



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου»

Κατεύθυνση Γεωπληροφορική

**Εφαρμογές γεωπληροφορικής για τη βελτιστοποίηση του
συστήματος αποκομιδής των αστικών στερεών αποβλήτων:
η περίπτωση του δ. Αγίας Παρασκευής**



Διπλωματική εργασία της ΤΣΟΥΦΗ ΜΑΡΙΑΣ

Αθήνα, Οκτώβριος 2010



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου»

Κατεύθυνση Γεωπληροφορική

**Εφαρμογές γεωπληροφορικής για τη βελτιστοποίηση του
συστήματος αποκομιδής των αστικών στερεών αποβλήτων: η
περίπτωση του δ. Αγίας Παρασκευής**

Διπλωματική εργασία της ΤΣΟΥΦΗ ΜΑΡΙΑΣ

Επιβλέπων: Χαλκιάς Χρήστος

Επίκουρος Καθηγητής

Αθήνα, Οκτώβριος 2010

Στην Ελλάδα η διαχείριση των σύμμεικτων Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ) και των ανακυκλώσιμων υλικών αποτελεί ένα από τα πιο σύνθετα προβλήματα, ιδιαίτερα για τα μεγάλα αστικά κέντρα, γιατί σε αυτά γίνεται μεγαλύτερη κατανάλωση αγαθών και κατά συνέπεια μεγαλύτερη παραγωγή αποβλήτων. Συγκεκριμένα πρόκειται για ένα πρόβλημα με ποικίλες διαστάσεις, οικονομικές, πολιτικές, νομικές, τεχνολογικές και κοινωνικές, το οποίο σχετίζεται με την υγεία των ανθρώπων, τον πολιτισμό, τη ποιότητα του περιβάλλοντος αλλά και τη ποιότητας ζωής.

Η διαχείριση των σύμμεικτων ΑΣΑ και των ανακυκλώσιμων υλικών ξεκινά με τη συλλογή τους από τους χώρους παραγωγής και καταλήγει στη τελική απόθεση τους. Ο τρόπος συλλογής και μεταφοράς, που χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα, είναι η τοποθέτηση των σύμμεικτων ΑΣΑ και των ανακυκλώσιμων υλικών σε κάδους, η συλλογή και μεταφορά τους από τα απορριμματοφόρα οχήματα μέχρι το χώρο επεξεργασίας/τελικής διάθεσης.

Η βέλτιστη διαδρομή για τη συλλογή των σύμμεικτων ΑΣΑ και των ανακυκλώσιμων υλικών με τη χρήση νέων εργαλείων προσομοίωσης και γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (ΓΣΠ) μπορεί να οδηγήσει στο πιο οικονομικά αποδοτικό σενάριο αφού σήμερα τα περισσότερα συστήματα συλλογής έχουν αναπτυχθεί με εμπειρικό και συχνά ανορθολογικό τρόπο. Σκοπός της εργασίας είναι ο προσδιορισμός των βέλτιστων διαδρομών στο δήμο Αγίας Παρασκευής, βάση τεχνολογιών γεωπληροφορικής (τεχνολογία ΓΣΠ και τεχνολογία δορυφορικού εντοπισμού θέσης-GPS) και πραγματικών δεδομένων πεδίου. Το ΓΣΠ λαμβάνει υπόψη όλες τις απαραίτητες παραμέτρους (π.χ. θέσεις κάδων απορριμμάτων), προσομοιώνει ρεαλιστικές συνθήκες και καταστάσεις και επιτρέπει στο χρήστη να τροποποιήσει τους απαραίτητους παράγοντες για τη δημιουργία εναλλακτικών σεναρίων. Το όφελος από τις προτεινόμενες βελτιώσεις υπολογίζεται με βάση τη μείωση του χρόνου συλλογής, της απόστασης που διανύουν τα απορριμματοφόρα κατά τη φάση συλλογής και τους ανθρώπινους πόρους, παράγοντες που διαμορφώνουν το οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος της συλλογής.

In Greece, the management of commingled municipal solid waste (MSW) and recyclables is one of the most complex problems, particularly in large urban centers, because these are higher consumption of goods and therefore produce more waste. It is a problem with varying dimensions, economic, political, legal, technological and social, which relates to human health, culture, environmental quality and the quality of life.

