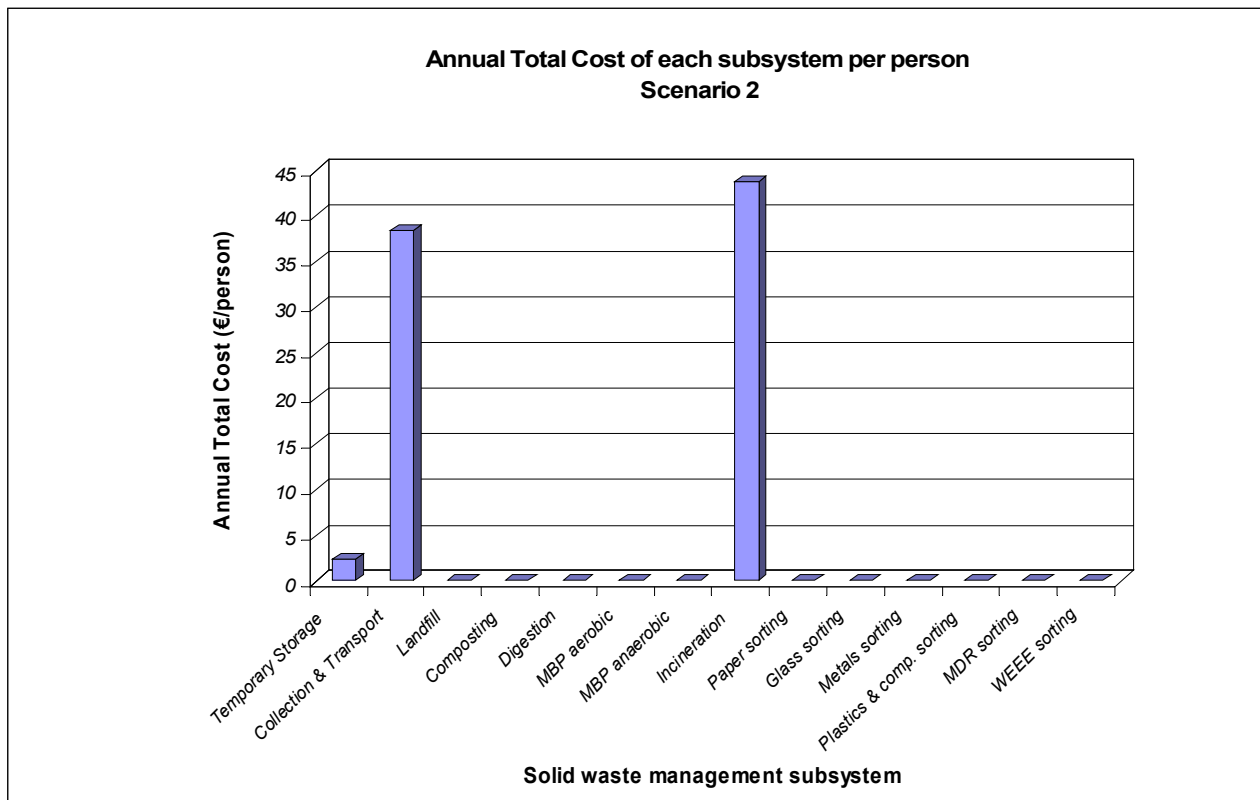
Πρέπει να επισημανθεί και πάλι η παρατήρηση της ενότητας 5.3.2. σχετικά με την υψηλή τιμή του υποσυστήματος συλλογής – μεταφοράς, Ωστόσο επισημαίνεται ότι οι τιμές αυτές δεν έχουν μεταβληθεί σε σχέση με το μηδενικό σενάριο, καθώς δεν υφίσταται καμία αλλαγή στο σύστημα αυτό μεταξύ των δύο σεναρίων. Οι τιμές που εμφανίζονται για το σύστημα συλλογής – μεταφοράς είναι: **68€/τόνο ΑΣΑ, 122€/νοικοκυριό και 28€ ανά κάτοικο ετησίως.**

Το σύστημα προσωρινής αποθήκευσης επίσης εμφανίζει ίδιες παραμέτρους κόστους για τα δύο πρώτα σεναρία, οι οποίες ανέρχονται σε **4€ ανά τόνο ΑΣΑ, 8€ ανά νοικοκυριό και 2€ ανά άτομο ετησίως.**



Σχήμα 23: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά νοικοκυριό

Καταληκτικά το σύστημα της καύσης των ΑΣΑ εκτιμάται σε κόστος **78€ ανά τόνο ΑΣΑ, 139 € ανά νοικοκυριό ετήσια ή 44 € ανά άτομο σε ετήσια βάση.**



Σχήμα 24: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά κάτοικο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Σενάριο 2: Διαλογή στην πηγή ανακυκλώσιμων υλικών

7.1 Διάγραμμα ροής υποσυστημάτων διαλογής στην πηγή των ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης

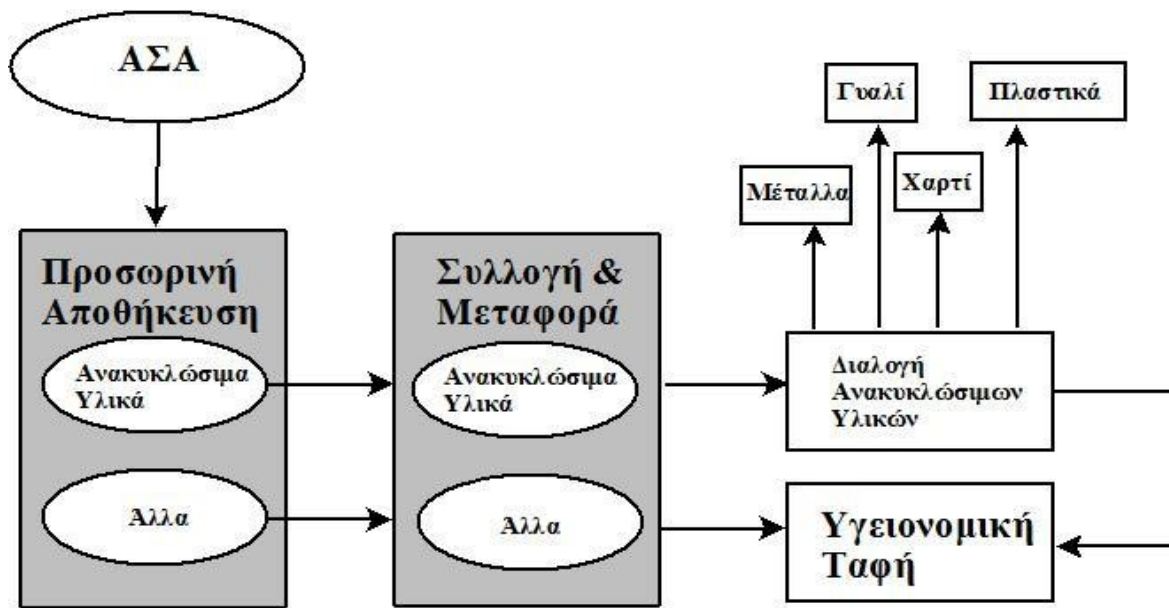
Δεύτερο ενδεχόμενο σενάριο για τη διαχείριση των ΑΣΑ του νομού Ξάνθης είναι η εφαρμογή διαλογής στην πηγή μίας “ομάδας αποβλήτων” που συνιστούν το κλάσμα των ανακυκλώσιμων αποβλήτων, δηλαδή, γυαλιού, χαρτιού – χαρτονιού, μετάλλων και πλαστικού. Η πρακτική αυτή εφαρμόζεται ευρέως σε πόλεις ανά την Ελλάδα, αλλά και διεθνώς, ώστε να μειωθεί ο όγκος των απορριμμάτων που οδηγούνται σε εδαφική διάθεση αλλά και το κόστος διαλογής των αξιοποιήσιμων – ανακυκλώσιμων κλασμάτων.

Αποτελεί το πιο συνηθισμένο σύστημα προσωρινής αποθήκευσης - συλλογής υλικών διαλογής στην πηγή. Ως τεχνική, παρουσιάζει πολλά κοινά χαρακτηριστικά (π.χ. αριθμός και διαστασιολόγηση κάδων) με τη συλλογή των μικτών στερεών αποβλήτων. Διαφοροποιείται όμως ως προς το είδος των κάδων, τα μέσα συλλογής και τη συχνότητα συλλογής. Οι κάδοι συνηθίζεται να τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις του οικιστικού ιστού σε συνδυασμό με το σύστημα προσωρινής αποθήκευσης και αποκομιδής των υπολοίπων μικτών απορριμμάτων, ενώ το κοινό τοποθετεί τα υλικά - στόχους στους κάδους αφού τα έχει προ-διαχωρίσει.

Υπενθυμίζεται από το κεφάλαιο 4 ότι η εγκατάσταση ενός συστήματος ταυτόχρονης συλλογής ομάδος υλικών αποτελεί ταυτόχρονα και εφαρμογή συστήματος δύο ξεχωριστών ρευμάτων συλλογής: το ρεύμα της ανακτώμενης ομάδας υλικών και το ρεύμα των υπολοίπων μικτών αποβλήτων. Η διαλογή στην πηγή, ομάδας υλικών έχει τα εξής κύρια χαρακτηριστικά:

1. Είναι αποδοτικότερη σε σχέση με την διαλογή κάθε υλικού ξεχωριστά
2. Εξοικονομούνται μέσα προσωρινής αποθήκευσης και συλλογής των υλικών
3. Υφίστανται μικρότερες απαιτήσεις σε προσωπικό και χώρο προσωρινής αποθήκευσης στις κατοικίες
4. Εφαρμόζεται ευκολότερα, καθώς δεν χρειάζεται προ-διαλογή
5. Συνδυάζεται υποχρεωτικά με Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (Κ.Δ.Α.Υ.).
6. Υπάρχει η πιθανότητα αυξημένου ποσοστού ξένων υλικών και προσμίξεων
7. Απαιτείται ο επανασχεδιασμός όλου του δικτύου συλλογής, μεταφοράς και μεταφόρτωσης (σε περίπτωση που υφίσταται) των στερεών αποβλήτων - απορριμμάτων

Τα υποσυστήματα που εφαρμόζονται στο σενάριο αυτό φαίνονται στο σχήμα 25 και συνίσταται στην εφαρμογή δύο παράλληλων ρευμάτων προσωρινής αποθήκευσης και συλλογής – μεταφοράς των ΑΣΑ και στους δύο τομείς στους οποίους έχει χωριστεί ο νομός. Το πρώτο ρεύμα είναι αυτό των ανακυκλώσιμων κλασμάτων, τα οποία αποθηκεύονται προσωρινά σε ξεχωριστούς κάδους (“μπλε κάδοι”) και μεταφέρονται σε εγκατάσταση διαλογής ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν, ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα κλάσματα ΑΣΑ τα οποία αποθηκεύονται, συλλέγονται και μεταφέρονται στο ΧΥΤΑ ως δεύτερο ρεύμα. Για τους σκοπούς της εργασίας θεωρείται ότι αυτό το σύστημα ξεκινά να λειτουργεί από το 2010.



Σχήμα 25: Δεύτερο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης – διαλογή στην πηγή

7.2 Εφαρμογή αξιολόγησης

Για την παραμετροποίηση του δεύτερου σεναρίου χρησιμοποιούνται οι γενικές επιλογές δημογραφία – κλιματολογίας – οικονομίας που εφαρμόζονται σε όλα τα σενάρια, όπως και τα αποτελέσματα του εργαλείου πρόγνωσης. Ωστόσο, σε αντίθεση με το προηγούμενο – πρώτο – σενάριο δημιουργούνται διαφοροποιήσεις τόσο στην προσωρινή αποθήκευση όσο και τη συλλογή και μεταφορά των ΑΣΑ καθώς πλέον υπάρχουν δύο ρεύματα αποβλήτων που υφίστανται διαχείριση παράλληλα.

7.2.1 Υποσύστημα προσωρινής αποθήκευσης

Οι απαιτούμενες αλλαγές για την εφαρμογή διαλογής στην πηγή, όπως έχει επισημανθεί και στο διάγραμμα ροής του σεναρίου, ξεκινούν από το υποσύστημα προσωρινής αποθήκευσης των ΑΣΑ, και πλέον αυτή διεξάγεται σε δύο παράλληλα ρεύματα. Κατά συνέπεια στο σχετικό υποσύστημα των **περιβαλλοντικών παραμέτρων** της προσωρινής αποθήκευσης, ορίζονται τα περιεχόμενα, ανακυκλώσιμα υλικά που διαλέγονται ξεχωριστά. Τα υλικά αυτά είναι χαρτί και χαρτόνι, γυαλί, μέταλλα και πλαστικά. Για λόγους συντομίας το ρεύμα αυτό αναφέρεται και ως MDR (mixed dry recyclables).

Στην ίδια κατηγορία, της περιβαλλοντικής αξιολόγησης, δεύτερη πολύ σημαντική παράμετρος για τη μοντελοποίηση του συστήματος είναι αυτή του σχεδιασμού (της προτεινόμενης εφαρμογής). Θεωρείται ότι

η ξεχωριστή διαλογή του ρεύματος MDR θα ξεκινήσει να εφαρμόζεται από το έτος 2010, και ότι ο στόχος συλλογής που θα επιτυγχάνεται θα είναι οι “τιμές στόχοι”(target values – μέσος όρος των ευρωπαϊκών χωρών που ανήκουν στην ομάδα υψηλότερης ευημερίας).

Εναλλακτική επιλογή θα αποτελούσε η επιλογή των “βέλτιστων τιμών” (optimum values - το υψηλότερο 10% των ευρωπαϊκών πόλεων που ανήκουν στην ομάδα υψηλότερης ευημερίας). Θεωρήθηκε προτιμότερο να επιλεγεί η περισσότερο συντηρητική επιλογή των “τιμών στόχων” για την κατάστροψη των σεναρίων, που συνεπάγεται διαλογή στην πηγή του ρεύματος MDR σε ποσοστό περίπου 10% των συνολικών παραγόμενων αποβλήτων.

Άλλες παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στην **περιβαλλοντική αξιολόγηση** του υποσυστήματος προσωρινής αποθήκευσης ήταν ότι:

- **Περιβαλλοντική Αξιολόγηση**

- Για την προσωρινή αποθήκευση των ΑΣΑ χρησιμοποιούνται σάκοι των 60l, πλαστικοί κάδοι των 240l και μεταλλικοί κάδοι των 1.100l, ενώ το ρεύμα των ανακυκλώσιμων υλικών συλλέγεται σε πλαστικούς κάδους των 1.100l **αποκλειστικά**
- Οι κάδοι είναι πληρωμένοι κατά 80% όποτε αδειάζονται στα απορριμματοφόρα (3 φορές την εβδομάδα) και ότι ο μέσος χρόνος ζωής των μεταλλικών κάδων είναι 5 έτη ενώ των πλαστικών (συμπεριλαμβανομένων και των κάδων του MDR) 2 έτη

Στην **οικονομική αξιολόγηση** της προσωρινής αποθήκευσης των ΑΣΑ ότι:

- Μετά τον ωφέλιμο χρόνο ζωής τους οι πλαστικοί κάδοι 240l έχουν κόστος διαχείρισης ίσο με το 3% της αξίας αγοράς τους, ενώ οι μεταλλικοί κάδοι 1.100l αποδίδουν κέρδος ίσο με το 4% της αξίας αγοράς τους
- Ειδικά για τους πλαστικούς κάδους 1.100l (κάδοι ανακύκλωσης) θεωρείται ότι έχουν κόστος αγοράς 75€/τεμ και κόστος διαχείρισης ίσο με το 1% της αξίας αγοράς τους.

Για την **κοινωνική αξιολόγηση** της προσωρινής αποθήκευσης, η περιοχή μελέτης θεωρήθηκε κυρίως οικιστική, με τον κοντινότερο κάδο να απέχει 6-8m από κάθε κάτοικο, ενώ το μοντέλο χρησιμοποιεί προεπιλεγμένες τιμές σχετικά με το ρυθμό με τον οποίο τα ΑΣΑ εισάγονται στους κάδους και τη σχετική ηχητική όχληση που προκαλεί κάθε κλάσμα αποβλήτου κατά την εισαγωγή του στον κάδο, όπως και στα προηγούμενα δύο σενάρια.

7.2.2 Υποσύστημα συλλογής και μεταφοράς

Για τη συλλογή και μεταφορά των ΑΣΑ δεν μεταβάλλεται ουσιωδώς κάτι σε σχέση με το πρώτο σενάριο. Κύρια μεταβολή είναι πως γίνεται η παραδοχή ότι οι κάδοι των ανακυκλώσιμων υλικών μεταφέρονται από

οχήματα ίδιου τύπου με αυτά που μεταφέρουν τα σύμμεικτα ΑΣΑ, τα οποία όμως αποτελούν ξεχωριστό τμήμα του στόλου 9δεν μεταφέρουν σύμμεικτα ΑΣΑ). Υπενθυμίζονται οι κύριες παραδοχές του υποσυστήματος στους τρεις τομείς αξιολόγησης, όπως αναφέρθηκαν στο μηδενικό σενάριο:

- **Περιβαλλοντική αξιολόγηση:**

- Η συλλογή και μεταφορά γίνεται από οχήματα χωρητικότητας 7 και 15 τόνων, με πλήρωμα έναν οδηγό και δυο φορτωτές, τα οποία καταναλώνουν 27l diesel ανά 100km και κινούνται με μέση ταχύτητα 25km/h
- Το κλάσμα των ανακυκλώσιμων μεταφέρεται από οχήματα ίδιου τύπου, τα οποία δεν χρησιμοποιούνται για αποκομιδή σύμμεικτων ΑΣΑ
- Η μέση απόσταση που διανύει ένα όχημα για τη συλλογή των ΑΣΑ από τον πρώτο τομέα, του Δήμου Ξάνθης, εκτιμήθηκε σε 10km ενώ για τον δεύτερο τομέα σε 30km ανά δρομολόγιο (όρχος οχημάτων – τομέας αποκομιδής - ΧΥΤΑ)
- Δεν υπάρχουν σταθμοί μεταφόρτωσης και η μεταφορά των ΑΣΑ γίνεται απευθείας στον ΧΥΤΑ Ξάνθης.

- **Οικονομική αξιολόγηση**

- Η αμοιβή ενός οδηγού απορριμματοφόρου ανέρχεται σε 5,3€/h ενώ ενός φορτωτή σε 5€/h για εργασία ωφέλιμης διάρκειας 7h/d.
- Το κόστος του καυσίμου θεωρήθηκε ότι ανέρχεται σε 0,77€/l.

- **Κοινωνική αξιολόγηση**

- Το συνολικό μήκος του οδικού δικτύου του νομού Ξάνθης ανέρχεται σε 273km [Εγνατία Α. Ε., 2008]
- Κάθε εργαζόμενος εργάζεται 1.720 ώρες ετησίως
- Οι εγκαταστάσεις συλλογής και μεταφοράς ευρίσκονται σε κατοικημένες – οικιστικές περιοχές.

7.2.3 Υποσύστημα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών – ΚΔΑΥ

Βάσει των τιμών στόχων που επελέγησαν όπως περιγράφηκε στην ενότητα 7.2.1 η ποσότητα ανακυκλώσιμων υλικών που διαχωρίζεται στην πηγή και οδηγείται σε ΚΔΑΥ ανέρχεται σε **5.702tn/έτος**.

Στις υπόλοιπες παραμέτρους της **περιβαλλοντικής αξιολόγησης** του ΚΔΑΥ, το μοντέλο περιλαμβάνει ορισμένες προεπιλεγμένες τιμές σχετικά με τη σύσταση των επιμέρους κλασμάτων (π.χ. Μέταλλα: 81,1% σίδηρος από κονσερβοκούτια, 18,9 αλουμίνιο από αναψυκτικά, Γυαλί: 38,1 ανάμεικτο γυαλί, 20,6 καφέ γυαλί, 20,6% πράσινο γυαλί, 20,6% διαφανές γυαλί). Επίσης προβλέπει 5% προσμίξεων στα διαλογημένα υλικά, όπως και η κατανάλωση καυσίμων, λιπαντικών και ενέργειας για τη διαλογή ενός τόνου MDR στα επιμέρους κλάσματα. Περισσότερο συγκεκριμένα:

- **Περιβαλλοντική αξιολόγηση:**

- Ποσότητα αποβλήτων: 5.702tn/yr
- Για τη διαλογή ενός τόνου ανακυκλώσιμων απαιτούνται: 10kWh, 2,4lt πετρελαίου, 0,2lt λιπαντικών, 1,2kg μεταλλικών μερών
- Τα απόβλητα (ακαθαρσίες κ.ο.κ.) οδηγούνται στο ΧΥΤΑ
- Δεν διαλέγονται ΑΣΑ από περιοχές εκτός Ν. Ξάνθης

Για την **οικονομική αξιολόγηση** του ΚΔΑΥ θεωρείται, όπως σε όλες τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ότι η δυναμικότητα της μονάδας είναι ακριβώς ίση με την εισερχόμενη ποσότητα αποβλήτων, καθώς και ότι δεν δέχεται ποσότητες εκτός του Νομού Ξάνθης. Προεπιλεγμένες ορίζονται σχετικά με την σύσταση των προϊόντων που εξέρχονται της μονάδας, καθώς και για την αρχική δαπάνη, και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης αυτής. Τέλος συμπληρώνεται ένας πίνακας με τις εκτιμώμενες τιμές πώλησης ενός τόνου προϊόντος. Επισημαίνεται ότι αυτές οι τιμές συμπληρώθηκαν ώστε να αντικατοπτρίζουν ποιοτικά την σχετική αξία των προϊόντων μεταξύ τους. Όπου χρειάζεται η εισαγωγή τέτοιων στοιχείων επιδιώκεται να υπάρχει συμφωνία μεταξύ των δεδομένων εισαγωγής ώστε τα αποτελέσματα που προκύπτουν να είναι συγκρίσιμα.