The management of commingled municipal solid waste and recyclables begins with the solid waste collection and transport from the waste generation points to their final disposal. The method of collection and transport used in large scale, is the storage of commingled solid waste and recyclables in bins, their collection and transport by garbage trucks to the final disposal/ treatment site.

The optimum route for the collection of commingled solid waste and recyclables using new simulation tools and geographic information systems (GIS) may offer large savings, as current collection systems have been organised empirically and often irrationally. The aim of this work is to identify the optimum routes in the municipality of Agia Paraskevi based on geoinformatics technologies (GIS technology and satellite positioning-GPS) and real field data measurements. The GIS takes into account all the required parameters (e.g. locations of waste bins), model realistic conditions and scenarios and allows the user to modify all of the required factors for the creation of alternative scenarios. The benefits of the proposed improvements are assessed in terms of minimizing collection time, distance traveled and man-effort, and consequently financial and environmental costs of the collection system.

ΑΣΑ	Αστικά Στερεά Απόβλητα
ΑΤ	Αναζήτηση Ταμπού
ΓΑ	Γενετικοί Αλγόριθμοι
ΓΕΔΣΑΠ	Γραφείο Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων
ΓΣΠ	Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών
ΔσΠ	Διαλογή στην Πηγή
ΕΔΟΕ	Εναλλακτική Διαχείρισης Οχημάτων Ελλάδος
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΕΑΑ	Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης & Ανακύκλωσης
ΕΕΣΔΑ	Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
ΕΚΑ	Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων
ΕΟΕΔΣΠΑΠ	Εθνικός Οργανισμός Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων
ΕΟΠ	Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος
ΕΣΔΚΝΑ	Ενιαίος Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Αττικής
ΕΣΥΕ	Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος
ΚΔΑΥ	Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών
ΚΕΔΚΕ	Κεντρική Ένωση Δήμων και Κοινοτήτων Ελλάδος
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΜΒΕ	Μηχανική Βιολογική Επεξεργασία
ΜΠΑ	Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων
ΟΟΣΑ	Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
ΟΣΑΑΥ	Ολοκληρωμένο σύστημα ανάκτησης και ανακύκλωσης υλικών
ΟΤ	Οικοδομικό Τετράγωνο
ΟΤΑ	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΠΑ	Προσομοιωμένη Ανόπτηση
ΡΠΑ	Ρυθμός Παραγωγής Απορριμμάτων
ΣΑ	Στερεά Απόβλητα
ΣΔΒΔ	Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων
ΣΜΑ	Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων
ΣΣΕΔ	Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης
ΥΠΕΧΩΔΕ	Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων
ΦοΣΔΑ	Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
ΧΑΔΑ	Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων
ΧΥΤΑ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
ΧΥΤΥ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων

ACO	Ant Colony Optimization
ACS	Ant Colony System
ATSP	Asymmetric Travelling Salesman Problem
EC	European Commision
EEA	European Environmental Agency
ESRI	Economic and Social Research Institute
EU	European Union
FIG	Federation Internationale des Geometres
GA	Genetic Algorithm
GIS	Geographical Information System
GPS	Global Positioning System
HDPE	High density polyethelane
NA	Network Analyst
NMS-10	New Member State Countries
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
PAYT	Pay As You Throw
RDF	Refuse Derived Fuel
SA	Simulated Annealing
TIN	Triangulated Irregular Network
TS	Tabu Search
TSP	Travelling Salesman Problem

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ (ΕΛΛΗΝΙΚΑ)	6
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ (ΑΓΓΛΙΚΑ)	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	8
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	12
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	14
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	16
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΣΑ	18
1.1. Ορισμός στερεών αποβλήτων	18
1.2. Ορισμός και σύνθεση ΑΣΑ	20
1.3. Η έννοια της διαχείρισης ΑΣΑ	23
1.4. Παραγωγή και σύσταση ΑΣΑ	24
1.4.1. Η κατάσταση στην Ευρωπαϊκή Ένωση	24
1.4.2. Η κατάσταση στην Ελλάδα	27
1.5. Χαρακτηριστικά μεγέθη παραγωγής ΑΣΑ	31
1.6. Σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ	34
1.6.1. Η χρονική εξέλιξη της διαχείρισης ΑΣΑ	34
1.6.2. Βασικές αρχές και σκοπός διαχείρισης ΑΣΑ	36
1.6.3. Η ιεραρχία της διαχείρισης ΑΣΑ	37
1.6.3.1. Πρόληψη - μείωση	38
1.6.3.2. Επαναχρησιμοποίηση	39
1.6.3.3. Ανακύκλωση και αξιοποίηση	39
1.6.3.4. Κομποστοποίηση	41
1.6.3.5. Ανάκτηση ενέργειας	42
1.6.3.6. Τελική Διάθεση των υπολειμμάτων	42
1.7. Στάδια διαχείρισης των ΑΣΑ	43
1.7.1. Προσωρινή αποθήκευση ΑΣΑ	44
1.7.2. Συλλογή και Μεταφορά ΑΣΑ	47

1.7.2.1. Σταθμοί Μεταφόρτωσης ΑΣΑ.....	52
1.8. Μέθοδοι επεξεργασίας των ΑΣΑ.....	54
1.8.1. Διαλογή στη Πηγή	55
1.8.2. Μηχανική Διαλογή	57
1.8.3. Θερμική επεξεργασία.....	57
1.8.4. Βιολογική επεξεργασία	58
1.8.4.1. Αναερόβια βιολογική επεξεργασία.....	60
1.8.4.2. Αερόβια βιολογική επεξεργασία.....	60
1.8.5. Υγειονομική ταφή.....	61
1.8.5.1. Η ελληνική πρακτική διάθεσης	64
1.9. Θεσμικό Πλαίσιο και διαχείριση ΑΣΑ.....	67
2.ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΣΑ	70
2.1. Τι είναι η ανακύκλωση των ΑΣΑ.....	70
2.2. Ολοκληρωμένο σύστημα ανάκτησης και ανακύκλωσης υλικών (ΟΣΑΑΥ)	72
2.3. Ανακυκλώσιμα υλικά ΑΣΑ	74
2.4. Οφέλη ανακύκλωσης ΑΣΑ	77
2.4.1. Ενεργειακά οφέλη από την ανακύκλωση υλικών	77
2.4.2. Περιβαλλοντικά οφέλη από την ανακύκλωση υλικών	78
2.4.3. Αύξηση του χρόνου ζωής των χώρων τελικής διάθεσης	78
2.5. Στάδια ανακύκλωσης	80
2.5.1. Η Διαλογή στην πηγή (ΔσΠ)	80
2.5.1.1. Συλλογή πόρτα-πόρτα	82
2.5.2. Συλλογή με ειδικούς κάδους.....	83
2.5.2.1. Ταυτόχρονη συλλογή	83
2.5.2.2. Συλλογή με αντικατάσταση δρομολογίου	83
2.5.2.3. Συλλογή με προσθήκη δρομολογίου	84
2.5.3. Κέντρα Συλλογής υλικών	87
2.5.4. Κέντρα Αγοράς υλικών	87
2.5.5. Παράγοντες επιτυχίας προγραμμάτων ΔσΠ	89
2.5.6. Δείκτες απόδοσης προγράμματος ΔσΠ	92
2.5.7. Μηχανική διαλογή αστικών στερεών αποβλήτων.....	93
2.5.8. Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ).....	94
2.5.8.1. Λειτουργία ΚΔΑΥ	95

2.5.8.2.	Παράμετροι σχεδιασμού ΚΔΑΥ	96
2.5.8.3.	Προϊόντα ΚΔΑΥ (δευτερογενή υλικά).....	96
2.5.8.4.	Χρησιμοποιούμενη τεχνολογία σε ΚΔΑΥ	97
2.6.	Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ	97
2.6.1.	Συνεργασίες της ΕΕΑΑ με τους ΟΤΑ	99
3.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΑ	102
3.1.	Εισαγωγή στα ΓΣΠ	102
3.1.1.	Ορισμός ΓΣΠ.....	103
3.1.2.	Ιστορική εξέλιξη των ΓΣΠ.....	105
3.1.3.	Τα δομικά μέρη ενός ΓΣΠ	106
3.1.3.1.	Τεχνικός εξοπλισμός.....	106
3.1.3.2.	Λογισμικό	107
3.1.3.3.	Διαθέσιμα	107
3.2.	Βασικές έννοιες των ΓΣΠ	108
3.2.1.	Από τη πραγματικότητα στα ΓΣΠ	109
3.2.2.	Χαρακτηριστικά (features) – επιφάνειες (surfaces).....	112
3.2.3.	Συντεταγμένες χαρακτηριστικών	112
3.2.4.	Κλίμακα χαρακτηριστικών.....	112
3.2.5.	Σύνδεση χαρακτηριστικών με πληροφορίες.....	113
3.2.6.	Χωρικές συνδέσεις χαρακτηριστικών	113
3.2.7.	Δημιουργία νέων χαρακτηριστικών από επικαλυπτόμενες περιοχές	114
3.3.	Βασικές διαδικασίες στα ΓΣΠ	114
3.3.1.	Καθορισμός Προβλήματος.....	114
3.3.2.	Διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία	115
3.3.3.	Συμπεράσματα	115
3.4.	Γεωγραφικές Βάσεις Δεδομένων	116
3.4.1.	Συστήματα διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων.....	117
3.5.	Εφαρμογές των ΓΣΠ.....	117
3.6.	ΓΣΠ και Διαχείριση ΑΣΑ	119
3.6.1.	Χωροθέτηση εγκαταστάσεων διαχείρισης, επεξεργασίας και διάθεσης των ΑΣΑ	121
3.6.2.	Χωροθέτηση κάδων.....	122
3.6.3.	Δρομολόγηση οχημάτων.....	123
3.6.4.	Ανάλυση χωρικών δικτύων	123