- **Οικονομική αξιολόγηση:**

- Αξία ανακτώμενου γυαλιού: 800€/tn
- Αξία ανακτώμενου πλαστικού: 700€/tn
- Αξία ανακτώμενου χαρτονιού: 200€/tn
- Αξία ανακτώμενου χαρτιού: 500€/tn

Καταληκτικά στο υπομενού **κοινωνικής αξιολόγησης** του ΚΔΑΥ εισάγονται πληροφορίες σχετικά με την οπτική όχληση που προκαλεί η εγκατάσταση, όποτε και πάλι θεωρείται ότι αυτή βρίσκεται σε έκταση κοντά στον υφιστάμενο ΧΥΤΑ, οπότε παρουσιάζει παρόμοια χαρακτηριστικά απόστασης από κοντινούς οικισμούς, χαρακτηρισμού της περιοχής κ.ο.κ.

- **Κοινωνική αξιολόγηση:**

- Οπτική όχληση: Χαμηλή
- ΚΔΑΥ χωροθετημένο σε βιομηχανική περιοχή
- Αρ. εργαζομένων: 3 άτομα
- Μέθοδος διαλογής: Μηχανική

Ολοκληρώνοντας τη μοντελοποίηση του ΚΔΑΥ, οδηγούμαστε στο ρεύμα εξόδου, το οποίο συνίσταται από τα κατάλοιπα (προσμίξεις - ακαθαρσίες) που προκύπτουν από το ΚΔΑΥ, ποσότητας ίσης με 743tn/yr τα οποία και οδηγούνται προς υγειονομική ταφή.

7.2.4. Υποσύστημα υγειονομικής ταφής

Στην μοντελοποίηση της υγειονομικής ταφής χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες υποθέσεις εργασίας με το προηγούμενο – μηδενικό – σενάριο. Στην **περιβαλλοντική αξιολόγηση** του υποσυστήματος, εισέρχονται 52.241tn ΑΣΑ/έτος, από το νομό Ξάνθης αποκλειστικά. Θεωρείται ότι στο νέο σύστημα διαχείρισης, θα γίνεται αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου και θα πωλείται η θερμότητα που θα παράγεται από αυτό, ενώ και τα διασταλάγματα θα υφίστανται επεξεργασία. Συγκεκριμένα:

- **Περιβαλλοντική αξιολόγηση:**
 - Ποσότητα αποβλήτων: 52.241tn/yr τα οποία προέρχονται από τις παραγόμενες ποσότητες ΑΣΑ αλλά και τα απόβλητα που προκύπτουν από το ΚΔΑΥ
 - Εφαρμόζεται ενεργειακή αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου και επεξεργασία στραγγισμάτων
 - Δεν διατίθενται ΑΣΑ από περιοχές εκτός Ν. Ξάνθης

Στην **οικονομική αξιολόγηση** της υγειονομικής ταφής, τα σχετικά δεδομένα εισάγονται βάσει συναρτησιακών σχέσεων που χρησιμοποιεί το μοντέλο LCA - IWM. Συγκεκριμένα:

- **Οικονομική αξιολόγηση:**
 - Αρχική δαπάνη κατασκευής ΧΥΤΑ: 4 εκ €
 - Ετήσιο κόστος λειτουργίας: 3,84€/tn εισερχόμενων ΑΣΑ
 - Κόστος αποκατάστασης ΧΥΤΑ μετά το τέλος ωφέλιμης ζωής του: 200.000€

Καταληκτικά, του παρόντος κεφαλαίου, η **κοινωνική αξιολόγηση** της υγειονομικής ταφής γίνεται και πάλι με βάση την οσφρητική όχληση, την οπτική όχληση, την ποιότητα των εργαζομένων και τη δημιουργία θέσεων εργασίας.

- **Κοινωνική αξιολόγηση:**
 - Εκτιμώμενος αριθμός εργαζομένων: 8 άτομα
 - Ο ΧΥΤΑ βρίσκεται χωροθετημένος σε βιομηχανική περιοχή
 - Η οπτική όχληση από την παρουσία του ΧΥΤΑ είναι χαμηλή

Πίνακας 14: Σύνοψη παραμετροποίησης Δεύτερου Σεναρίου

ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΕΝΑΡΙΟ – ΔσΠ Ανακυκλώσιμων Υλικών			
Υποσύστημα	Περιβαλλοντικές Παράμετροι	Οικονομικές Παράμετροι	Κοινωνικές Παράμετροι
Προσωρινή Αποθήκευση	<ul style="list-style-type: none"> Τα ανακυκλώσιμα υλικά αποθηκεύονται σε HDPE κάδους όγκου 1100lt. Η ΔσΠ στο Ν. Ξάνθης θα ξεκινήσει το 2010 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Κόστος αγοράς κάδων:</u> 75€ <u>Κόστος διαχείρισης κάδων:</u> 1% 	<ul style="list-style-type: none"> Στην περιοχή εφαρμόζεται σύστημα ΔσΠ Οι κάδοι βρίσκονται σε αποσταση 6-8 μέτρων από τον χρήστη
Συλλογή & Μεταφορά	<ul style="list-style-type: none"> Για τη συλλογή και μεταφορά των ανακυκλώσιμων χρησιμοποιούνται οχήματα 7 και 15 τόνων, που δεν χρησιμοποιούνται στην αποκομιδή σύμμεικτών ΑΣΑ 	<ul style="list-style-type: none"> Ομοίως με τα προηγούμενα σενάρια 	<ul style="list-style-type: none"> Ομοίως με τα προηγούμενα σενάρια
Επεξεργασία (ΚΔΑΥ)	<ul style="list-style-type: none"> <u>Ποσότητα αποβλήτων:</u> 5.702tn/yr Για τη διαλογή ενός τόνου ανακυκλώσιμων απαιτούνται: 10kWh, 2,4lt πετρελαίου, 0,2lt λιπαντικών, 1,2kg μεταλλικών μερών Τα απόβλητα (ακαθαρσίες κ.ο.κ.) οδηγούνται στο ΧΥΤΑ Δεν διαλέγονται ΑΣΑ από περιοχές εκτός Ν. Ξάνθης 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Αξία ανακτώμενου γυαλιού:</u> 800€/tn <u>Αξία ανακτώμενου πλαστικού:</u> 700€/tn <u>Αξία ανακτώμενου χαρτονιού:</u> 200€/tn <u>Αξία ανακτώμενου χαρτιού:</u> 500€/tn 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Οπτική όχληση:</u> Χαμηλή ΚΔΑΥ χωροθετημένο σε βιομηχανική περιοχή Αρ. εργαζομένων: 3 άτομα Μέθοδος διαλογής: Μηχανική
Επεξεργασία (ΧΥΤΑ)	<ul style="list-style-type: none"> <u>Ποσότητα αποβλήτων:</u> 52.241tn/yr Εφαρμόζεται ενεργειακή αξιοποίηση, επεξεργασία στραγγισμάτων Δεν διατίθενται ΑΣΑ από περιοχές εκτός Ν. Ξάνθης 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Αρχική δαπάνη ΧΥΤΑ:</u> 4 εκ € <u>Ετήσιο κόστος λειτουργίας:</u> 3,84€/tn <u>Κόστος αποκατάστασης:</u> 200.000€ 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Αρ. εργαζομένων:</u> 8 άτομα ΧΥΤΑ χωροθετημένος σε βιομηχανική περιοχή <u>Οπτική όχληση:</u> χαμηλή

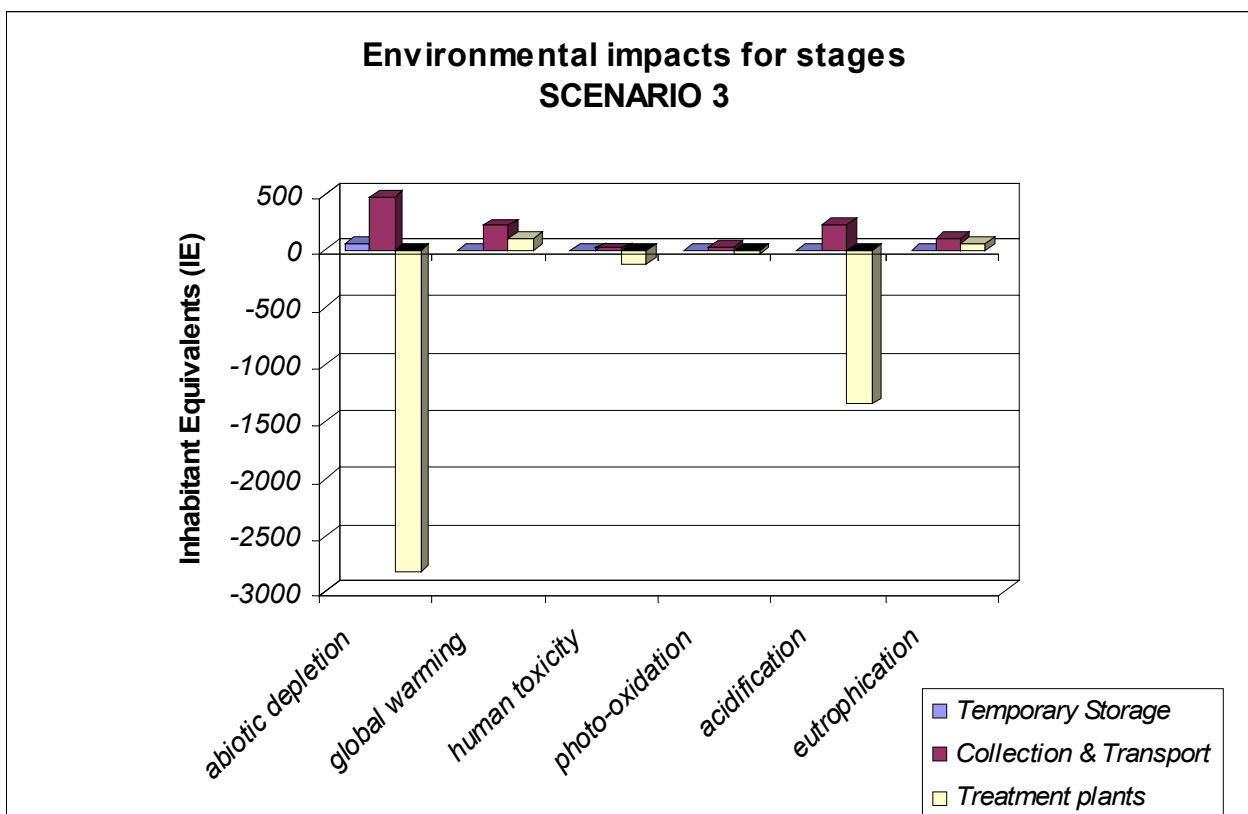
7.3 Αξιολόγηση δεύτερου σεναρίου (διαλογή ανακυκλώσιμων)

Στην παρούσα ενότητα θα διεξαχθεί η ανάλυση της περιβαλλοντικής και οικονομικής αξιολόγησης του δεύτερου σεναρίου, όπως αυτή προκύπτει από την αξιολόγηση του μοντέλου LCA – IWM. Η κοινωνική αξιολόγηση του σεναρίου θα αναλυθεί σε ξεχωριστή ενότητα του κεφαλαίου 9, αφορώντας συνολικά τα τέσσερα σενάρια.

Διευκρινίζεται ότι, λόγω της μορφοποίησης του LCA – IWM μοντέλου, στα γραφήματα που παρουσιάζονται παρακάτω, το δεύτερο σενάριο αναφέρεται ως scenario 3.

7.3.1 Περιβαλλοντική αξιολόγηση

Στο σχήμα 26 φαίνεται η επίδοση του δεύτερου σεναρίου, της διαλογής των ανακυκλώσιμων υλικών, σε κάθε ένα από τα κριτήρια περιβαλλοντικής αξιολόγησης, ανά υποσύστημα του συστήματος διαχείρισης. Φαίνεται ότι στο κριτήριο της μείωσης αβιοτικών πόρων, το σύστημα επεξεργασίας (διαλογής ανακυκλώσιμων) και τελικής διάθεσης εμφανίζει πολύ μεγάλη τιμή περιβαλλοντικού οφέλους (αρνητική τιμή) που ξεπερνά τους 2.500 ΙΚ. Αυτό το γεγονός αποδίδεται στην εξοικονόμηση πρώτων υλών που συνεπάγεται η ανακύκλωση υλικών με σύστημα διαλογής στην πηγή. Παράλληλα αυξάνεται το περιβαλλοντικό κόστος της συλλογής – μεταφοράς, καθώς απαιτούνται περισσότερα δρομολόγια για τη συλλογή του ρεύματος των ανακυκλώσιμων και άρα αύξηση στην κατανάλωση καυσίμων.

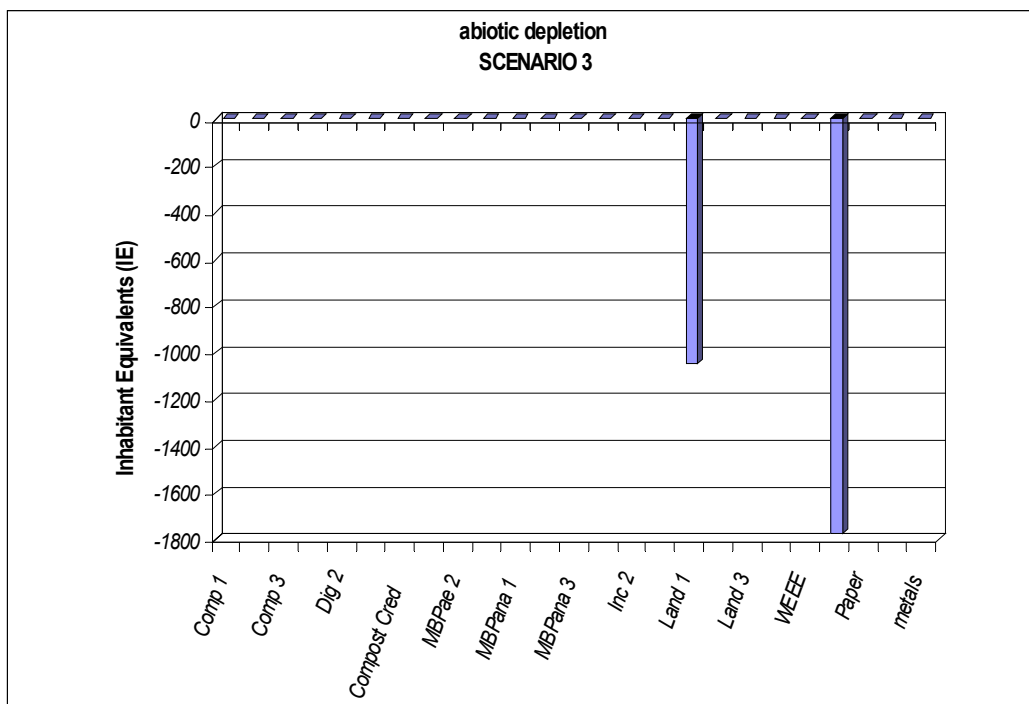


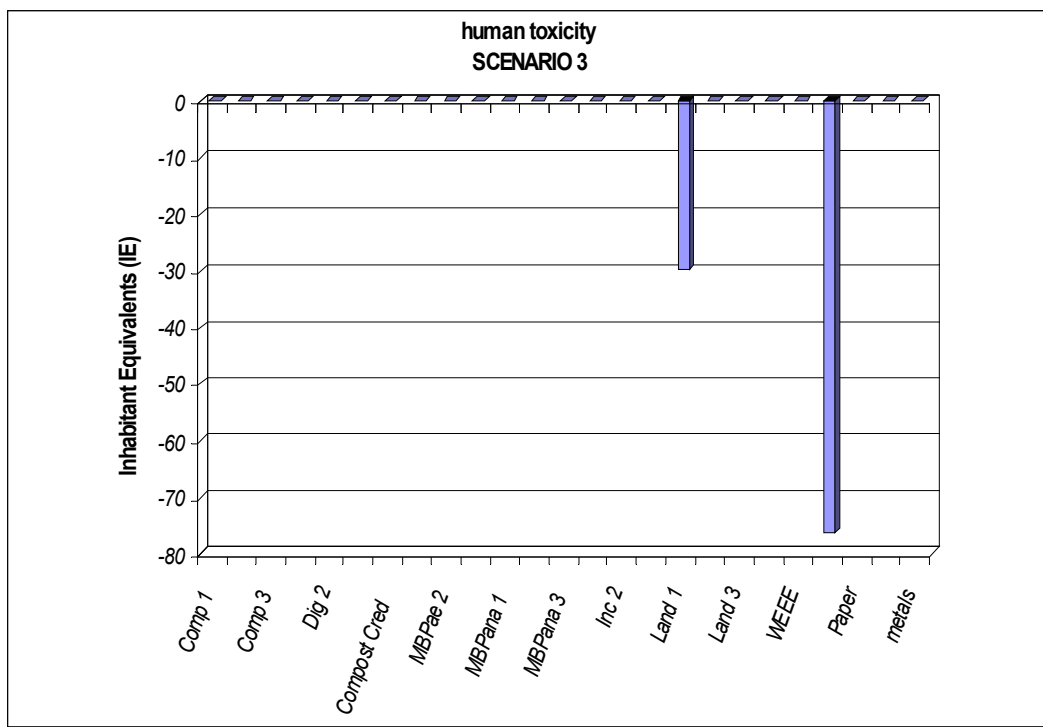
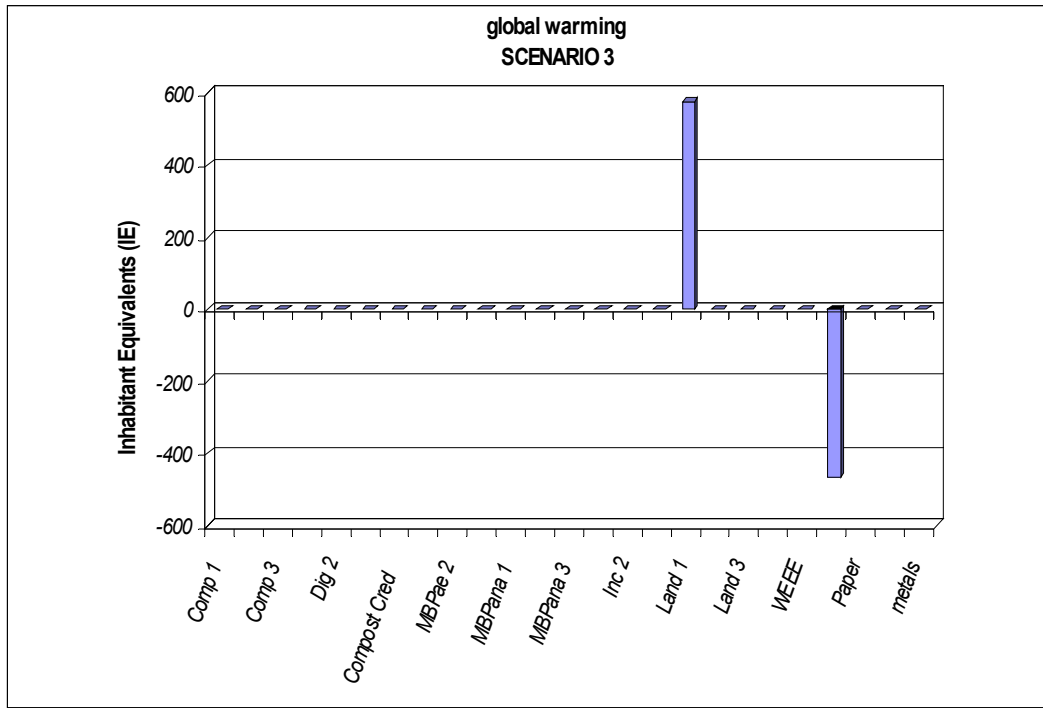
Σχήμα 26: Περιβαλλοντική αξιολόγηση του δεύτερου σεναρίου ανά υποσύστημα