3.7. ArcGIS Desktop 9.3	124
3.7.1. Η επέκταση Network Analyst	125
3.7.2. Οργάνωση διαδρομών στα δίκτυα	127
3.7.3. Σχεδιασμός δρομολογίων συλλογής.....	129
3.7.4. Χωροθέτηση κάδων συλλογής.....	135
3.8. Ανασκόπηση σε επιστημονικές έρευνες.....	139
4.ΕΦΑΡΜΟΓΗ	147
4.1. Η υπό μελέτη περιοχή.....	147
4.2. Απαιτούμενα στοιχεία για την αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης .	149
4.3. Μεθοδολογία μοντέλου δρομολόγησης.....	152
4.4. Δημιουργία Network Dataset.....	155
5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	184

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Εικόνα 1-1: Παραγωγή ΑΣΑ στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (kg/κάτοικο/έτος) κατά τα έτη 1995-2003	25
Εικόνα 1-2: Παραγωγή ΑΣΑ (kg/κάτοικο/έτος) τα έτη 1995 και 2003 στις χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	25
Εικόνα 1-3: Ποσοστιαία σύνθεση στερεών αποβλήτων που παράγονται σε επιλεγμένες χώρες της ΕΕ το έτος 2002	26
Εικόνα 1-4: Παραγωγή απορριμμάτων συσκευασίας σε κιλά ανά κάτοικο στις χώρες μέλη της ΕΕ-15.....	27
Εικόνα 1-5: Παραγωγή ΑΣΑ (σε χιλιάδες τόνους) στην Ελλάδα, από το 1980 έως και το 2006	28
Εικόνα 1-6: Ετήσιες παραγόμενες ποσότητες ΑΣΑ ανά Περιφέρεια.....	29
Εικόνα 1-7: Μέση ποιοτική σύσταση ΑΣΑ στην Ελλάδα για το έτος 2001	29
Εικόνα 1-8: Η ιεραρχία της διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων.....	37
Εικόνα 1-9: Στάδια διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων.....	44
Εικόνα 1-10: Διαχείριση ΑΣΑ στην Ελλάδα.....	65
Εικόνα 1-11: Διαχείριση ΑΣΑ στην ΕΕ	66
Εικόνα 2-1: Ανάκτηση αποβλήτων συσκευασίας	79
Εικόνα 2-2: Κατά κεφαλήν απόδοση αποβλήτων συσκευασίας	80
Εικόνα 2-3: Παραγωγή Αστικών Αποβλήτων σε διαφορετικά βιοτικά επίπεδα	90
Εικόνα 2-4: Πανελλαδική Ανάπτυξη ΚΔΑΥ.....	97
Εικόνα 2-5: Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών	99
Εικόνα 3-1: Καθορισμός στρωφών στο δίκτυο	132
Εικόνα 3-2: Οικιακές διαδρομές συλλογής ΑΣΑ	132
Εικόνα 3-3: Σχηματική αναπαράσταση κατοικιών-κάδων	137
Εικόνα 4-1: Αεροφωτογραφία δήμου Αγίας Παρασκευής.....	147
Εικόνα 4-2: Τομέας εφαρμογής δρομολόγησης.....	148
Εικόνα 4-3: Η θέση των κάδων στο τομέα μελέτης.....	150
Εικόνα 4-4: Δημιουργία λογικού δικτύου από τις κλάσεις των χαρακτηριστικών του αρχικού δικτύου	153
Εικόνα 4-5: Παράδειγμα μετατροπής πραγματικού γεωγραφικού δικτύου σε λογικό δίκτυο	154
Εικόνα 4-6: Οι πίνακες στο γεωμετρικό και λογικό δίκτυο	154
Εικόνα 4-7: Προσθήκη ιδιοτήτων στον πίνακα των διασταυρώσεων	155
Εικόνα 4-8: Δημιουργία νέας Network Dataset.....	156
Εικόνα 4-9: Ονομασία νέου Network Dataset.....	157
Εικόνα 4-10: Παράδειγμα σύνθετου δικτύου.....	157
Εικόνα 4-11: Συνεκτικότητα "endpoint"	158