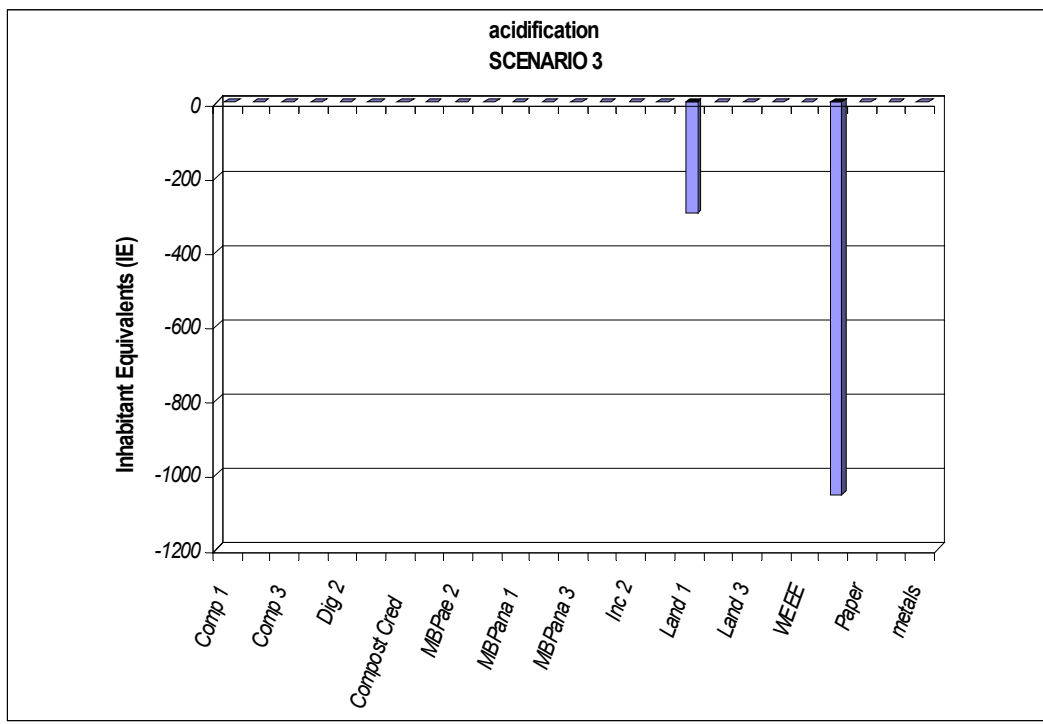
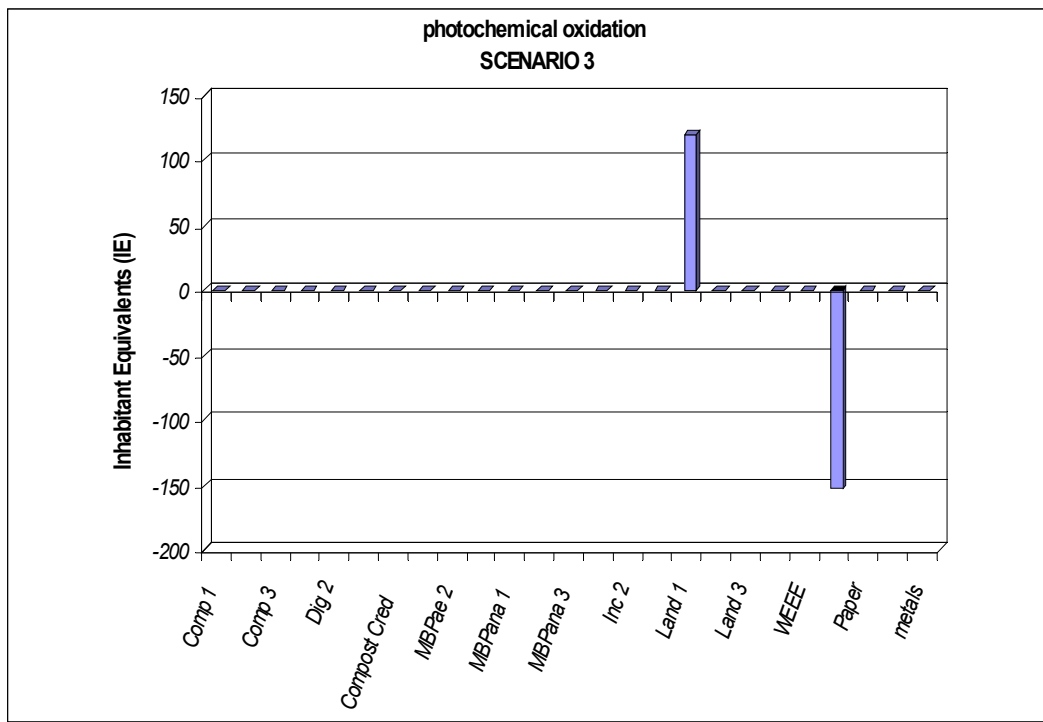
Στους δείκτες της συνεισφοράς στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, της τοξικότητας στον άνθρωπο και του σχηματισμού φωτοοξειδωτικών, και τα τρία συστήματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές. Τα μοναδικά περιβαλλοντικά οφέλη προκύπτουν από το σύστημα επεξεργασίας που βαθμολογείται με 103 και 33 ΙΚ στα κριτήρια τοξικότητας στον άνθρωπο και σχηματισμού φωτοοξειδωτικών.

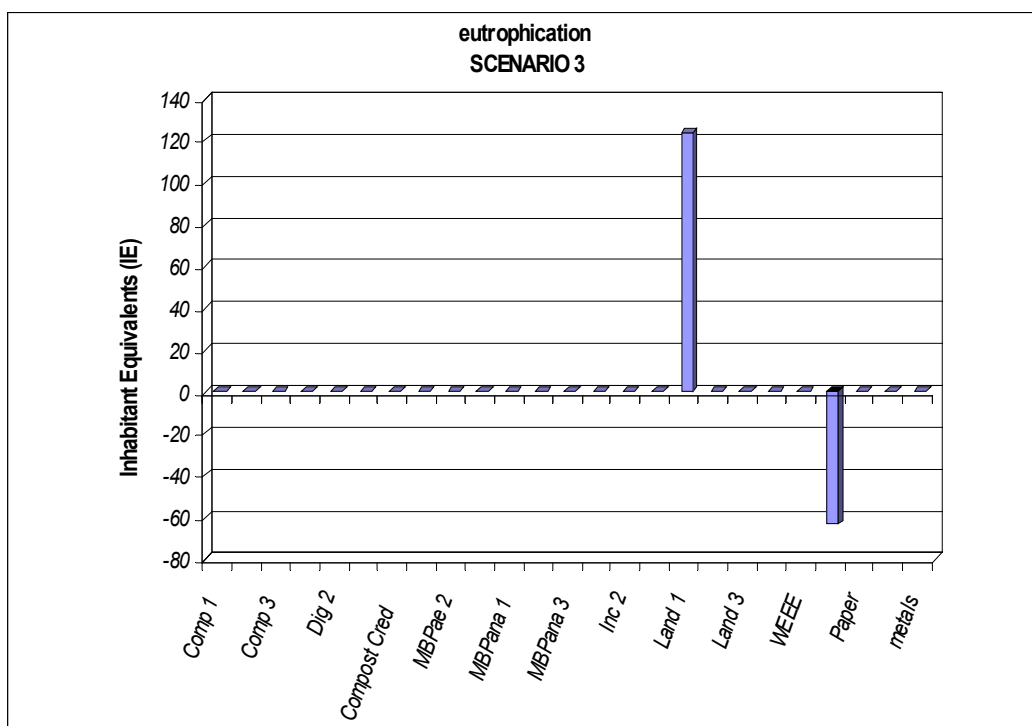
Επόμενο σημαντικό όφελος από το σύστημα επεξεργασίας ανακύπτει στο δείκτη της οξίνισης όπου και αξιολογείται με 1.352IK. Στο ίδιο κριτήριο το υποσύστημα της συλλογής και μεταφοράς αξιολογείται με περιβαλλοντική επιβάρυνση ίση με 199IK.

Στο τελευταίο κριτήριο του *ευτροφισμού* και τα τρία υποσυστήματα εμφανίζουν περιβαλλοντική επιβάρυνση που δεν ξεπερνά τους 93IK.







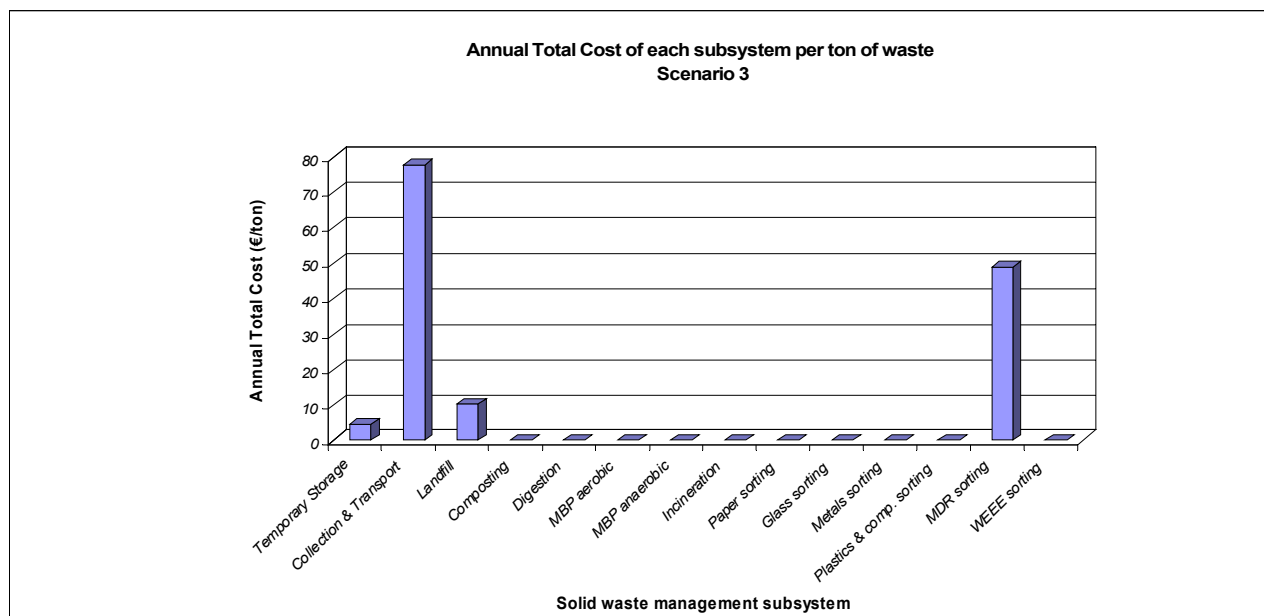


Σχήμα 27.1 - 6: Συνεισφορά κάθε συστήματος επεξεργασίας στην περιβαλλοντική επίδοση του δεύτερου σεναρίου

Στο σχήμα 27 (1 έως 6) φαίνεται η συνεισφορά κάθε συστήματος επεξεργασίας – διάθεσης του δεύτερου σεναρίου στην συνολική περιβαλλοντική αξιολόγηση αυτού σε κάθε δείκτη, με την προϋπόθεση ότι η συνεισφορά αυτή υπερβαίνει το 10%. Με δεδομένο ότι στο σενάριο αυτό εφαρμόζεται τόσο διαλογή των ανακυκλώσιμων υλικών όσο και υγειονομική ταφή των ΑΣΑ, φαίνεται ευκολότερα η συνεισφορά καθενός στην αξιολόγηση κάθε περιβαλλοντικού δείκτη. Φαίνεται περισσότερο ξεκάθαρα, ότι σε όλους τους δείκτες η διαλογή των ανακυκλώσιμων αποδίδει μόνο περιβαλλοντικά οφέλη, που ισοδυναμούν με 3.574ΙΚ, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη της υγειονομικής ταφής σε αυτό το σενάριο ισοδυναμούν με 553 ΙΚ.

7.3.2 Οικονομική αξιολόγηση

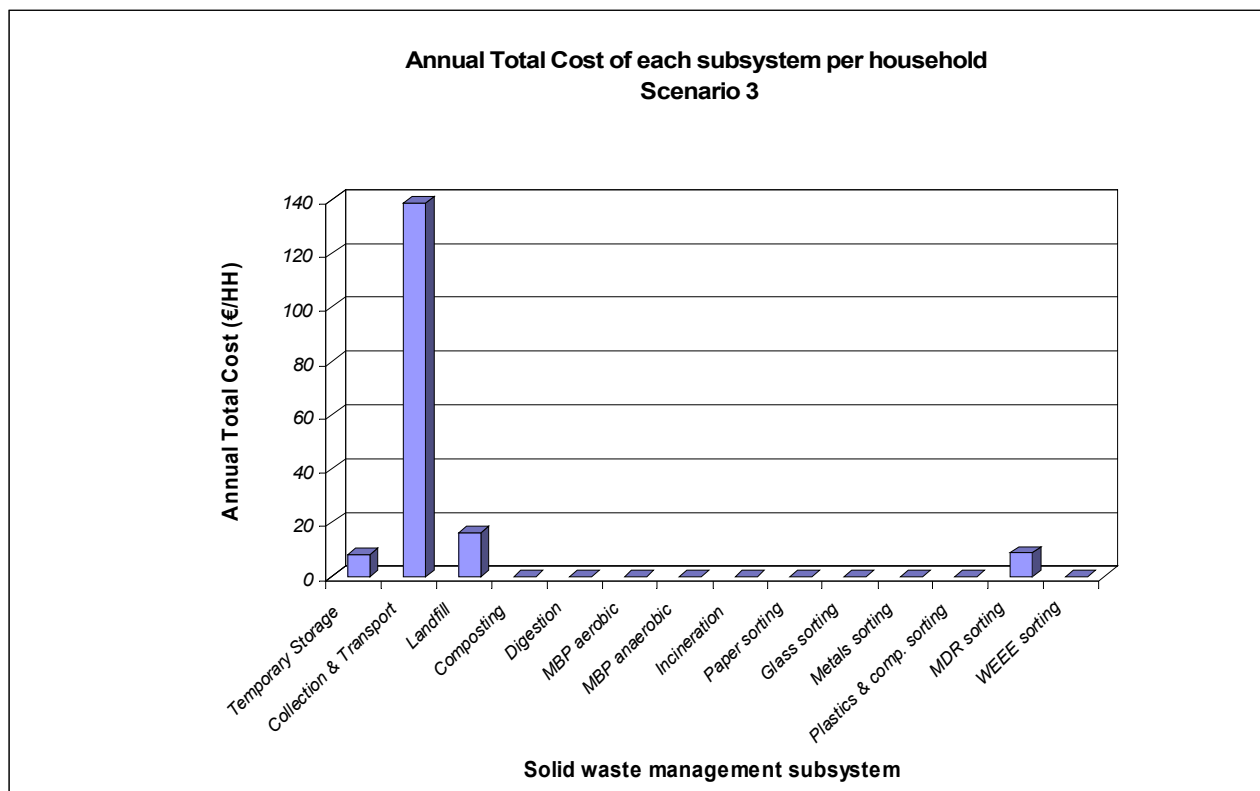
Στα σχήματα 28, 29 και 30 που ακολουθούν, φαίνεται η οικονομική αξιολόγηση του δεύτερου σεναρίου, σε όρους κόστους ανά τόνο αποβλήτων, ανά νοικοκυριό και ανά κάτοικο.



Σχήμα 28: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά τόνο ΑΣΑ

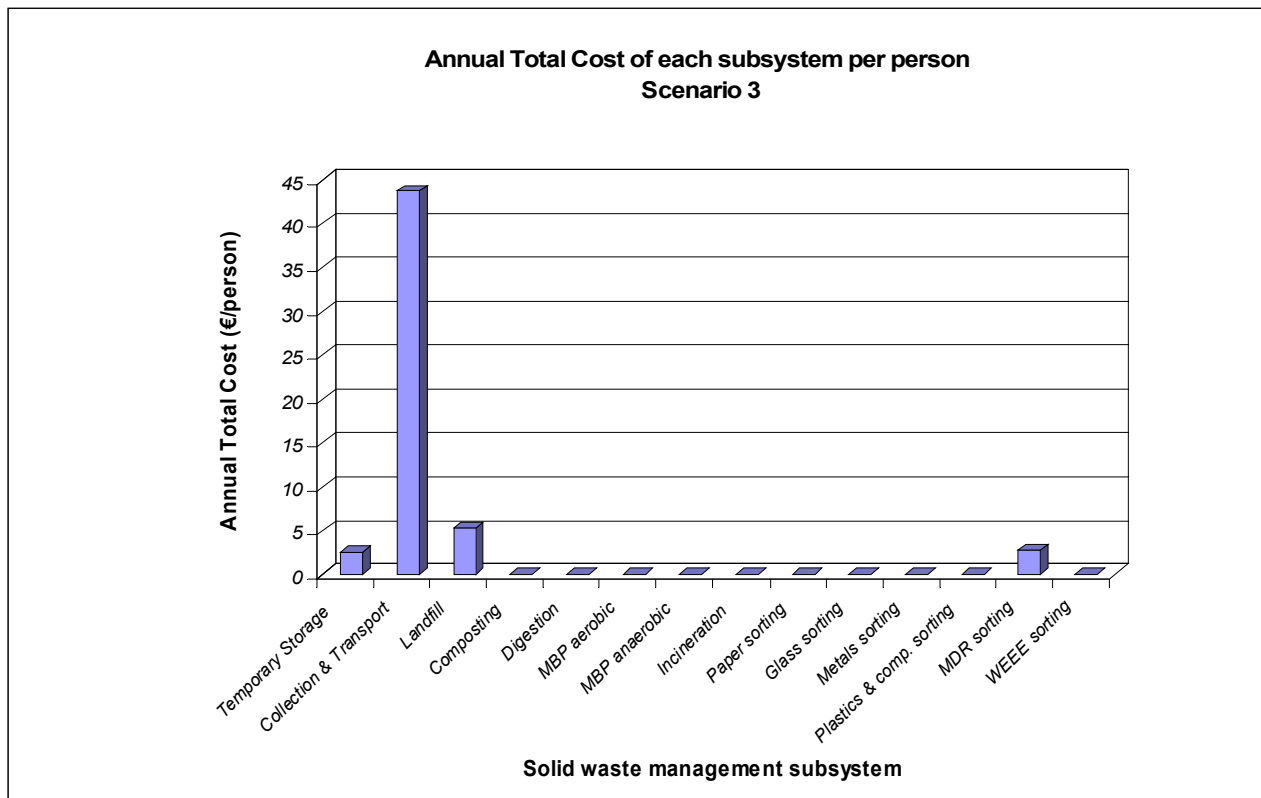
Οι τιμές που εμφανίζονται για το δεύτερο σενάριο στο σύστημα προσωρινής αποθήκευσης είναι ελαφρώς υψηλότερα σε σχέση με το αντίστοιχο κόστος των δύο προηγούμενων σεναρίων. Συγκεκριμένα οι σχετικές τιμές ανέρχονται σε : **5€/τόνο ΑΣΑ, 8€/ νοικοκυριό και 3€ ανά κάτοικο**. Η αύξηση αυτή δικαιολογείται από το απαιτούμενο επιπρόσθετο κόστος αγοράς των κάδων όπου θα συλλέγονται τα ανακυκλώσιμα υλικά

Το σύστημα συλλογής μεταφοράς επίσης εμφανίζει αυξημένες παραμέτρους κόστους σε σχέση με τα δύο πρώτα σενάρια, οι οποίες ανέρχονται σε **78€ ανά τόνο ΑΣΑ, 139€ ανά νοικοκυριό και 44€ ανά άτομο**. Η σχετικά αύξηση εξηγείται και πάλι από τις αυξημένες απαιτήσεις σε οχήματα για τη συλλογή και μεταφορά των ανακυκλώσιμων υλικών.



Σχήμα 29: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά νοικοκυριό

Το υποσύστημα της διαλογής των ανακυκλώσιμων υλικών επιβαρύνει με κόστος **49€ ανά τόνο ΑΣΑ**, ή **9€ ανά νοικοκυριό** ή **3€ ανά άτομο** το σύστημα διαχείρισης του νομού. Καταληκτικά το κόστος της υγειονομικής ταφής των υπόλοιπων απορριμμάτων διαμορφώνεται σε **10€ ανά τόνο ΑΣΑ**, ή **17€ ανά νοικοκυριό** ή **5€ ανά άτομο**. Το κόστος αυτό είναι ελαφρώς μειωμένο σε σχέση με το αντίστοιχο του μηδενικού σεναρίου, καθώς λιγότερες ποσότητες ΑΣΑ καταλήγουν σε υγειονομική ταφή.