Εικόνα 4-12: Συνεκτικότητα "any vertex"	158
Εικόνα 4-13: Παράδειγμα συνεκτικότητας "endpoint" και "any vertex" σε ένα σύνθετο δίκτυο	159
Εικόνα 4-14: Επιλογή τύπου συνεκτικότητας στη Network Dataset	159
Εικόνα 4-15: Επιλογή μη χρησιμοποίησης πεδίων ανύψωσης	160
Εικόνα 4-16: VBScript αποτιμητής που προσθέτει κύρωση στις στροφές	162
Εικόνα 4-17: Αποδοχή επιλογής Global Turns	163
Εικόνα 4-18: Ιδιότητες της Network Dataset	163
Εικόνα 4-19 : Τιμές για την ιδιότητα Oneway	166
Εικόνα 4-20: VBScript αποτιμητής για τον ορισμό των δρόμων μονής κυκλοφορίας	166
Εικόνα 4-21: Τιμές για την ιδιότητα "Length"	167
Εικόνα 4-22: Τιμές για την ιδιότητα "Minutes"	167
Εικόνα 4-23: Εμφάνιση αρχείου με τις οδηγίες δρομολόγησης	168
Εικόνα 4-24: Το Network Analyst Window	169
Εικόνα 4-25: Το νέο Route Analysis layer	170
Εικόνα 4-26: Εισαγωγή στάσεων	170
Εικόνα 4-27: Ορισμός ιδιοτήτων για την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής.....	171
Εικόνα 4-28: Αποτέλεσμα Network Analyst	172
Εικόνα 4-29: Πρώτο σενάριο δρομολόγησης	173
Εικόνα 4-30: Δεύτερο σενάριο δρομολόγησης	174
Εικόνα 4-31: Τρίτο σενάριο δρομολόγησης	174
Εικόνα 4-32: Τέταρτο σενάριο δρομολόγησης.....	175
Εικόνα 4-33: Τομείς ανακύκλωσης δήμου Αγίας Παρασκευής	180
Εικόνα 4-34: Τομέας ανακύκλωσης στον οποίο εφαρμόστηκε η δρομολόγηση	181
Εικόνα 4-35: Η θέση των κάδων ανακύκλωσης στη περιοχή μελέτης	182
Εικόνα 4-36: Σενάριο Α στο τομέα ανακύκλωσης	182
Εικόνα 4-37: Σενάριο Β στο τομέα ανακύκλωσης	183

Πίνακας 1-1: Οφέλη από αντικατάσταση πρώτων υλών με δευτερογενείς.....	41
Πίνακας 2-1: Ενεργειακές απαιτήσεις (MJ/Kg) για την παραγωγή πρώτων υλών από πρωτογενή υλικά, ανακυκλούμενα υλικά και ενεργειακά οφέλη για κάθε υλικό.....	78
Πίνακας 2-2: Περιβαλλοντικά οφέλη από ανακύκλωση αλουμινίου, χάλυβα, χαρτιού και γυαλιού.....	78
Πίνακας 2-3: Ποσοστά υλικών στον μπλε κάδο και στο ανακυκλώσιμο κλάσμα των απορριμμάτων	85
Πίνακας 4-1: Πίνακας του οδικού δικτύου στο τομέα εφαρμογής	151
Πίνακας 4-2: Πίνακας των κάδων στο τομέα εφαρμογής.....	152
Πίνακας 4-6: Τιμές συντελεστών υπολογισμού αέριων εκπομπών από τη μεταφορά με βαρέα οχήματα 7.5-16 tn.....	178
Πίνακας 4-8: Κατανομή μπλε κάδων στους τομείς ανακύκλωσης	180