Σχήμα 30: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά κάτοικο

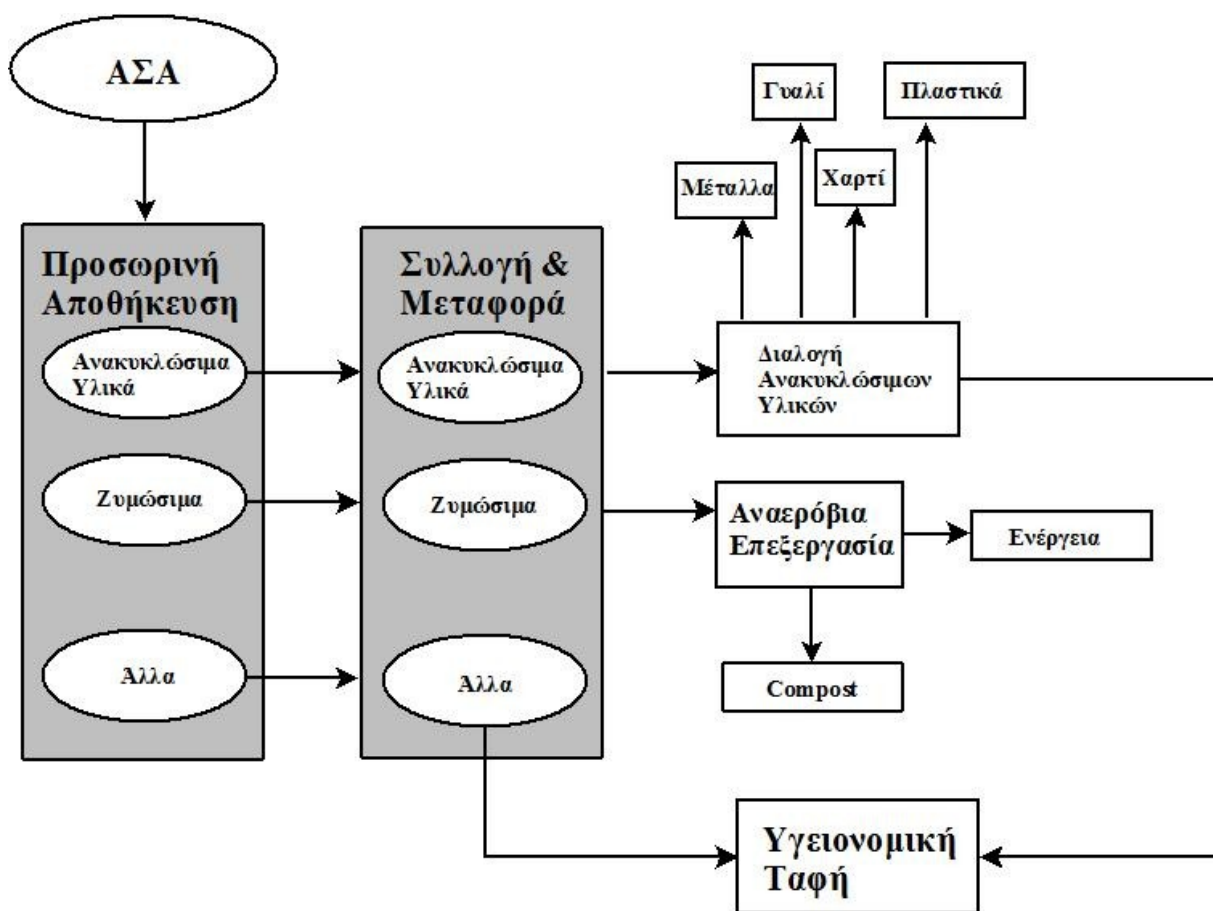
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Σενάριο 3: Διαλογή στην πηγή ανακυκλώσιμων και ζυμώσιμων υλικών

8.1 Διάγραμμα ροής της διαλογής στην πηγή δύο ρευμάτων ΑΣΑ στο Νομό Ξάνθης

Όπως έχει αναφερθεί στο τέταρτο κεφάλαιο, της διαμόρφωσης των σεναρίων, το τρίτο ενδεχόμενο σενάριο που θα εξεταστεί θα αποτελεί επέκταση του δεύτερου (διαλογή στην πηγή ανακυκλώσιμων υλικών) με την προσθήκη ενός ακόμα ρεύματος απορριμμάτων το οποίο διαλέγεται στην πηγή, αυτό των ζυμώσιμων απορριμμάτων. Επεκτείνεται δηλαδή η διαλογή στην πηγή όχι μόνο των ανακυκλώσιμων αλλά και των οργανικών – ζυμώσιμων αποβλήτων (τρόφιμα, φρούτα, λαχανικά, απορρίμματα κήπων – πάρκων κ.ο.κ.). Το επιπρόσθετο αυτό ρεύμα οδηγείται σε εγκατάσταση αναερόβιας επεξεργασίας. Κατά την αναερόβια βιολογική επεξεργασία (αναερόβια ζύμωση), πραγματοποιείται αποδόμηση των οργανικών ουσιών με τη βοήθεια μικροοργανισμών απουσία οξυγόνου. Το αποτέλεσμα της διεργασίας είναι η παραγωγή σταθεροποιημένου οργανικού υλικού το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό και αερίου (βιοαέριο) υψηλής περιεκτικότητας σε μεθάνιο (CH₄), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας

Σχηματικά το σενάριο αυτό περιγράφεται στο σχήμα 31.



Σχήμα 31: Τρίτο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ Νομού Ξάνθης

8.2 Εφαρμογή μοντέλου αξιολόγησης

Τα υποσυστήματα που εφαρμόζονται για να δομηθεί το τρίτο σενάριο διαχείρισης ΑΣΑ του Νομού Ξάνθης φαίνονται στο σχήμα 31 και συνίσταται στην εφαρμογή τριών παράλληλων ρευμάτων προσωρινής αποθήκευσης και συλλογής – μεταφοράς των ΑΣΑ στους δύο τομείς στους οποίους έχει χωριστεί ο νομός. Το πρώτο ρεύμα είναι αυτό των ανακυκλώσιμων κλασμάτων, τα οποία αποθηκεύονται προσωρινά σε ξεχωριστούς κάδους (“μπλε κάδοι”) και μεταφέρονται σε εγκατάσταση διαλογής ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν, ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα κλάσματα ΑΣΑ τα οποία αποθηκεύονται, συλλέγονται και μεταφέρονται στο ΧΥΤΑ ως δεύτερο ρεύμα. Τρίτο ρεύμα διαχείρισης των ΑΣΑ αποτελεί η συλλογή στην πηγή των ζυμώσιμων αποβλήτων που αποτελείται κυρίως από οργανικά ταχέως βιοδιασπώμενα και “πράσινα” απόβλητα (κλαδέματα, απόβλητα κήπων και πάρκων εν γένει).

8.2.1 Υποσύστημα προσωρινής αποθήκευσης

Οι αλλαγές που απαιτούνται για την εφαρμογή διαλογής δύο ρευμάτων αποβλήτων στην πηγή εκτός του κύριου όγκου των σύμμεικτων ΑΣΑ, ξεκινούν από το υποσύστημα προσωρινής αποθήκευσης, το οποίο και διεξάγεται πλέον σε τρία παράλληλα ρεύματα, στους δύο τομείς μελέτης. Κατά συνέπεια στο σχετικό υποσύστημα των **περιβαλλοντικών παραμέτρων** της προσωρινής αποθήκευσης MDR, ορίζονται τα περιεχόμενα, ανακυκλώσιμα υλικά που διαλέγονται ξεχωριστά, όπως και στο προηγούμενο σενάριο. Επιπρόσθετα καθορίζεται ότι και τα κλάσματα των ζυμώσιμων (bio-waste) και πράσινων (garden waste) προγραμματίζεται να συλλέγονται χωριστά από το 2010 αντίστοιχα με το MDR.

Όπως και στο δεύτερο σενάριο θεωρήθηκε ότι για την προσωρινή αποθήκευση των ΑΣΑ χρησιμοποιούνται σάκοι των 60l, πλαστικοί κάδοι των 240l και μεταλλικοί κάδοι των 1.100l, ενώ τα δύο ρεύματα των ανακυκλώσιμων υλικών και των ζυμώσιμων συλλέγονται σε πλαστικούς κάδους των 1.100l **αποκλειστικά**. Θεωρείται και πάλι ότι οι κάδοι είναι πληρωμένοι κατά 80% όποτε αδειάζονται στα απορριμματοφόρα και ότι ο μέσος χρόνος ζωής των μεταλλικών κάδων είναι 5 έτη ενώ των πλαστικών 2 έτη.

- **Περιβαλλοντική Αξιολόγηση**

- Τα ανακυκλώσιμα και τα ζυμώσιμα υλικά αποθηκεύονται σε HDPE κάδους όγκου 1100lt.
- Η ΔσΠ στο Ν. Ξάνθης θα ξεκινήσει το 2010

Στην **οικονομική αξιολόγηση** της προσωρινής αποθήκευσης των ΑΣΑ θεωρείται όπως και στα προηγούμενα δύο σενάρια ότι, μετά τον ωφέλιμο χρόνο ζωής τους οι πλαστικοί κάδοι 240l έχουν κόστος διαχείρισης ίσο με το 3% της αξίας αγοράς τους, ενώ οι μεταλλικοί κάδοι 1.100l αποδίδουν κέρδος ίσο με το 4% της αξίας αγοράς τους. Ειδικά για τους πλαστικούς κάδους 1.100l θεωρείται ότι έχουν κόστος διαχείρισης ίσο με το 1% της αξίας αγοράς τους.

- **Οικονομική Αξιολόγηση**

- Για την προσωρινή αποθήκευση των ΑΣΑ χρησιμοποιούνται σάκοι των 60l, πλαστικοί κάδοι των 240l και μεταλλικοί κάδοι των 1.100l, ενώ το ρεύμα των ανακυκλώσιμων υλικών συλλέγεται σε πλαστικούς κάδους των 1.100l **αποκλειστικά**
- Οι κάδοι είναι πληρωμένοι κατά 80% όποτε αδειάζονται στα απορριμματοφόρα (3 φορές την εβδομάδα) και ότι ο μέσος χρόνος ζωής των μεταλλικών κάδων είναι 5 έτη ενώ των πλαστικών (συμπεριλαμβανομένων και των κάδων του MDR) 2 έτη

Για την **κοινωνική αξιολόγηση** της προσωρινής αποθήκευσης, η περιοχή μελέτης θεωρήθηκε κυρίως οικιστική, με τον κοντινότερο κάδο να απέχει 8-10m από κάθε κάτοικο, ενώ το μοντέλο χρησιμοποιεί προεπιλεγμένες τιμές σχετικά με το ρυθμό με τον οποίο τα ΑΣΑ εισάγονται στους κάδους και τη σχετική ηχητική όχληση που προκαλεί κάθε κλάσματος αποβλήτων κατά την εισαγωγή του στον κάδο, όπως και σε όλα τα προηγούμενα σενάρια.

- **Κοινωνική Αξιολόγηση**

- Στην περιοχή εφαρμόζεται σύστημα ΔσΠ
- Οι κάδοι βρίσκονται σε απόσταση 6-8 μέτρων από τον χρήστη

8.2.2 Υποσύστημα συλλογής και μεταφοράς

Για τη συλλογή και μεταφορά των ΑΣΑ δεν μεταβάλλεται ουσιωδώς κάτι σε σχέση με τα προηγούμενα σενάρια, καθώς γίνεται η παραδοχή ότι οι κάδοι των ανακυκλώσιμων και των ζυμώσιμων υλικών μεταφέρονται από οχήματα ίδιου τύπου με αυτά που μεταφέρουν τα σύμμεικτα ΑΣΑ και ότι η εγκατάσταση διαλογής βρίσκεται πλησίον του ΧΥΤΑ.

- **Περιβαλλοντική αξιολόγηση:**

- Η συλλογή και μεταφορά γίνεται από οχήματα χωρητικότητας 7 και 15 τόνων, με πλήρωμα έναν οδηγό και δυο φορτωτές, τα οποία καταναλώνουν 27l diesel ανά 100km και κινούνται με μέση ταχύτητα 25km/h
- Τα κλάσματα των ανακυκλώσιμων και των ζυμώσιμων υλικών μεταφέρεται από οχήματα ίδιου τύπου, τα οποία δεν χρησιμοποιούνται για αποκομιδή σύμμεικτων ΑΣΑ
- Η μέση απόσταση που διανύει ένα όχημα για τη συλλογή των ΑΣΑ από τον πρώτο τομέα, του Δήμου Ξάνθης, εκτιμήθηκε σε 10km ενώ για τον δεύτερο τομέα σε 30km ανά δρομολόγιο (όρχος οχημάτων – τομέας αποκομιδής - ΧΥΤΑ)
- Δεν υπάρχουν σταθμοί μεταφόρτωσης και η μεταφορά των ΑΣΑ γίνεται απευθείας στον ΧΥΤΑ Ξάνθης.

- **Οικονομική αξιολόγηση**

- Η αμοιβή ενός οδηγού απορριμματοφόρου ανέρχεται σε 5,3€/h ενώ ενός φορτωτή σε 5€/h για εργασία ωφέλιμης διάρκειας 7h/d.
- Το κόστος του καυσίμου θεωρήθηκε ότι ανέρχεται σε 0,77€/l.

- **Κοινωνική αξιολόγηση**

- Το συνολικό μήκος του οδικού δικτύου του νομού Ξάνθης ανέρχεται σε 273km [Εγνατία Α. Ε., 2008]
- Κάθε εργαζόμενος εργάζεται 1.720 ώρες ετησίως
- Οι εγκαταστάσεις συλλογής και μεταφοράς ευρίσκονται σε κατοικημένες – οικιστικές περιοχές.

Ακολούθως, βάσει των τιμών – στόχων που χρησιμοποιεί το μοντέλο LCA – IWM, καθορίζεται ότι τα σύμμεικτα ΑΣΑ, ποσότητας 47.116tn/έτος, θα οδηγηθούν στο υποσύστημα της υγειονομικής ταφής, ενώ 3.292tn/έτος οργανικών αποβλήτων και 1.092tn/έτος πράσινων αποβλήτων θα οδηγηθούν σε αναερόβια επεξεργασία. Οι ποσότητες αυτές συνεπάγονται ότι ποσοστό της τάξης του 7,5% των παραγόμενων ζυμώσιμων αποβλήτων διαλέγεται στην πηγή και επεξεργάζεται αναερόβια.

8.2.3 Υποσύστημα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών – ΚΔΑΥ

Το υποσύστημα της διαλογής των ανακυκλώσιμων υλικών παραμένει αμετάβλητο σε σχέση με τα όσα παρουσιάστηκαν στο δεύτερο σενάριο. Τόσο η ποσότητα ανακυκλώσιμων υλικών, όσο και οι επιμέρους παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στην παραμετροποίηση του υποσυστήματος παραμένουν όμοιες με τα όσα αναφέρθηκαν στην ενότητα 7.2.3.

8.2.4 Υποσύστημα αναερόβιας επεξεργασίας ζυμώσιμου κλάσματος

Για την αξιολόγηση του υποσυστήματος της αναερόβιας χώνευσης, στον τομέα της **περιβαλλοντικής αξιολόγησης**, καθορίζεται ότι η εισερχόμενη ποσότητα αποβλήτων ανέρχεται σε 4.384tn/έτος ζυμώσιμων αποβλήτων. Επίσης καθορίζεται η εγκατάσταση δεν δέχεται ποσότητες από γειτονικές περιοχές, εκτός νομού Ξάνθης. Επίσης, επιλέγεται ότι τα κατάλοιπα της διεργασίας οδηγούνται σε σύστημα υγειονομικής ταφής, ότι η θερμότητα που παράγεται κατά τη διαδικασία της χώνευσης αξιοποιείται (πωλείται) καθώς και ότι τα υγρά απόβλητα υφίστανται επεξεργασία σε κέντρο επεξεργασίας λυμάτων πριν την τελική διάθεσή τους.

Συνοπτικά:

- **Περιβαλλοντική αξιολόγηση**

- Ποσότητα αποβλήτων: 4.384tn/yr
- Διεξάγεται ανάκτηση ενέργειας
- Δεν επεξεργάζονται ΑΣΑ από περιοχές εκτός Ν. Ξάνθης
- Τα απόβλητα (ακαθαρσίες κ.ο.κ.) οδηγούνται στο ΧΥΤΑ
- Διεξάγεται επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Στο επόμενο στάδιο επιλογών, όπου παραμετροποιείται η **οικονομική αξιολόγηση** της αναερόβιας χώνευσης. Στις δύο κύριες καρτέλες που φαίνονται στην, φαίνονται οι τιμές που εισάγει το μοντέλο ως προεπιλεγμένες σχετικά με την αρχική δαπάνη, το κόστος λειτουργίας και αποκατάστασης της εγκατάστασης. Στην δεύτερη οθόνη φαίνονται οι συγκριτικές τιμές που έχουν χρησιμοποιηθεί σε όλες τις αντίστοιχες παραμέτρους κόστους – σε όλα τα σενάρια – όπου φαίνεται το κόστος πώλησης ενός τόνου σταθεροποιημένου προϊόντος – εδαφοβελτιωτικού και το κόστος πώλησης ενός kJ και μίας kWh.

- **Οικονομική αξιολόγηση**

- Αρχική δαπάνη κατασκευής μονάδας αναερόβιας επεξεργασίας: 3,5 εκ €
- Ετήσιο κόστος λειτουργίας: 110€/tn εισερχόμενων ζυμώσιμων αποβλήτων
- Κόστος αποκατάστασης μετά το τέλος ωφέλιμης ζωής της εγκατάστασης 170.000€
- Εμπορική αξία compost: 50€/tn

Στο υποσύστημα **κοινωνικής αξιολόγησης**, της αναερόβιας χώνευσης οι παράμετροι που εξετάζονται, όπως και σε κάθε εγκατάσταση επεξεργασίας είναι αυτοί της οσφρητικής και ηχητικής όχλησης που προκαλεί η εγκατάσταση στη γύρω περιοχή, τις κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν σε αυτήν, την ποιότητα των εργαζομένων και τη δημιουργία θέσεων εργασίας.

- **Κοινωνική αξιολόγηση**

- Οπτική όχληση: Μέτρια
- Εγκατάσταση χωροθετημένη σε βιομηχανική περιοχή
- Εκτιμώμενος αριθμός εργαζομένων: 3 άτομα

8.2.5 Υποσύστημα υγειονομικής ταφής

Στην μοντελοποίηση της υγειονομικής ταφής χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες υποθέσεις εργασίας με το προηγούμενο, δεύτερο σενάριο. Συνοπτικά θα αναφερθεί ότι στην **περιβαλλοντική αξιολόγηση** του υποσυστήματος, εισέρχονται 48.078tn ΑΣΑ/έτος, από το νομό Ξάνθης αποκλειστικά, ποσότητα στην οποία συμπεριλαμβάνονται και τα απόβλητα από τις δύο μονάδες επεξεργασίας των κλασμάτων που διαλέγονται στην πηγή. Θεωρείται ότι στο νέο σύστημα διαχείρισης, θα γίνεται αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου

και θα πωλείται η θερμότητα που θα παράγεται από αυτό, ενώ και τα διασταλάγματα θα υφίστανται επεξεργασία.

• **Περιβαλλοντική αξιολόγηση**

- Ποσότητα αποβλήτων: 48.078tn/yr
- Εφαρμόζεται ενεργειακή αξιοποίηση, επεξεργασία στραγγισμάτων
- Δεν διατίθενται ΑΣΑ από περιοχές εκτός Ν. Ξάνθης

Στην **οικονομική αξιολόγηση** της υγειονομικής ταφής, τα σχετικά δεδομένα εισάγονται αυτοματοποιημένα από το μοντέλο. Οι παράμετροι του χρονικού ορίζοντα της ανάλυσης, της αρχικής δαπάνης, του κόστους λειτουργίας και συντήρησης καθώς και του κόστους αποκατάστασης φαίνονται ακολούθως.

• **Οικονομική αξιολόγηση**

- Αρχική δαπάνη ΧΥΤΑ: 4 εκ €
- Ετήσιο κόστος λειτουργίας: 3,84€/tn
- Κόστος αποκατάστασης: 200.000€

Καταληκτικά, η **κοινωνική αξιολόγηση** της υγειονομικής ταφής γίνεται και πάλι με βάση την οσφρητική όχληση, την οπτική όχληση, την ποιότητα των εργαζομένων και τη δημιουργία θέσεων εργασίας.

• **Κοινωνική αξιολόγηση**

- Εκτιμώμενος αριθμός εργαζομένων: 7 άτομα
- ΧΥΤΑ χωροθετημένος σε βιομηχανική περιοχή
- Οπτική όχληση: χαμηλή

Πίνακας 15: Σύνοψη παραμετροποίησης Τρίτου Σεναρίου

ΤΡΙΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ – ΔσΠ Ανακυκλώσιμων & Ζυμώσιμων Υλικών			
Υποσύστημα	Περιβαλλοντικές Παράμετροι	Οικονομικές Παράμετροι	Κοινωνικές Παράμετροι
Προσωρινή Αποθήκευση	<ul style="list-style-type: none"> • Τα ανακυκλώσιμα και τα ζυμώσιμα υλικά αποθηκεύονται σε HDPE κάδους όγκου 1100lt. • Η ΔσΠ στο Ν. Ξάνθης θα ξεκινήσει το 2010 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Κόστος αγοράς κάδων:</u> 75€ • <u>Κόστος διαχείρισης κάδων:</u> 1% 	<ul style="list-style-type: none"> • Στην περιοχή εφαρμόζεται σύστημα ΔσΠ • Οι κάδοι βρίσκονται σε αποσταση 6-8 μέτρων από τον χρήστη

ΤΡΙΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ – ΔσΠ Ανακυκλώσιμων & Ζυμώσιμων Υλικών			
Υποσύστημα	Περιβαλλοντικές Παράμετροι	Οικονομικές Παράμετροι	Κοινωνικές Παράμετροι
Συλλογή & Μεταφορά	<ul style="list-style-type: none"> Για τη συλλογή και μεταφορά των ανακυκλώσιμων και των ζυμώσιμων αποβλήτων χρησιμοποιούνται οχήματα 7 και 15 τόνων, που δεν χρησιμοποιούνται στην αποκομιδή σύμμεικτών ΑΣΑ 	<ul style="list-style-type: none"> Ομοίως με τα προηγούμενα σενάρια 	<ul style="list-style-type: none"> Ομοίως με τα προηγούμενα σενάρια
Επεξεργασία (ΚΔΑΥ)	<ul style="list-style-type: none"> Ποσότητα αποβλήτων: 5.702tn/yr Για τη διαλογή ενός τόνου ανακυκλώσιμων απαιτούνται: 10kWh, 2,4lt πετρελαίου, 0,2lt λιπαντικών, 1,2kg μεταλλικών μερών Τα απόβλητα (ακαθαρσίες κ.ο.κ.) οδηγούνται στο ΧΥΤΑ Δεν διαλέγονται ΑΣΑ από περιοχές εκτός Ν. Ξάνθης 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Αξία ανακτώμενου γυαλιού:</u> 800€/tn <u>Αξία ανακτώμενου πλαστικού:</u> 700€/tn <u>Αξία ανακτώμενου χαρτονιού:</u> 200€/tn <u>Αξία ανακτώμενου χαρτιού:</u> 500€/tn 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Οπτική όχληση:</u> Χαμηλή ΚΔΑΥ χωροθτημένο σε βιομηχανική περιοχή <u>Αρ. εργαζομένων:</u> 3 άτομα <u>Μέθοδος διαλογής:</u> Μηχανική
Επεξεργασία (Αναερόβια επεξεργασία ζυμώσιμων)	<ul style="list-style-type: none"> <u>Ποσότητα αποβλήτων:</u> 4.384tn/yr Διεξάγεται ανάκτηση ενέργειας Δεν επεξεργάζονται ΑΣΑ από περιοχές εκτός Ν. Ξάνθης Τα απόβλητα (ακαθαρσίες κ.ο.κ.) οδηγούνται στο ΧΥΤΑ Διεξάγεται επεξεργασία υγρών αποβλήτων 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Αρχική δαπάνη:</u> 3,5 εκ € <u>Ετήσιο κόστος λειτουργίας:</u> 110€/tn <u>Κόστος αποκατάστασης:</u> 170.000€ <u>Αξία compost:</u> 50€/tn 	<ul style="list-style-type: none"> Οπτική όχληση: Μέτρια Εγκατάσταση χωροθτημένη σε βιομηχανική περιοχή Αρ. εργαζομένων: 3 άτομα
Επεξεργασία (ΧΥΤΑ)	<ul style="list-style-type: none"> <u>Ποσότητα αποβλήτων:</u> 48.078tn/yr Εφαρμόζεται ενεργειακή αξιοποίηση, επεξεργασία στραγγισμάτων Δεν διατίθενται ΑΣΑ από περιοχές εκτός Ν. Ξάνθης 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Αρχική δαπάνη ΧΥΤΑ:</u> 4 εκ € <u>Ετήσιο κόστος λειτουργίας:</u> 3,84€/tn <u>Κόστος αποκατάστασης:</u> 200.000€ 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Αρ. εργαζομένων:</u> 7 άτομα ΧΥΤΑ χωροθτημένος σε βιομηχανική περιοχή <u>Οπτική όχληση:</u> χαμηλή

8.3 Αξιολόγηση τρίτου σεναρίου (διαλογή ανακυκλώσιμων και ζυμώσιμων)

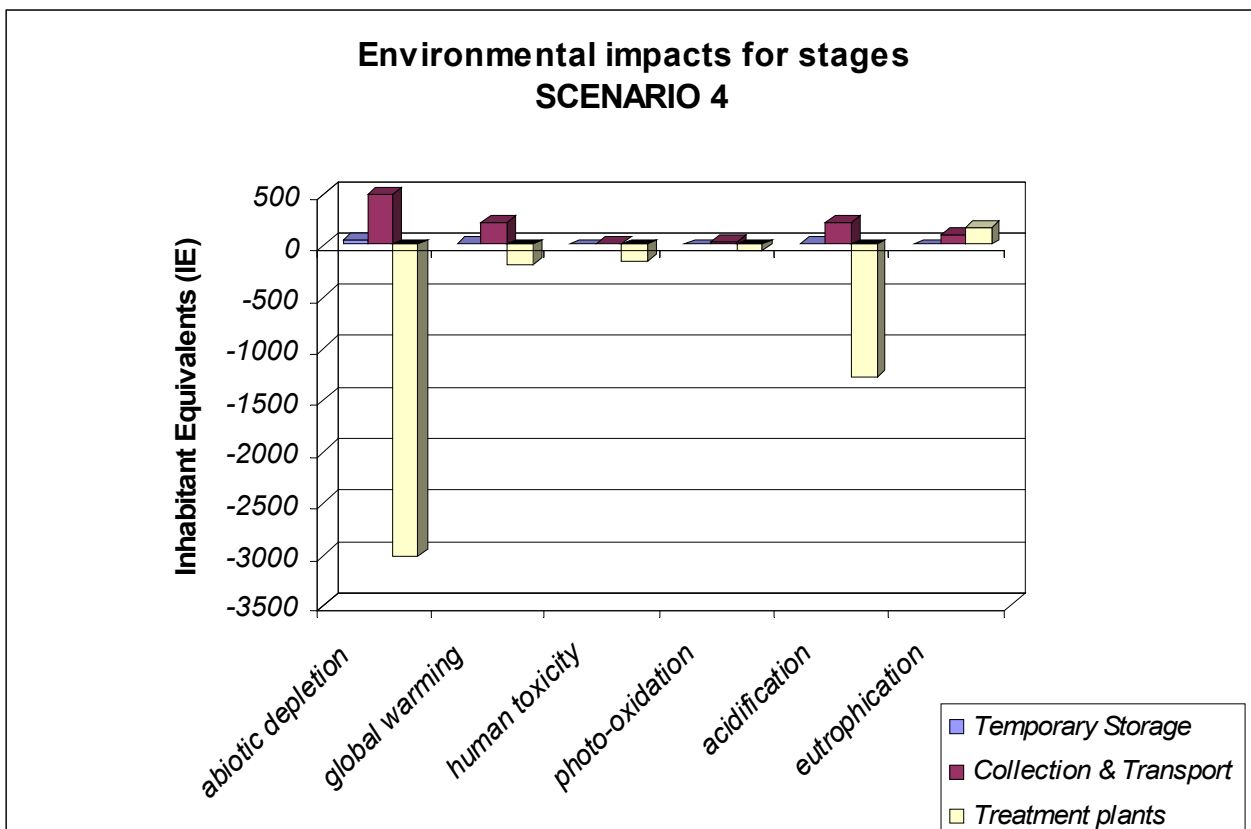
Στην παρούσα ενότητα θα διεξαχθεί η ανάλυση της περιβαλλοντικής και οικονομικής αξιολόγησης του τρίτου σεναρίου, όπως αυτή προκύπτει από την αξιολόγηση του μοντέλου LCA – IWM. Η κοινωνική αξιολόγηση του σεναρίου θα αναλυθεί σε ξεχωριστή ενότητα του κεφαλαίου 9, αφορώντας συνολικά τα τέσσερα σενάρια.

Διευκρινίζεται ότι, λόγω της μορφοποίησης του LCA – IWM μοντέλου, στα γραφήματα που

παρουσιάζονται παρακάτω, το τρίτο σενάριο αναφέρεται ως scenario 4.

8.3.1 Περιβαλλοντική αξιολόγηση

Στο σχήμα 32 φαίνεται η επίδοση του τρίτου σεναρίου, της διαλογής των ανακυκλώσιμων υλικών και των ζυμώσιμων αποβλήτων, σε κάθε ένα από τα κριτήρια περιβαλλοντικής αξιολόγησης, ανά υποσύστημα του συστήματος διαχείρισης. Φαίνεται ότι στο κριτήριο της μείωσης αβιοτικών πόρων, το σύστημα επεξεργασίας (διαλογής ανακυκλώσιμων) και τελικής διάθεσης εμφανίζει μεγάλη τιμή **περιβαλλοντικού οφέλους** (αρνητική τιμή) που ξεπερνά τους 3.000 ΙΚ. Αυτό το γεγονός αποδίδεται στην εξοικονόμηση πρώτων υλών που συνεπάγεται η ανακύκλωση - αξιοποίηση υλικών με σύστημα διαλογής στην πηγή. Η μεγαλύτερη επίδοση σε σχέση με το προηγούμενο σενάριο αποδίδεται προφανώς στην αξιοποίηση και του ζυμώσιμου κλάσματος. Ταυτόχρονα το περιβαλλοντικό κόστος (επιβάρυνση) της συλλογής – μεταφοράς αυξάνεται, καθώς απαιτούνται περισσότερα δρομολόγια για τη συλλογή του ρεύματος των ανακυκλώσιμων και άρα αύξηση στην κατανάλωση καυσίμων. Ωστόσο η μεταβολή αυτή δεν είναι ιδιαίτερα δραστική 430 ΙΚ έναντι 426 ΙΚ του προηγούμενου σεναρίου



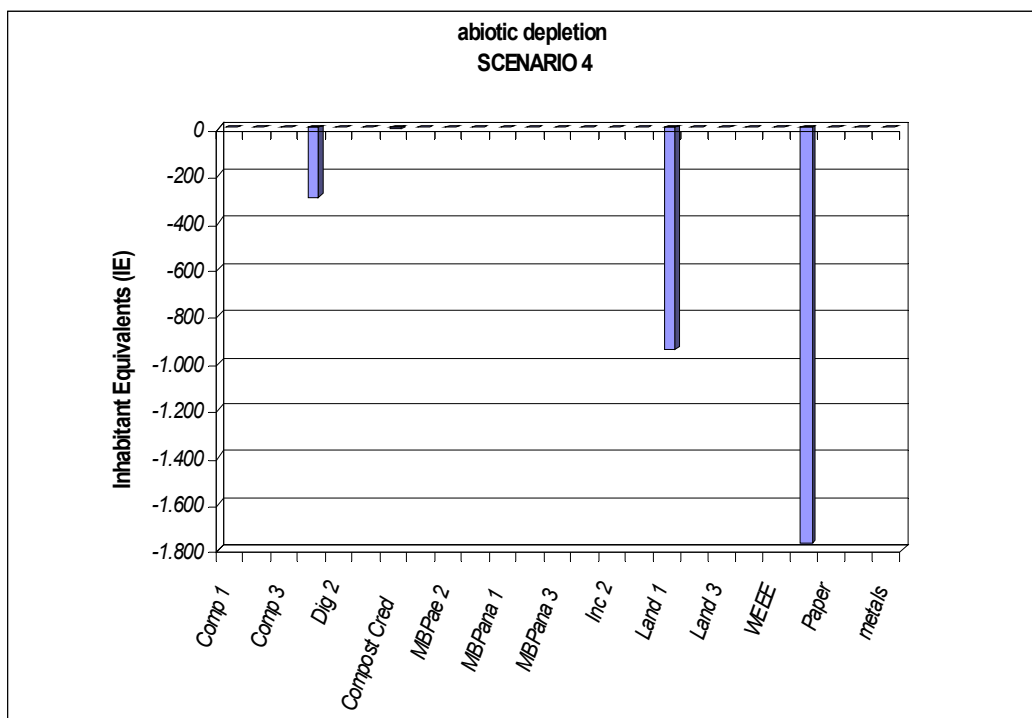
Σχήμα 32: Περιβαλλοντική αξιολόγηση του δεύτερου σεναρίου ανά υποσύστημα

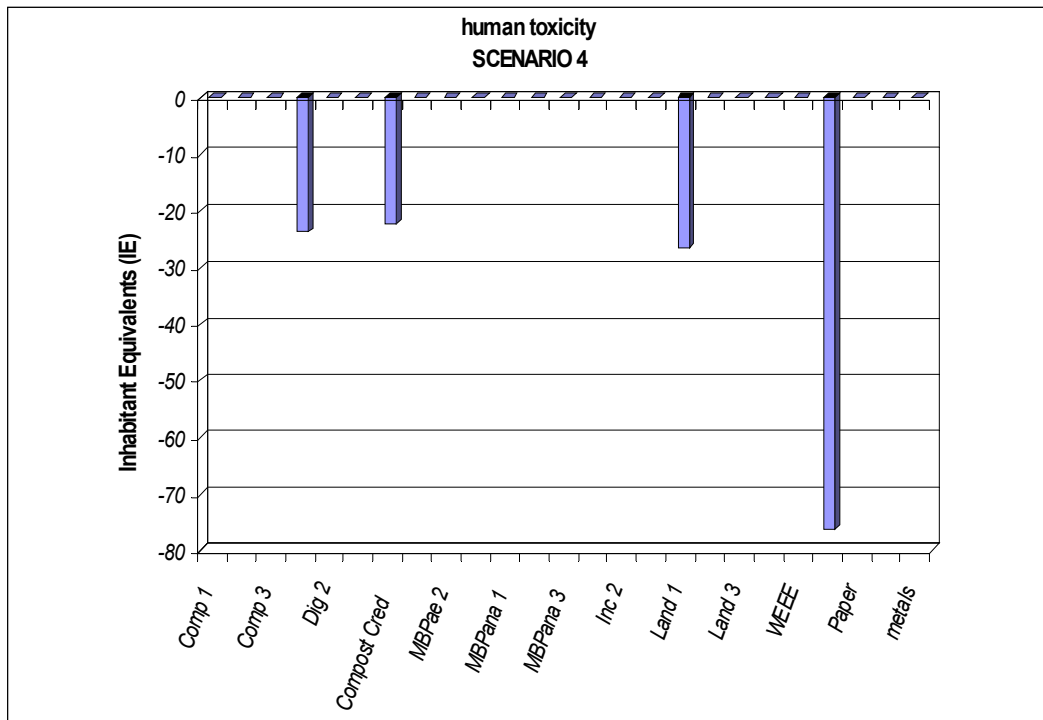
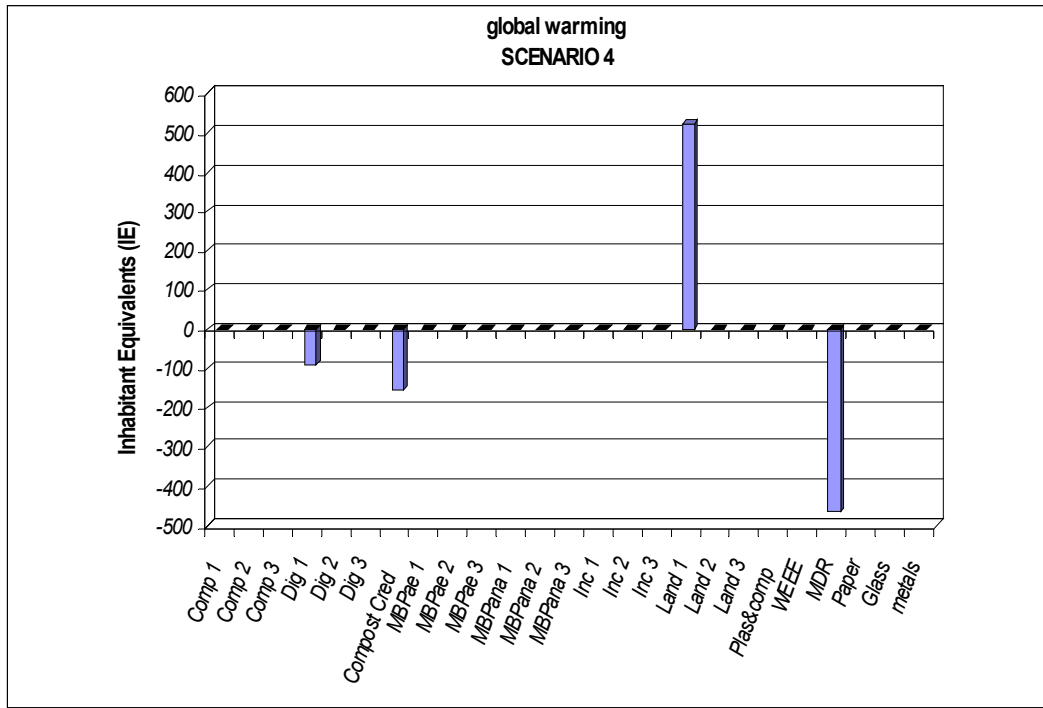
Στους δείκτες της συνεισφοράς στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, της τοξικότητας στον άνθρωπο και του

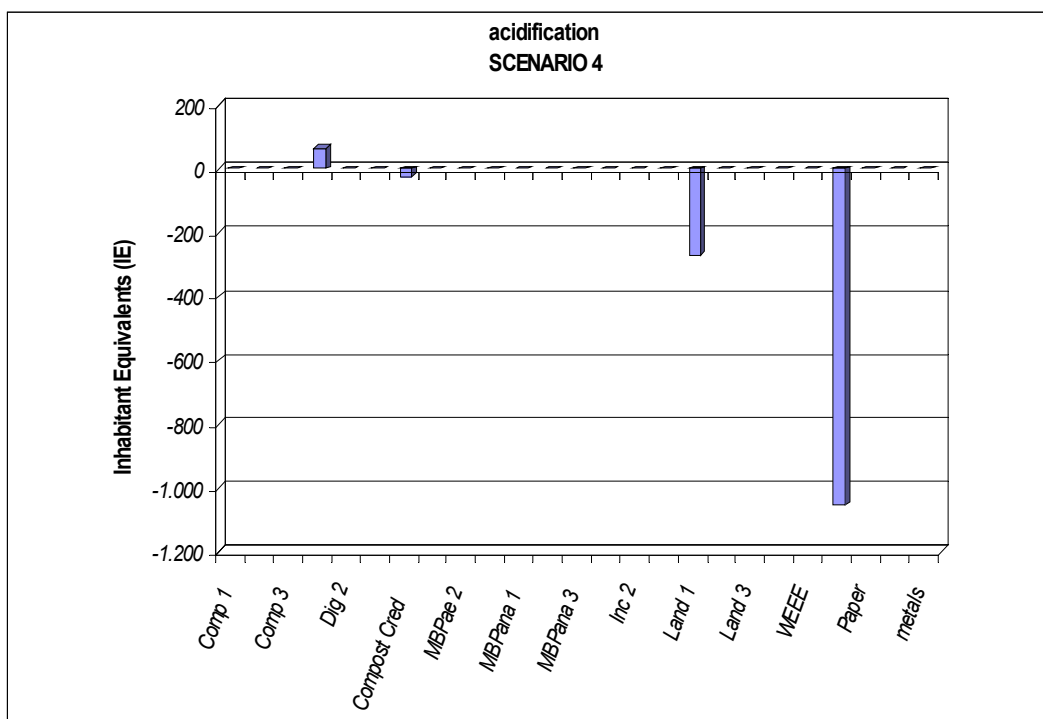
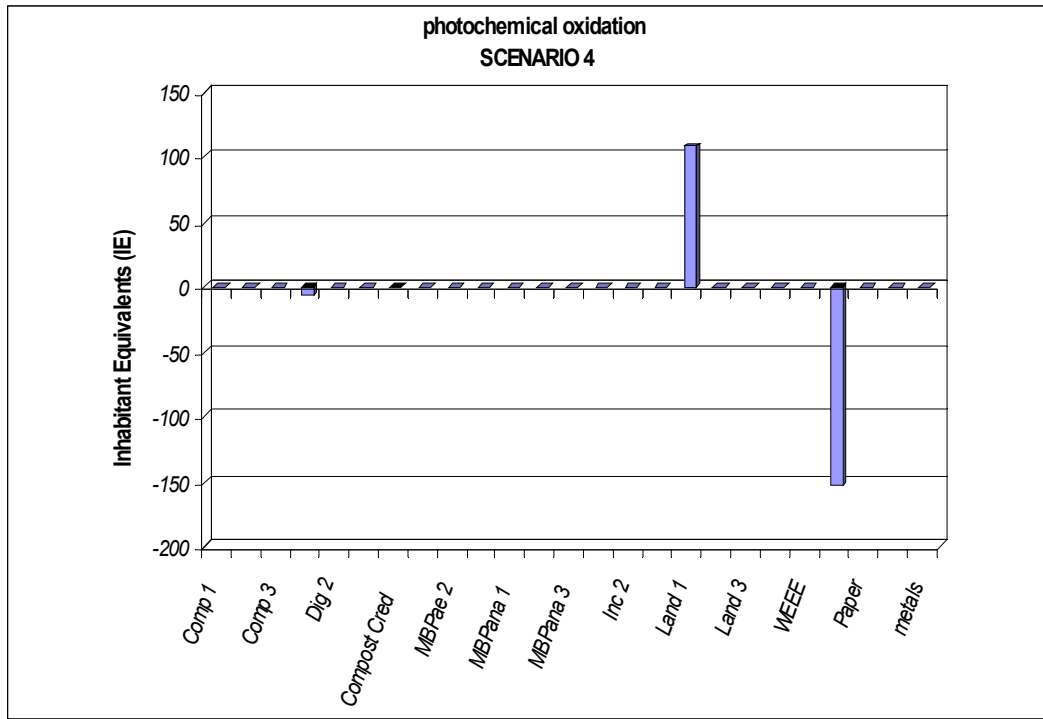
σχηματισμού φωτοοξειδωτικών, και τα τρία συστήματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές. Τα μοναδικά περιβαλλοντικά οφέλη προκύπτουν από το σύστημα επεξεργασίας που βαθμολογείται με 187, 148 και 51 ΙΚ αντίστοιχα, ενώ τα υπόλοιπα δυο υποσυστήματα παρουσιάζουν περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις και στους τρεις δείκτες, οι οποίες όμως δεν υπερβαίνουν τους 200ΙΚ.