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η επίλυση του προβλήματος βελτιστοποίησης των δρομολογίων αποκομιδής των αστικών στερεών αποβλήτων(απορρίμματα) και των προς ανάκτηση υλικών που βρίσκονται σε αυτά (υλικά ανακύκλωσης). Με τον όρο αποκομιδή εννοείται η διαδικασία της μετακίνησης του απορριμματοφόρου οχήματος μεταξύ των στάσεων-κάδων και η φόρτωση-εκκένωση-επαναφορά αυτών. Η εύρεση της βέλτιστης διαδρομής αφορά στην ελαχιστοποίηση του χρόνου αποκομιδής και της διανυόμενης απόστασης μέσω της οποίας περιορίζονται τα οικονομικά και περιβαλλοντικά κόστη, δηλαδή η κατανάλωση καυσίμων και οι εκπομπές αερίων ρύπων. Η αποκομιδή και μεταφορά των αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μερίδιο του συνολικού κόστους διαχείρισης των αποβλήτων, επειδή το μεγαλύτερο μέρος των αποβλήτων οδηγούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής, με πολύ χαμηλό κόστος λειτουργίας, χωρίς καμία προ-επεξεργασία των υλικών και/ή ανάκτηση ενέργειας, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις γίνεται ακόμη απόρριψη των αποβλήτων σε παράνομες χωματερές.

Η επίλυση αυτού του σύνθετου προβλήματος απαιτεί την ανάλυση, σχεδίαση και υλοποίηση ενός μοντέλου αναπαράστασης, μέσω υπολογιστή, των διαδικασιών αποκομιδής των αστικών απορριμμάτων και των υλικών ανακύκλωσης και στη συνέχεια, τη χρησιμοποίηση του μοντέλου για τον εντοπισμό των πλέον αποδεκτών και οικονομικών λύσεων του προβλήματος.

Το μοντέλο για την επίλυση αυτού του σύνθετου προβλήματος υλοποιήθηκε σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), το οποίο περιλαμβάνει ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση, διαχείριση και ανάλυση των χωρικών στοιχείων.

Η μελέτη έγινε για έναν, από τους συνολικά εννέα, τομέα αποκομιδής στο δήμο Αγίας Παρασκευής. Χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία προερχόμενα από τη διεύθυνση καθαριότητας του δήμου αλλά και από εργασία πεδίου που περιλαμβάνει και τη χρήση GPS.

Στο Κεφάλαιο 1 της εργασίας ορίζονται οι βασικές έννοιες σε σχέση με τα απορρίμματα, τη σύσταση, τις ιδιότητες και τις πηγές προέλευσης αυτών και περιγράφονται αναλυτικά τα στάδια και οι μέθοδοι επεξεργασίας για την ολοκληρωμένη διαχείριση των ΑΣΑ. Δίνονται στοιχεία για τη πολιτική που ακολουθεί η Ευρώπη και η Ελλάδα σχετικά με τη διαχείριση των ΑΣΑ και η εξέλιξη της κοινοτικής και ελληνικής νομοθεσίας πάνω σε αυτό το θέμα.

Στο κεφάλαιο 2 δίνονται οι βασικές έννοιες της ανακύκλωσης των ΑΣΑ, τα οφέλη της και περιγράφονται αναλυτικά τα στάδια που περιλαμβάνει η ανακύκλωση. Επίσης παρουσιάζονται στοιχεία για τη λειτουργία και τη δράση της Ελληνικής Εταιρείας Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ ΑΕ) και τον τρόπο συνεργασία της με τους δήμους που εφαρμόζουν προγράμματα ανακύκλωσης.

Στο κεφάλαιο 3 αναφέρονται τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) καθώς και η ευελιξία που προσφέρουν στην ανάλυση χωρικών δεδομένων και ειδικότερα σε περιπτώσεις δρομολογήσεων οχημάτων. Επίσης περιγράφονται τα συστατικά μέρη του ΓΣΠ και οι δυνατότητες που προσφέρουν για την ολοκληρωμένη διαχείριση των ΑΣΑ. Παρουσιάζεται το λογισμικό πακέτο ArcGIS Desktop 9.3 και η επέκταση του Network Analyst που χρησιμοποιήθηκε στην εφαρμογή. Ακολουθεί η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τις επιστημονικές έρευνες που βασίστηκαν στη χρήση ΓΣΠ για τη σχεδίαση και κατασκευή μοντέλων που αφορούν τη διαχείριση των ΑΣΑ.