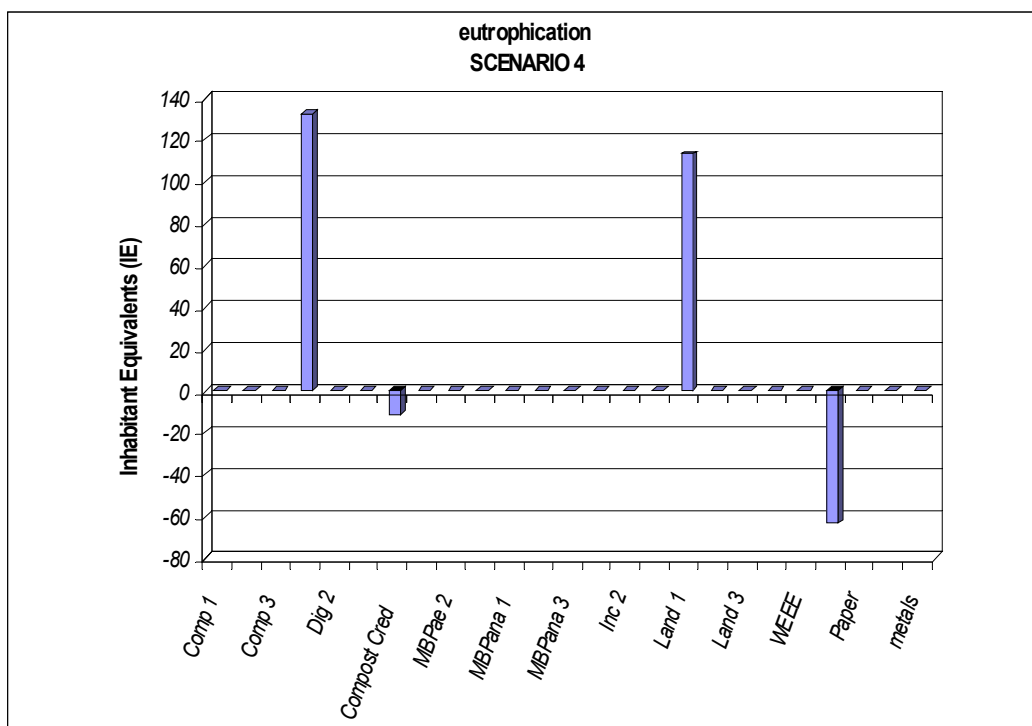
Επόμενο σημαντικό όφελος από τα σύστημα επεξεργασίας ανακύπτει στο δείκτη της οξίνισης όπου και αξιολογείται με 1.282ΙΚ. Στο ίδιο κριτήριο το υποσύστημα της συλλογής και μεταφοράς αξιολογείται με περιβαλλοντική επιβάρυνση ίση με 201ΙΚ.

Στο τελευταίο κριτήριο του *ευτροφισμού* και τα τρία υποσυστήματα εμφανίζουν περιβαλλοντική επιβάρυνση που δεν ξεπερνά τους 172ΙΚ.









Σχήμα 33.1 - 6: Συνεισφορά κάθε συστήματος επεξεργασίας στην περιβαλλοντική επίδοση του δεύτερου σεναρίου

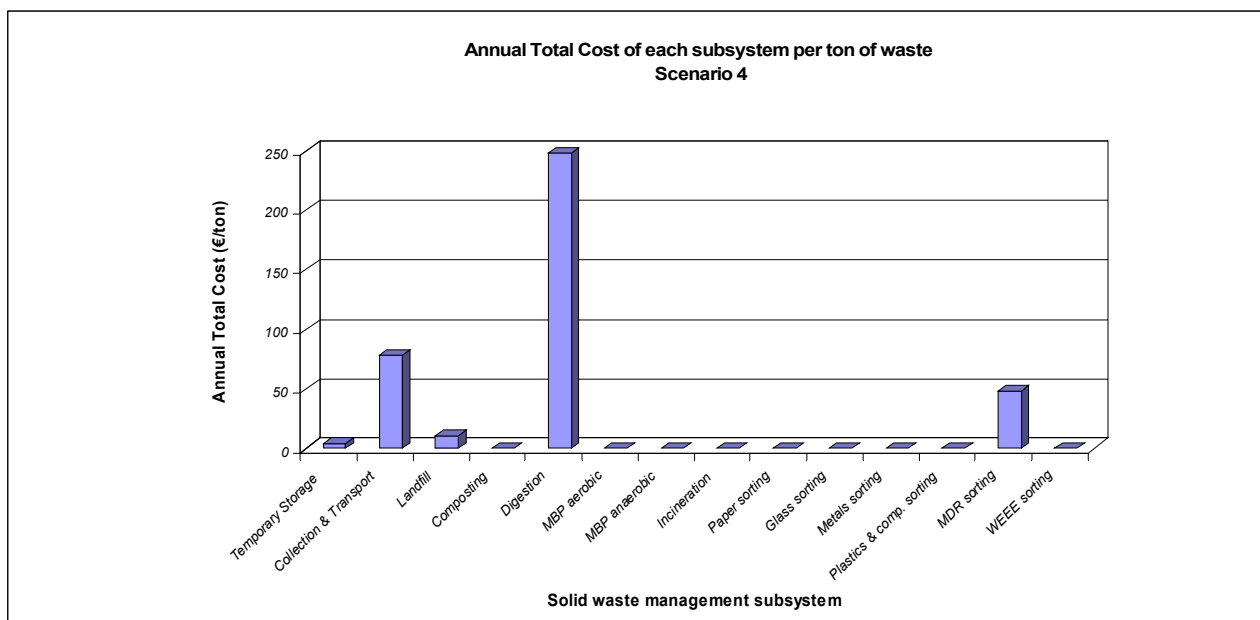
Στο σχήμα 33 (1 έως 6) φαίνεται η συνεισφορά κάθε συστήματος επεξεργασίας – διάθεσης του τρίτου σεναρίου στην συνολική περιβαλλοντική αξιολόγηση αυτού σε κάθε δείκτη, με την προϋπόθεση ότι η συνεισφορά αυτή υπερβαίνει το 10%. Με δεδομένο ότι στο σενάριο αυτό εφαρμόζεται τόσο διαλογή των ανακυκλώσιμων και ζυμώσιμων υλικών όσο και υγειονομική ταφή των ΑΣΑ, φαίνεται ευκολότερα η συνεισφορά καθενός στην αξιολόγηση κάθε περιβαλλοντικού δείκτη. Διευκρινίζεται ότι η αναερόβια επεξεργασία των ζυμώσιμων αποδίδει επιπτώσεις τόσο με την παραγωγή ενέργειας (dig 1) και λόγω του παραγόμενου compost (compost gredits).

Φαίνεται περισσότερο ξεκάθαρα, ότι σε όλους τους δείκτες η διαλογή των ανακυκλώσιμων αποδίδει μόνο περιβαλλοντικά οφέλη, που ισοδυναμούν με 3.574IK όπως και στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τα περιβαλλοντικά οφέλη από την παραγωγή compost ανέρχονται σε 221 IK, ενώ η συνεισφορά της αναερόβιας επεξεργασίας αφορά στην παραγωγή ενέργειας και ισοδυναμεί με 216IK. Συνολικά η συνεισφορά (όφελος) της αναερόβιας επεξεργασίας ανέρχεται σε 437IK.

Καταληκτικά αναφέρεται ότι τα περιβαλλοντικά οφέλη της υγειονομικής ταφής σε αυτό το σενάριο ισοδυναμούν με 500 IK.

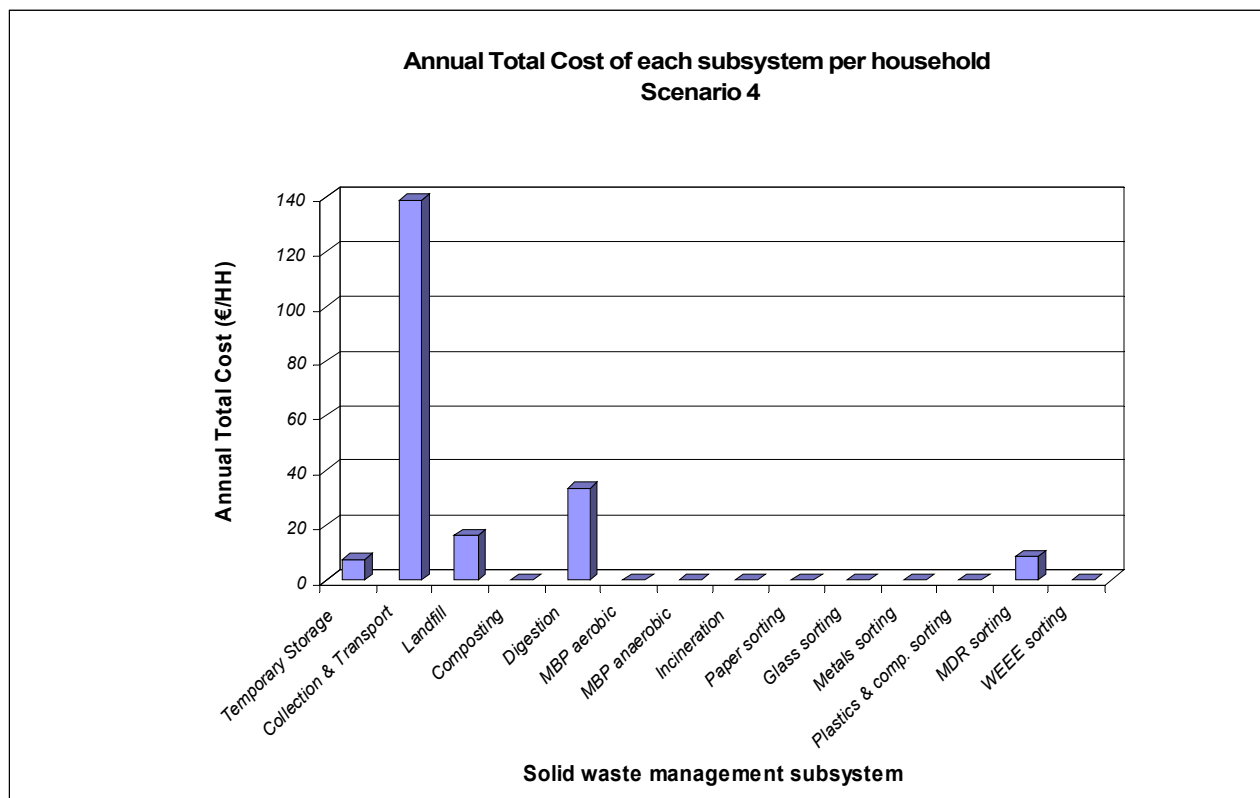
8.3.2 Οικονομική αξιολόγηση

Στα σχήματα 34, 35 και 36 που ακολουθούν, φαίνεται η οικονομική αξιολόγηση του τρίτου σεναρίου, σε όρους κόστους ανά τόνο αποβλήτων, ανά νοικοκυριό και ανά κάτοικο.



Σχήμα 34: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά τόνο ΑΣΑ

Οι τιμές που εμφανίζονται για το τρίτο σενάριο στο σύστημα προσωρινής αποθήκευσης είναι: **4€/τόνο ΑΣΑ, 8€/ νοικοκυριό και 2€ ανά κάτοικο**. Το σύστημα συλλογής μεταφοράς επίσης εμφανίζει αυξημένες παραμέτρους κόστους σε σχέση με τα δύο πρώτα σενάρια, οι οποίες ανέρχονται σε **78€ ανά τόνο ΑΣΑ, 139€ ανά νοικοκυριό και 44€ ανά άτομο**. Το υποσύστημα της διαλογής των ανακυκλώσιμων υλικών επιβαρύνει με επιπρόσθετο κόστος **49€ ανά τόνο ΑΣΑ, ή 9€ ανά νοικοκυριό ή 3€ ανά άτομο** το σύστημα διαχείρισης του νομού., καθώς δεν έχουν μεταβληθεί οι ποσότητες ανακυκλώσιμων που διαλέγονται στην πηγή σε σχέση με το δεύτερο σενάριο.

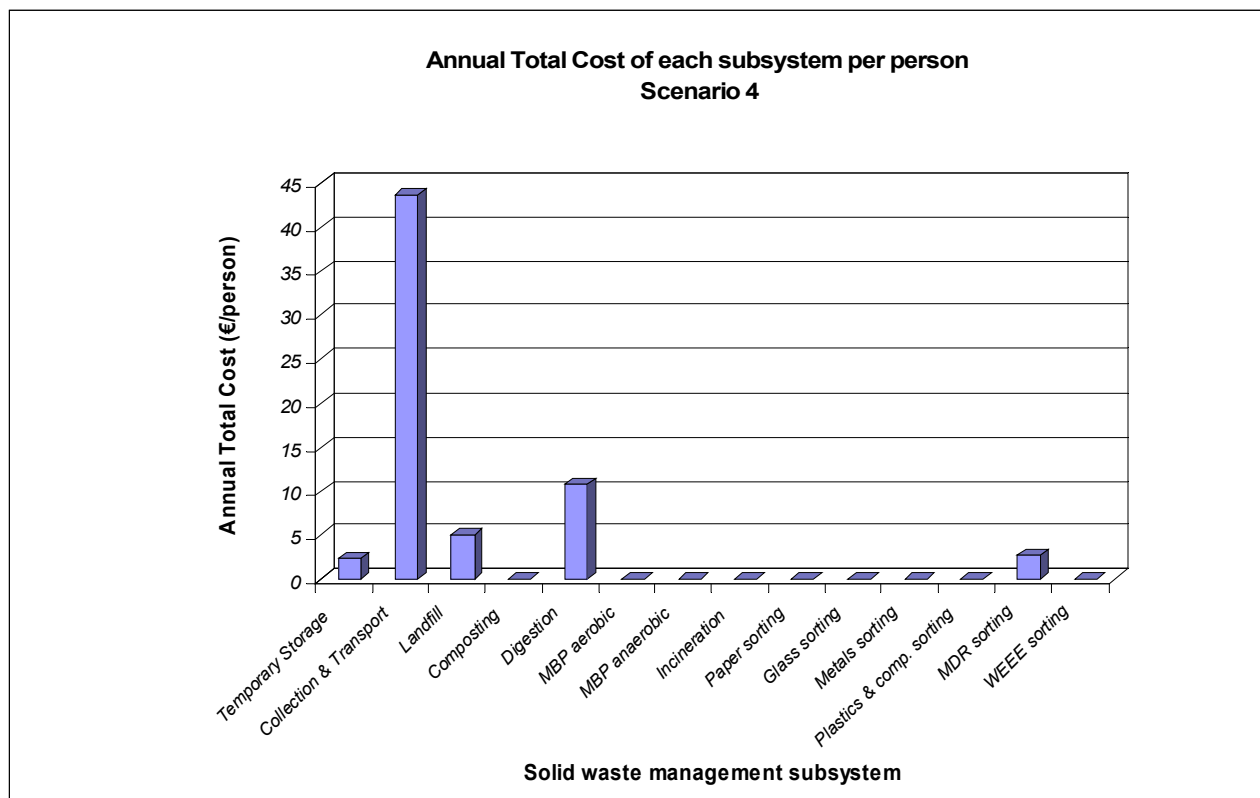


Σχήμα 35: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά νοικοκυριό

Το υποσύστημα της αναερόβιας επεξεργασίας των ζυμώσιμων υλικών φαίνεται να εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές μεταξύ όλων των μεθόδων επεξεργασίας. Συγκεκριμένα εμφανίζει κόστη της τάξης των **248€ ανά τόνο ΑΣΑ, 34€ ανά νοικοκυριό ή 11€ ανά κάτοικο**.

Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων αυτών οφείλεται στο γεγονός ότι η ποσότητα των ζυμώσιμων απορριμμάτων που οδηγούνται σε αναερόβια επεξεργασία είναι πολύ μικρή, καθιστώντας από οικονομική άποψη την μέθοδο ασύμφορη. Είναι αξιοσημείωτο ότι το κόστος λειτουργίας και συντήρησης της εγκατάστασης, που υπολογίζει εσωτερικά το μοντέλο βάσει συναρτησιακής σχέσης που εξαρτάται μόνο από τη δυναμικότητα αυτής, ανέρχεται σε 111€/τόνο εισερχόμενων ΑΣΑ, τη στιγμή που η αντίστοιχη τιμή για την μονάδα καύσης του πρώτου σεναρίου είναι 26€/τόνο.

Κατά συνέπεια το εμφανιζόμενο κόστος της μεθόδου ανά τόνο εισερχόμενων ζυμώσιμων υλικών εμφανίζεται εξαιρετικά υψηλό (248€), ενώ αναγωγή του κόστους εφαρμογής της μεθόδου στα πληθυσμιακά μεγέθη (€/νοικοκυριό και €/κάτοικο) εμφανίζεται πιο ορθολογική.



Σχήμα 36: Ετήσιο κόστος κάθε υποσυστήματος του ΣΔΑ ανά κάτοικο

Καταληκτικά το κόστος της υγειονομικής ταφής των υπόλοιπων απορριμμάτων διαμορφώνεται σε **11€ ανά τόνο ΑΣΑ**, ή **16€ ανά νοικοκυριό** ή **5€ ανά άτομο**. Το κόστος αυτό είναι παρόμοιο σε σχέση με το αντίστοιχο του δεύτερου σεναρίου, καθώς λιγότερες ποσότητες ΑΣΑ καταλήγουν σε υγειονομική ταφή, ωστόσο υπάρχει ποσότητα υπολειμμάτων από την αναερόβια επεξεργασία που οδηγούνται προς υγειονομική τιμή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

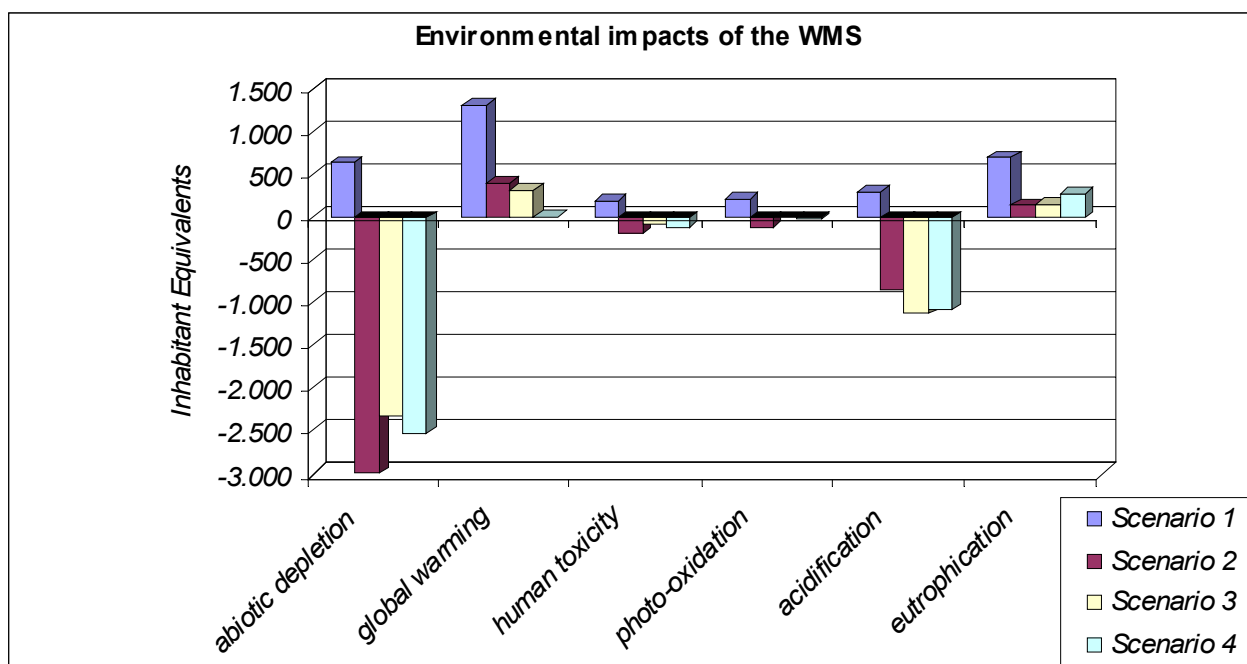
Σύγκριση σεναρίων – Συμπεράσματα

9.1 Σύγκριση σεναρίων

Στο δέκατο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται η συγκριτική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων που έχουν διαμορφωθεί στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Διαφοροποίηση του παρόντος κεφαλαίου σε σχέση με το προηγούμενο κεφάλαιο 9, είναι ότι τα γραφήματα αναφοράς που αναλύονται αποδίδουν συνολικά την αξιολόγηση των σεναρίων στους επιμέρους δείκτες σύγκρισης.

9.1.1 Σύγκριση περιβαλλοντικών δεικτών

Στα σχήματα 37 και 38 παριστάνεται η αξιολόγηση των σεναρίων στους έξι επιμέρους περιβαλλοντικούς δείκτες. Όπως διαφαίνεται από την πρώτη ανάγνωση του πρώτου σχήματος, το μηδενικό σενάριο, που παριστάνεται με μπλε χρώμα, είναι το μόνο που εμφανίζει μόνο αρνητικές επιπτώσεις και στους έξι δείκτες αξιολόγησης, καθώς εμφανίζει μόνο θετικές τιμές (περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις).



Σχήμα 37: Περιβαλλοντική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων (1)

Στον πρώτο δείκτη, αυτόν της μείωσης αβιοτικών πόρων το δεύτερο σενάριο, αυτό της εφαρμογής αποτέφρωσης των ΑΣΑ στο νομό Ξάνθης, λαμβάνει την υψηλότερη βαθμολογία 2.998ΙΚ. Δεύτερη καλύτερη επίδοση συναντάμε στο τέταρτο σενάριο, της αναερόβιας επεξεργασίας του ζυμώσιμου κλάσματος σε συνδυασμό με διαλογή στην πηγή των ανακυκλώσιμων ΑΣΑ, με 2.541ΙΚ ενώ η διαλογή των ανακυκλώσιμων ΑΣΑ μόνο με 2.322ΙΚ. Μόνο το μηδενικό σενάριο παρουσιάζει περιβαλλοντική επιβάρυνση ισοδύναμη με 633ΙΚ.

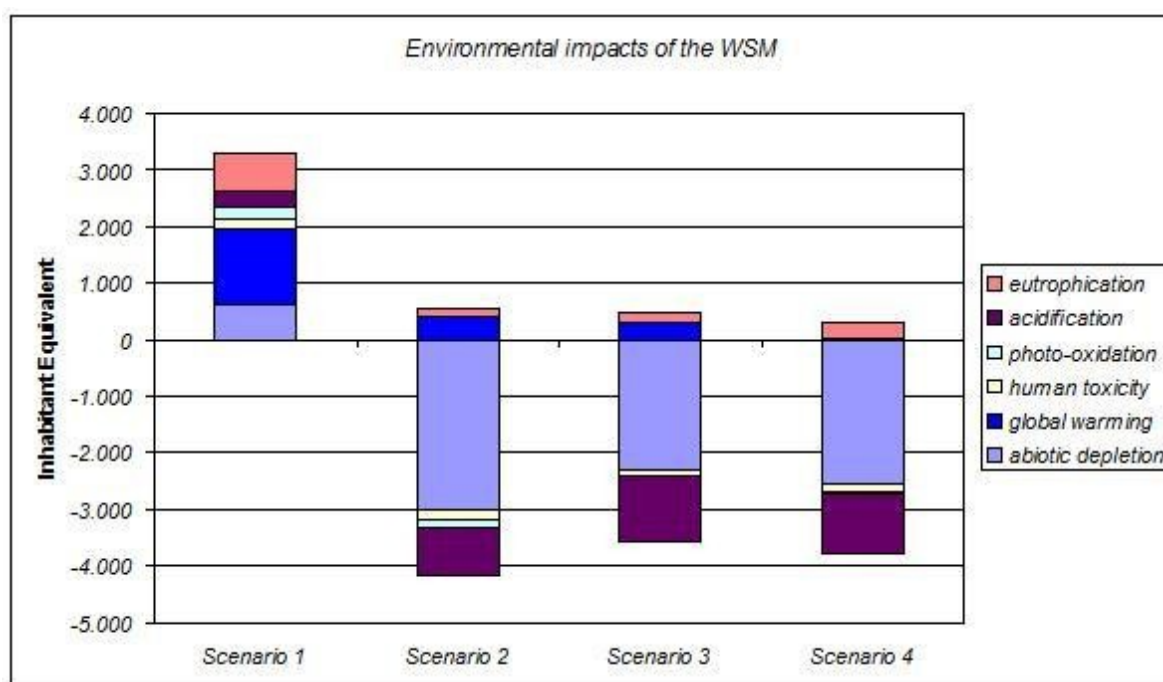
Στο δείκτη της συμβολής στο *φαινόμενο του θερμοκηπίου*, όλα τα σενάρια παρουσιάζουν περιβαλλοντική επιβάρυνση. Η μεγαλύτερη εμφανίζεται στο μηδενικό σενάριο με 1.313IK ενώ η μικρότερη στο τρίτο σενάριο με 15IK, γεγονός που σημαίνει ότι όσο πιο εκτεταμένη επεξεργασία υφίστανται τα ΑΣΑ σε ένα σύστημα διαχείρισης, τόσο αμβλύνονται οι επιπτώσεις στο συγκεκριμένο δείκτη. Η εφαρμογή καύσης επιβαρύνει κατά 407IK, ενώ η διαλογή ανακυκλώσιμων κλασμάτων κατά 319IK.

Η αξιολόγηση της *τοξικότητας στον άνθρωπο* αποδίδει μέγιστη ωφέλεια 199IK στο πρώτο σενάριο, και ελάχιστη ωφέλεια 91IK στο δεύτερο. Ενδιάμεσα κινείται το τρίτο σενάριο με 133IK, ενώ περιβαλλοντική επιβάρυνση αποδίδει μόνο το μηδενικό σενάριο με 183IK.

Στο *σχηματισμό φωτοοξειδωτικών*, καλύτερη περιβαλλοντική επίδοση παρουσιάζει και πάλι το πρώτο σενάριο της εφαρμογής καύσης, με 130IK. Ακολουθούν το τρίτο σενάριο με 27IK και το δεύτερο σενάριο με IK, ενώ και πάλι το μόνο σενάριο που εμφανίζει επιβάρυνση είναι το μηδενικό με 210 IK.

Ο δείκτης της *οξίνισης* εμφανίζει τα τρία κύρια σενάρια με σημαντικές περιβαλλοντικές ωφέλειες. Συγκεκριμένα, το τρίτο σενάριο παρουσιάζει ωφέλεια ισοδύναμη με 1.079IK, ακολουθεί το δεύτερο σενάριο με 1.142IK και ακολουθεί το πρώτο με ωφέλεια 856IK. Περιβαλλοντική επιβάρυνση παρουσιάζει και πάλι, μόνο το μηδενικό σενάριο ίση με 296IK.

Τελευταίος δείκτης, αυτός του *ευτροφισμού*, όπου όλα τα σενάρια εμφανίζουν επιβαρύνσεις. Την μικρότερη από αυτές εμφανίζει το πρώτο σενάριο, της καύσης των ΑΣΑ, με 138IK. Ακολουθεί το δεύτερο σενάριο με 157K ενώ η εκτεταμένη διαλογή στην πηγή (σενάριο 3) επιβαρύνει με 264IK. Την μέγιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση εμφανίζει και πάλι το μηδενικό σενάριο με 692IK.



Σχήμα 38: Περιβαλλοντική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων (2)

Επιχειρώντας να συνοψιστούν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, μπορεί να σχηματιστεί ο συνολικός δείκτης του αθροίσματος των έξι επιμέρους δεικτών, όπως φαίνεται στο σχήμα 38. Σε αυτό παριστάνονται οι δείκτες όπου το κάθε σενάριο εμφανίζει περιβαλλοντικό όφελος και οι οποίοι εμφανίζονται στο πεδίο των αρνητικών αριθμών, και οι δείκτες όπου εμφανίζονται περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, στο τεταρτημόριο των θετικών τιμών.

Προκύπτει ότι το πρώτο σενάριο, η **καύση** των ΑΣΑ, αποδίδει τις μέγιστες περιβαλλοντικές ωφέλειες με **3.637ΙΚ**. Ακολουθεί η **εκτεταμένη διαλογή στην πηγή** (σενάριο 3) με **3.501ΙΚ** και τρίτη είναι η **διαλογή μόνο των ανακυκλώσιμων** με **3.087ΙΚ**. Η εξακολούθηση της υφιστάμενης κατάστασης (**μηδενικό σενάριο**) επιβαρύνει το περιβάλλον με **3.327ΙΚ**.

Αναλύοντας περαιτέρω το σχήμα φαίνεται ότι η καύση των ΑΣΑ εμφανίζει τις μεγαλύτερες θετικές επιπτώσεις, αλλά και τις μεγαλύτερες επιβαρύνσεις, με μικρή διαφορά από το σενάριο της διαλογής των ανακυκλώσιμων υλικών. Η εκτεταμένη διαλογή στην πηγή (τρίτο σενάριο) έρχεται δεύτερη μετά την καύση σε ΙΚ περιβαλλοντικών ωφελειών ενώ παράλληλα παρουσιάζει την μικρότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση μεταξύ των τριών σεναρίων.

Πίνακας 16: Περιβαλλοντική αξιολόγηση των υποσυστημάτων των σεναρίων

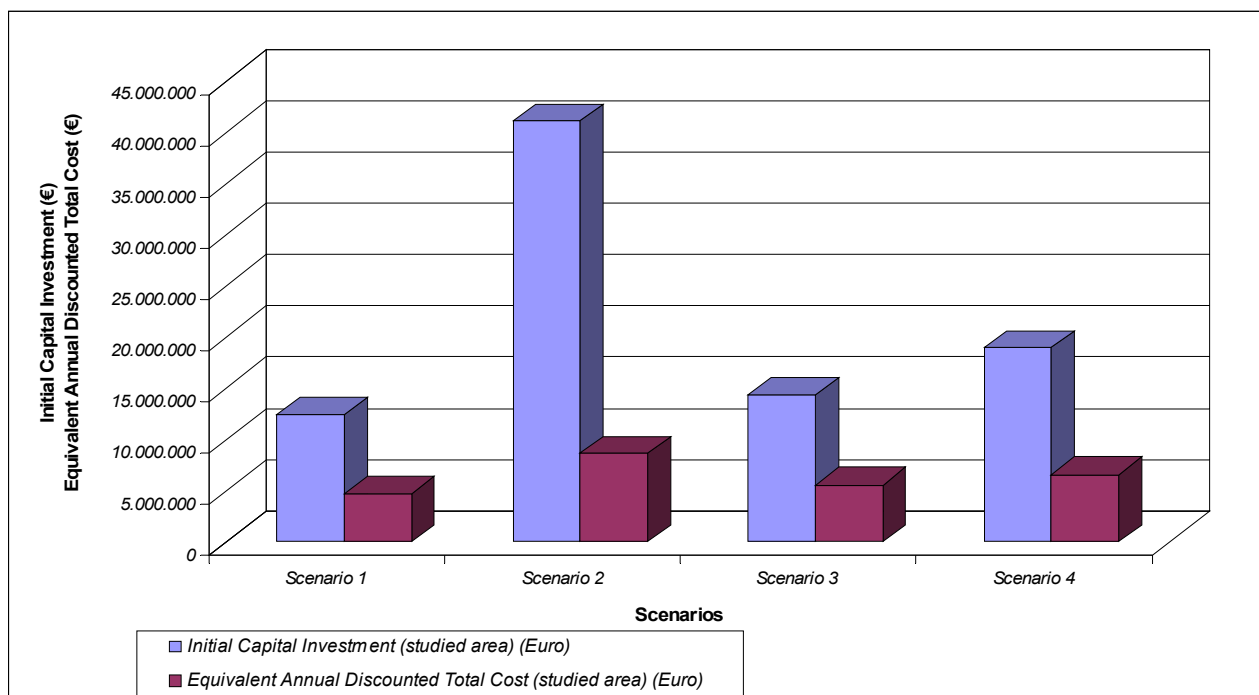
Scenario	Temporary Storage (IE)	Collection & Transport (IE)	Treatment Plants (IE)
Scenario 1	74	839	2.415
Scenario 2	74	839	-4.549
Scenario 3	89	952	-4.128
Scenario 4	86	924	-4.511

Ο πίνακας 16 παρουσιάζει το τελευταίο στάδιο της περιβαλλοντικής αξιολόγησης των τεσσάρων σεναρίων όπου παριστάνεται η επίδοση των υποσυστημάτων που διαμορφώνουν κάθε εναλλακτικό σενάριο διαχείρισης. Διαπιστώνεται ότι η προσωρινή αποθήκευση και η συλλογή μεταφορά του μηδενικού σεναρίου και του πρώτου σεναρίου (καύση) αξιολογούνται με τις ίδιες ακριβώς επιδόσεις (επιβάρυνση 74 και 839 Ισοδύναμων Κατοίκων αντίστοιχα) καθώς δεν μεταξύ των σεναρίων αυτών η μόνη διαφορά διαμορφώθηκε στην επεξεργασία των ΑΣΑ. Στο υποσύστημα αυτό φαίνεται ότι η υγειονομική ταφή, όπως εφαρμόζεται στο μηδενικό σενάριο επιβαρύνει με 2415ΙΚ ενώ η καύση των ΑΣΑ του πρώτου σεναρίου αποδίδει περιβαλλοντικά οφέλη ίσα με 4.549ΙΚ.

Στα υπόλοιπα δύο σενάρια φαίνεται ότι τόσο η προσωρινή αποθήκευση όσο και η συλλογή και μεταφορά του δεύτερου σεναρίου (89 και 952 ΙΚ αντίστοιχα) επιβαρύνουν ελαφρώς περισσότερο από ότι οι αντίστοιχες επιδόσεις του τρίτου σεναρίου (86 και 924 ΙΚ). Αυτό μπορεί να ερμηνευθεί από το γεγονός ότι στο δεύτερο σενάριο χρειάζονται περισσότεροι μεταλλικοί κάδοι από ότι στο τρίτο όπου μεγαλύτερη ποσότητα αποβλήτων συλλέγεται σε πλαστικούς κάδους. Στο υποσύστημα της επεξεργασίας των ΑΣΑ φαίνεται ότι η μηχανική διαλογή των ανακυκλώσιμων απορριμμάτων και η ακόλουθη υγειονομική ταφή του δεύτερου σεναρίου αξιολογείται με 4.128ΙΚ περιβαλλοντικού οφέλους ενώ η προσθήκη και αναερόβιας επεξεργασίας (σενάριο 3) αυξάνει το περιβαλλοντικό όφελος σε 4.511ΙΚ.

9.1.2 Σύγκριση οικονομικών δεικτών

Για την αξιολόγηση των οικονομικών παραμέτρων κάθε σεναρίου, σχηματίζεται ένα ενιαίο γράφημα, το οποίο απεικονίζεται στο σχήμα 39, όπου φαίνονται οι εκτιμήσεις του μοντέλου αξιολόγησης σχετικά με την απαραίτητη αρχική δαπάνη για την εφαρμογή κάθε σεναρίου, όπως και για το εκτιμώμενο ετήσιο κόστος για την λειτουργία του.



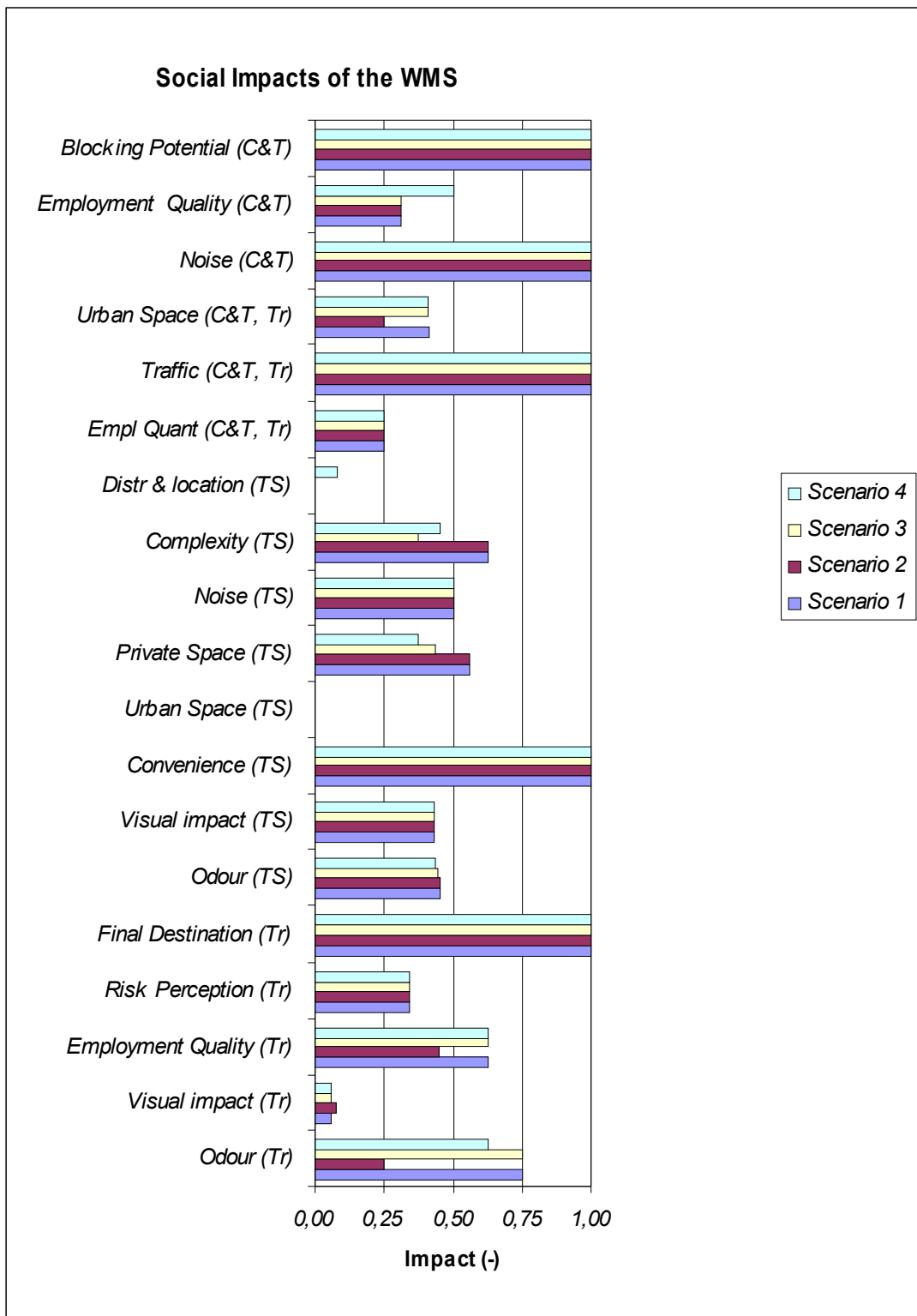
Σχήμα 39: Οικονομική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων

Όπως γίνεται αμέσως αντιληπτό, τα μεγαλύτερα κόστη, και για τις δύο παραμέτρους, εμφανίζονται στο πρώτο σενάριο, της καύσης των ΑΣΑ. Η αρχική δαπάνη που απαιτείται για την εφαρμογή του αγγίζει τα 40 εκ. €, ενώ και για τη λειτουργία του, απαιτεί την μεγαλύτερη δαπάνη σε ετήσια βάση υπερβαίνοντας τα 5 εκ. €. Δεύτερο ακριβότερο σενάριο είναι αυτό της διαλογής το οποίο απαιτεί αρχική δαπάνη άνω των 15 εκ. € και ετήσιο κόστος λειτουργίας, 5 εκ.€, ελαφρώς μικρότερη σε σχέση με το πρώτο σενάριο.

“Οικονομικότερο” σενάριο είναι αυτό της διαλογής στην πηγή μόνο των ανακυκλώσιμων απορριμμάτων, το οποίο απαιτεί δαπάνη περίπου 14 εκ. € για την εφαρμογή του και περίπου 5 εκ. €, για την λειτουργία του σε ετήσια βάση. Το μηδενικό σενάριο απαιτεί αρχική δαπάνη που υπερβαίνει ελαφρώς τα 10 εκ. € και κόστος λειτουργίας τα 4,5 εκ. €.

9.1.3 Σύγκριση κοινωνικών δεικτών

Στο ακόλουθο σχήμα 40 φαίνεται κοινωνική αξιολόγηση των σεναρίων, όπως αυτή προκύπτει μέσα από το μοντέλο αξιολόγησης LCA IWM. Στο σχήμα παριστάνονται οι βασικοί δείκτες κοινωνικής αξιολόγησης στα υποσυστήματα προσωρινής αποθήκευσης (TS), συλλογής-μεταφοράς (C&T) και επεξεργασίας (Tr).



Σχήμα 40: Κοινωνική αξιολόγηση των τεσσάρων σεναρίων

Αρχικά υπενθυμίζεται από την ενότητα 4.2.4 ότι κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε για την απόδοση κάθε δείκτη κοινωνικής αξιολόγησης κυμαίνεται από το 0 μέχρι το 1 όπου, η τιμή 0 αντιπροσωπεύει την

καλύτερη κατάσταση και η τιμή 1 τη χειρότερη κατάσταση. Με την πρώτη ανάγνωση του σχήματος 40 φαίνεται ότι υπάρχουν πέντε δείκτες στους οποίους όλα τα σενάρια εμφανίζουν την ίδια μέγιστη τιμή (1), ενώ υπάρχουν και άλλοι τρεις δείκτες όπου οι δείκτες και των τεσσάρων σεναρίων λαμβάνουν κοινές τιμές. Προφανώς αυτή η συμπεριφορά εμφανίζεται λόγω αδυναμίας παραμετροποίησης των ιδιαιτεροτήτων των σεναρίων καθώς οι παράμετροι που απαιτούνται (λ.χ. Θεώρηση ότι όλες οι εγκαταστάσεις χωροθετούνται πλησίον του υφιστάμενου ΧΥΤΑ, η ηλικιακή κατανομή, το φύλο και το μορφωτικό επίπεδο των εργαζομένων) δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Από τους κοινωνικούς δείκτες όπου εμφανίζονται διαφοροποιήσεις μεταξύ των σεναρίων, πρέπει να σημειωθεί η αξιοσημείωτη επιβάρυνση που προϋποθέτει η εφαρμογή του συστήματος προσωρινής αποθήκευσης του τέταρτου σεναρίου στον δείκτη *κατανομή και θέση κάδων (ditr & location)* που εξηγείται με τις αυξημένες απαιτήσεις σε κάδους για τη διαλογή στην πηγή δύο ρευμάτων αποβλήτων. Αντίθετα η διαλογή μόνο του κλάσματος των ανακυκλώσιμων δεν επιβαρύνει το σχετικό δείκτη περισσότερο από τα δύο πρώτα σενάρια.

Επίσης, στο δείκτη *πολυπλοκότητα του συστήματος (complexity, TS)*, το δεύτερο σενάριο εμφανίζει την καλύτερη επίδοση σε ότι αφορά στην προσωρινή αποθήκευση, ακολουθούμενο από το τρίτο σενάριο, ενώ τα το μηδενικό και το πρώτο σενάριο απέχουν περισσότερο από την επιθυμητή κατάσταση (βρίσκονται εγγύτερα στο 1).

Καταληκτικά στο δείκτη *οσμή (odour Tr)* μεταξύ των μεθόδων επεξεργασίας των ΑΣΑ η καλύτερη επίδοση απαντάται στο πρώτο σενάριο, της καύσης των ΑΣΑ, ενώ όλα τα υπόλοιπα σενάρια που εξετάστηκαν βαθμολογούνται ως περισσότερο οχληρά στο ίδιο κριτήριο. Το ακριβώς αντίθετο συμβαίνει στο κριτήριο της *οπτικής επίδρασης (visual impact, Tr)* όπου η καύση είναι η περισσότερο οχληρή μεταξύ των μεθόδων επεξεργασίας ΑΣΑ που εξετάστηκαν.

Συνοπτικά, προκύπτει το συμπέρασμα ότι για την κοινωνική αξιολόγηση των ενδεχόμενων συστημάτων διαχείρισης του νομού Ξάνθης, χρειάζεται περισσότερο λεπτομερής παραμετροποίηση των αντίστοιχων σεναρίων, έτσι ώστε να ενσωματώνονται οι κοινωνικές τάσεις και αντιλήψεις γύρω από όλα τα θέματα που άπτονται του συστήματος διαχείρισης ΑΣΑ, το οποίο εξαρχής αποτελεί ένα σύνθετο σύστημα, ιδίως όταν εκτείνεται σε κλίμακα νομού. Σε κάθε περίπτωση το μοντέλο αξιολόγησης LCA IWM περιλαμβάνει πολλές λειτουργίες και παραμέτρους για να επιτύχει αυτό το στόχο (η εισαγωγή δεδομένων ερωτηματολογίου και ο καθορισμός δεικτών βαρύτητας των κοινωνικών κριτηρίων είναι κάποια από αυτά), ωστόσο η χρήση τέτοιων δεδομένων δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Υπενθυμίζεται καταληκτικά ότι ακόμα και οι φορείς ανάπτυξης του μοντέλου εκφράζουν επιφυλάξεις για την αξιοπιστία των συμπερασμάτων που εξάγονται από το μοντέλο, ακόμα και μετά από εκτενή έρευνα και

παραμετροποίηση ενός συστήματος διαχείρισης ΑΣΑ σε κοινωνικό επίπεδο.

9.1.4 Συνολική αξιολόγηση σεναρίων – συμπεράσματα

Η συνολική κριτική που μπορεί να γίνει σε σχέση με τα τρία εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης ΑΣΑ του νομού Ξάνθης, αλλά και το μηδενικό σενάριο, θα συνοψίσει τα όσα έχουν αναφερθεί στο παρόν κεφάλαιο, αλλά και τα προηγούμενα κεφάλαια 6, 7 και 8 .

Καταρχήν τεκμηριώνεται η ανάγκη αναπροσαρμογής του υφιστάμενου συστήματος διαχείρισης ΑΣΑ του νομού Ξάνθης, καθώς η εξακολούθηση του υφιστάμενου (μηδενικού) σεναρίου μόνο αρνητικές επιπτώσεις έχει. Όπως είναι αναμενόμενο το σημερινό, μηδενικό σενάριο έχει χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης, ωστόσο αποδίδει περιβαλλοντική επιβάρυνση ίση με 3.327ΙΚ, σε αντίθεση με όλα τα εξεταζόμενα εναλλακτικά συστήματα διαχείρισης, επιβαρύνοντας όλους ανεξαιρέτως τους περιβαλλοντικούς δείκτες που εξετάζονται από το μοντέλο αξιολόγησης LCA IWM.

Το πρώτο σενάριο που εξετάστηκε ως εναλλακτική λύση ήταν αυτό της αποτέφρωσης του συνόλου των ΑΣΑ που συλλέγονται στο Νομό Ξάνθης. Αποδείχθηκε ότι αυτό ήταν και το σενάριο με το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό όφελος συνολικά – ισοδύναμο με 3.637ΙΚ – ιδίως στους δείκτες της *μείωσης αβιοτικών πόρων* και της *οξίνισης*. Μολαταύτα αποτελεί την περισσότερο κοστοβόρα λύση, καθώς η εφαρμογή του απαιτεί την δαπάνη περίπου 40 εκ. € για την κατασκευή των απαραίτητων υποδομών, ενώ απαιτείται και η καταβολή ποσού της τάξης των 7 εκ. € ετησίως σε για τη λειτουργία και συντήρησή του (λειτουργικό κόστος).

Το δεύτερο σενάριο που εξετάστηκε συνίστατο σε διαλογή στην πηγή των ανακυκλώσιμων υλικών των ΑΣΑ (μέταλλο, χαρτί και χαρτόνι, πλαστικό και γυαλί) και την διαλογή του σε ΚΔΑΥ για την επαναξιοποίησή τους. Το περιβαλλοντικό όφελος που εκτιμήθηκε για το σενάριο αυτό ισοδυναμεί με 3.084ΙΚ, ενώ αποτελεί και την οικονομικότερη λύση, σε όρους δαπανών για την κατασκευή και λειτουργία του.

Το τρίτο σενάριο αφορούσε στη διαλογή στην πηγή όχι μόνο των ανακυκλώσιμων αλλά και των ζυμώσιμων κλασμάτων των ΑΣΑ τα οποία οδηγούνταν προς αναερόβια επεξεργασία για την παραγωγή βιοσταθεροποιημένου προϊόντος (εδαφοβελτιωτικού) και ενέργειας από το βιοαέριο που προκύπτει. Το σενάριο αποδίδει το δεύτερο μεγαλύτερο περιβαλλοντικό όφελος (3.501ΙΚ). Παράλληλα απαιτεί και την επένδυση περίπου 15 εκ. € (ΑΔ) και την ετήσια καταβολή 5 εκ. για τη λειτουργία και συντήρησή του. Πρέπει, ωστόσο να επαναληφθεί από την ενότητα 9.6.2 ότι το κόστος εφαρμογής της αναερόβιας επεξεργασίας ανά τόνο ΑΣΑ που εισέρχονται στη μονάδα χώνευσης ανέρχεται σε 248€ τη στιγμή που το

αντίστοιχο μέγεθος για την καύση μόλις υπερβαίνει τα 70€.

Η υψηλή αυτή εκτιμώμενη τιμή αποδίδεται κατά βάση στις περιορισμένες ποσότητες που εκτιμάται, από το μοντέλο αξιολόγησης, ότι οδηγούνται προς αναερόβια επεξεργασία, εμποδίζοντας έτσι την ανάπτυξη οικονομικών κλίμακας που θα εξορθολογήσουν το κόστος αυτό. Ωστόσο στο πλαίσιο της παρούσας ανάλυσης, το τρίτο σενάριο διαχείρισης χαρακτηρίζεται ως ωφέλιμο περιβαλλοντικά αλλά οικονομικά μη βιώσιμο.

Κατά συνέπεια τα σενάρια 1 και 2 διαφαίνονται ως καταλληλότερα να αποτελέσουν σημείο αναφοράς για την αναπροσαρμογή της διαχείρισης των ΑΣΑ του νομού Ξάνθης. Καταρχήν είναι θέμα πολιτικών προτεραιοτήτων η επιλογή της εφαρμογής αποτέφρωσης των ΑΣΑ στην περιοχή, οι οποίες συνδυάζονται με τις αυξημένες απαιτήσεις κόστους που αυτό συνεπάγεται. Ενδεχομένως να αποτελεί ασφαλέστερο ενδεχόμενο η επιλογή του δεύτερου σεναρίου, το οποίο αφενός αποδίδει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη με περιορισμένο κόστος, και αφετέρου μπορεί να βελτιστοποιηθεί περαιτέρω με διαφορετικούς σχεδιασμούς τεχνολογιών και υλικών που μπορεί να επιλεγθούν από τους αρμόδιους φορείς εφόσον αυτοί ακολουθήσουν μια αντίστοιχη συγκριτική αξιολόγηση βάσει ΑΚΖ.

Η τελευταία παρατήρηση ωστόσο ισχύει όχι μόνο για το σενάριο 2 αλλά και συνολικά. Η χρήση του μοντέλου αξιολόγησης LCA IWM, ή άλλων παρόμοιων εργαλείων, από τους αρμόδιους τοπικούς φορείς που έχουν πλήρη γνώση όλων των παραμέτρων του υφιστάμενου συστήματος διαχείρισης, οπότε μπορούν να αντιπαραβάλλουν διαφορετικές τεχνολογίες επεξεργασίας, διαφορετικών υλικών (π.χ. υλικά κατασκευής κάδων), αριθμού και τύπου απορριμματοφόρων αλλά και αξιοποίησης ρευμάτων απορριμμάτων, είναι δυνατόν να παραμετροποιήσουν, να συγκρίνουν να αξιολογήσουν και καταληκτικά να επιλέξουν ένα σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ το οποίο ανταποκρίνεται στις ανάγκες του νομού Ξάνθης με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Αντίστοιχη βελτιστοποίηση δεν ήταν δυνατόν να επιτευχθεί στο πλαίσιο την παρούσας εργασίας, καθώς τα κενά σε πολλές σημαντικές πληροφορίες ήταν αυτονόητες.

Αντί βελτιστοποίησης, ωστόσο, επιχειρήθηκε η σύγκριση σε επίπεδο κατεύθυνσης πολιτικής για την σύγκριση μεταξύ τριών εδραιωμένων πρακτικών διαχείρισης και τα συμπεράσματα που εξήχθησαν ήταν σημαντικά, “απενοχοποιώντας” την καύση των ΑΣΑ η οποία φαίνεται να αποδίδει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη και τεκμηριώνοντας ότι στο υφιστάμενο πλαίσιο η εφαρμογή αναερόβιας επεξεργασίας είναι ωφέλιμη περιβαλλοντικά αλλά η οικονομική ανάλυση εφαρμογής της την καθιστά μη βιώσιμη.

9.2 Συνολική κριτική για το μοντέλο αξιολόγησης LCA IWM

Στην κατάληξη της παρούσας εργασίας πρέπει να γίνει μια κριτική του μοντέλου αξιολόγησης LCA IWM, το οποίο αποτέλεσε το βασικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την σύγκριση των σεναρίων που αναπτύχθηκαν με βάση την ΑΚΖ. Αρχικά πρέπει να τονιστεί η ευκολία στη χρήση του εν λόγω εργαλείου, παρά την αναπόφευκτη απαίτηση για πολύ μεγάλο αριθμό πληροφοριών, καθώς καλείται να προσομοιώσει ένα πολύ σύνθετο σύστημα όπως είναι αυτό της διαχείρισης των ΑΣΑ.

Επιπρόσθετα, υπάρχει άμεση εποπτεία της σύνδεσης και και αλληλοσυσχέτισης των επιμέρους υποσυστημάτων και τεχνολογιών διευκολύνοντας τον χρήστη στον έλεγχο των πληροφοριών που εισάγει στο σύστημα αλλά και των πληροφοριών που παίρνει από αυτό.

Κύριο μειονέκτημα του μοντέλου ωστόσο είναι η “αποσύνδεση” των δεδομένων που εισάγονται από το τελικό αποτέλεσμα. Λόγω των πολλών παραμέτρων που συνυπολογίζονται για τον υπολογισμό των τελικών αποτελεσμάτων, δεν είναι εύκολο για το χρήστη να αναγνωρίσει πώς επηρεάζει η μεταβολή κάποιας παραμέτρου το σύστημα συνολικά, και συχνά χρειάζεται να ανατρέξει στα αποτελέσματα των υπο-λειτουργιών και μεταδεδομένων του μοντέλου.

Σε κάθε περίπτωση όμως το μοντέλο αυτό, όπως έχει διαμορφωθεί, μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τον αρμόδιο φορέα διαχείρισης απορριμμάτων μιας διοικητικής ενότητας (πόλης – δήμου – νομού). Οι φορείς αυτοί έχουν γνώση της υφιστάμενης κατάστασης, σε πολύ μεγαλύτερη λεπτομέρεια από ότι μπορούσε να αναλυθεί στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Κατά συνέπεια ο προσδιορισμός των απαιτούμενων από το μοντέλο, παραμέτρων μπορεί να γίνει πολύ ακριβέστερα και να συγκριθούν από τη σκοπιά της ΑΚΖ οι επιθυμητές αλλαγές στο σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ και τα οφέλη και οι ζημιές που θα προκύψουν, ώστε η αναπροσαρμογή του συστήματος να γίνει με τη βέλτιστη απόδοση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

K. Abeliotis, K. Karaiskou, A. Togia and K. Lasaridi, *“Decision support systems in solid waste management: A case study on the national and local level in Greece”*, 2nd International conference on engineering for waste Valorization, Patras, Greece, June 3-5, 2008

R. M. Bennett, R. H. Phipps and A. M. Strange, *“The use of life cycle assessment to compare the environmental impact of production and feeding of conventional and genetically modified maize for broiler production in Argentina”*, Journal of Animal and Feed Sciences, 15, 2006, 71–82, 2006.

B. Bilitewski, *“Thermal treatment of waste in Municipal waste incinerator plants”*, proceedings of SECOTOX conference and the international conference on environmental management, engineering, planning and economics, Skiathos, June 24-28 2007.

Ε. Βουδριάς, *«Τεχνολογία και διαχείριση στερεών αποβλήτων»*, Πανεπιστημιακές σημειώσεις, ΔΠΘ, Ξάνθη, 2002.

Δ. Γεωργακέλλος, *“Ανάλυση κύκλου ζωής: ένα συστηματικό όργανο στη διαχείριση του περιβάλλοντος”*, “ΣΠΟΥΔΑΙ” Τόμος 49, τεύχος 1ο-4ο, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, 1999

Ευρωπαϊκή Ένωση, Οδηγία 2000/76/ΕΚ *«Για την Αποτέφρωση των Αποβλήτων»*, 2000

C. Koroneos, A. Dompros, G. Roumbas, N. Moussiopoulos, *“Life cycle assessment of hydrogen fuel production processes”*, International Journal of Hydrogen Energy 29 (2004) 1443–1450, 2004

Carpenter A., *“Quantifying environmental benefits of recycling through life cycle analysis”*, Resource Conservation Challenge (RCC) Workshop, Washington, DC, February 22, 2007

K. Chadjimbiros and D. Dermatas, *“Irrationality versus efficiency in municipal solid waste management schemes”*, Proceedings of the 10th international conference on environmental science and technology, Kos Island, Greece, 5 – 7 September 2007.

Εγνατία Οδός Α.Ε., *“Δελτίο αποτελεσμάτων δείκτη TRA10: Ποικνότητα οδικού δικτύου”*, Απρίλιος 2008

G. Finnveden et al, *“Life Cycle Assessments of Energy from Solid Waste”*, Final Report of the *“Future Oriented Life Cycle Assessments of Energy from Solid Waste”* project, ISBN 91-7056-103-6, 2000.

Guinée J.B., Gorrée M., Heijungs R., Huppes G., Kleijn R., De Koning A., Van Oers L., Wegener Sleeswijk A., Suh S., Udo de Haes H.A., De Bruijn H., Huijbregts M.A.J., Lindeijer E., Roorda A.A.H., Van der Ven B.L. and Weidema, B.P. *“Handbook on Life Cycle Assessment; operational guide to the ISO standards”*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2001

ΗΠ 50910/2727, ΦΕΚ Β, 1909/2003 *“Μέτρα και όροι για τη διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης”*, 2003

Δ. Παναγιωτακόπουλος, *«Βιώσιμη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων»*, Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη, 2000.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Συμβούλιο, στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, στην Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και στην Επιτροπή Περιφερειών, “*Ένα βήμα μπροστά για την αειφόρο χρήση των πόρων: Θεματική Στρατηγική για την πρόληψη της δημιουργίας και την ανακύκλωση των αποβλήτων*”, Βρυξέλλες, 21.12.2005.

ISO 14041, “*Environmental management -- Life cycle assessment - Goal and scope definition and inventory analysis*”, 1998

ΚΥΑ 114218/1997 “*για την “Κατάρτιση Πλαισίου Προδιαγραφών και Γενικών Προγραμμάτων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων*”, 1997

N. Koukouzas, et al., “*Co-gasification of solid waste and lignite – A case study for western Macedonia*”, article in press, Waste Management (2007), doi:10.1016/j.wasman.2007.04.011.

Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία, “*Ιός της Κυριακής*”, “*Μια νέα πολιτική για τη μειονότητα*”, 16/7/2006.

Χριστοφής Ι. Κορωναίος, “*Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*”, Διδακτικές σημειώσεις, ΕΜΠ, Δ.Π.Μ.Σ. “*Περιβάλλον και Ανάπτυξη*”, Αθήνα, 2007a

Χριστοφής Ι. Κορωναίος, “*Εφαρμογή της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής και δημιουργία λογισμικού οικολογικού σχεδιασμού για αειφόρες κατασκευές*”, Ερευνητικό πρόγραμμα SUSCON, Πρακτικά συνεδρίου: Βιώσιμη κατασκευή σε Ελλάδα και Κύπρο, Αθήνα 18 Σεπτεμβρίου 2008

ΚΥΑ 22912/1117/2005 «*Μέτρα και Όροι για την Πρόληψη και τον Περιορισμό της Ρύπανσης του Περιβάλλοντος από την Αποτέφρωση των Αποβλήτων*», 2005.

Κ. Λάζογλου, R. Widmar, Χ. Βατσέρης και Σ. Παπαδόπουλος, “*Καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης διαχείρισης και σύνθεσης των απορριμμάτων της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης*”, INTERGEO ΕΠΕ Τεχνολογία Περιβάλλοντος, 2008.

A. Zabaniotou and N. Giannoulidis, “*Incineration of Municipal Solid Waste with Electricity Production and Environmental Safety: The Case of a Small Capacity Unit in Greece*”, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 24:2, 115 – 126, 2002.

Scientific Applications International Corporation (SAIC), “*Life cycle assessment: Principles and Practice*”, U.S. E.P.A., EPA/600/R-06/060, 2006.

Π.Ε.Σ.Δ.Α., “*Περιφερειακός σχεδιασμός διαχείρισης απορριμμάτων*”, Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, 2005

SETAC, “*A Technical Framework for Life Cycle Assessment*”, 1991

J. A. Todd and M. A. Curran (editors), “*Streamlined Life-Cycle Assessment: A Final Report from the SETAC North America Streamlined LCA Workgroup*”, Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) and SETAC

Foundation for Environmental Education, 1999

Κ. Τσιλέμου και Δ. Παναγιωτακόπουλος, *“Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση Συστημάτων Διαχείρισης Αστικών Αποβλήτων: Εγχειρίδιο για την πρόγνωση των αστικών αποβλήτων και την αξιολόγηση της βιωσιμότητας των συστημάτων διαχείρισής των”*, Εργαστήριο Οργάνωσης και Προγραμματισμού Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, ISBN: 960-85687-9-X, Ξάνθη 2005

K. Tsilemou and D. Panagiotakopoulos, *“Assessing Environmental Performance of Solid Waste Management Systems Combining Life Cycle Assessment, Multi-Criteria Analysis and Performance Indicators”*, 2nd International conference on engineering for waste Valorization, Patras, Greece, June 3-5, 2008

Σ. Ψωμάς, *«Καύση αποβλήτων. Ακριβή – Αναποτελεσματική – Επικίνδυνη»*, έκθεση του ελληνικού γραφείου της Greenpeace, Αθήνα 2005.