Στο κεφάλαιο 4 περιγράφεται η περιοχή που μελετήθηκε και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της μοντελοποίησης. Αναφέρεται αναλυτικά η μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθηθεί για τον επιτυχή προγραμματισμό του Network Analyst (NA), ώστε να προσομοιωθούν με το πιο ρεαλιστικό τρόπο τα πραγματικά δεδομένα που αφορούν το δίκτυο. Ακολουθούν τα αποτελέσματα της εφαρμογής ώστε να επιτευχθεί η άμεση αποκομιδή των απορριμμάτων και των υλικών ανακύκλωσης, διανύοντας τη συντομότερη δυνατή διαδρομή και δαπανώντας το λιγότερο χρόνο. Με βάση τις προτεινόμενες λύσεις, υπολογίζεται ο περιορισμός των εκπομπών CO₂ και το οικονομικό όφελος από την εξοικονόμηση καυσίμων.

Τέλος παρατίθενται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή και γίνονται ορισμένες προτάσεις για μελλοντικές μελέτες.

1.1. Ορισμός στερεών αποβλήτων

Αρχικά αποτελεί αναγκαιότητα να προσδιοριστεί η ευρύτερη κατηγορία στην οποία περιλαμβάνονται τα Αστικά Στερεά Απόβλητα (απορρίμματα), ώστε να καταστεί σαφής η έννοια την οποία πραγματεύεται η παρούσα εργασία. Η ευρύτερη κατηγορία είναι αυτή των στερεών αποβλήτων. Οι ορισμοί των «αποβλήτων» αναφέρονται στην έλλειψη χρήσης ή αξίας ή στα "άχρηστα υπολείμματα". Τα απόβλητα είναι ένα υποπροϊόν της ανθρώπινης δραστηριότητας. Περιέχουν τα ίδια υλικά με αυτά που βρίσκονται σε χρήσιμα προϊόντα, αλλά διαφέρουν ως προς τη δυνατότητα χρήσης και ως προς την έλλειψη αξίας. Τα απόβλητα μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τη φυσική τους κατάσταση (στερεά, υγρά, αέρια) και ειδικά τα στερεά απόβλητα ανάλογα με:

- Την αρχική τους συμπεριφορά (απόβλητα συσκευασίας, απόβλητα τροφίμων, κλπ.)
- Το υλικό που αποτελούνται (γυαλί, χαρτί, κλπ.)
- Τις φυσικές τους ιδιότητες (για καύση, για λίπασμα, ανακυκλώσιμα, κλπ.)
- Την προέλευσή τους (οικιακά, εμπορικά, γεωργικά, βιομηχανικά, κλπ.)
- Το επίπεδο ασφάλειας (επικίνδυνα, μη-επικίνδυνα)

Ο νομοθέτης, στη ΚΥΑ 50910/2727 "Μέτρα και όροι για τη διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης" (ΦΕΚ 1909/Β/2003), ορίζει ως στερεά απόβλητα: «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 τη 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» (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ευρωπαϊκή Ένωση δεν υπάρχει σαφής διάκριση μεταξύ των εννοιών "αγαθών" και "αποβλήτων" και ως εκ τούτου δεν έχουν δοθεί ικανοποιητικοί ορισμοί που προσδιορίζουν τη διαφορά μεταξύ αγαθού και αποβλήτου, πότε και πώς ένα αγαθό μετατρέπεται σε απόβλητο και το αντίθετο (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Απλώς επικρατεί η αντίληψη ότι κάθε αγαθό προσδίδει στον ιδιοκτήτη του χρησιμότητα, η οποία έχει συγκεκριμένη διάρκεια ζωής και πέραν αυτής παύει να υπάρχει. Τότε το αγαθό αυτό θεωρείται "απόβλητο" για τον ιδιοκτήτη του. Για έναν άλλο πολίτη όμως το συγκεκριμένο αγαθό θα μπορούσε να έχει σκοπό ύπαρξης, προδίδοντάς του και πάλι την ιδιότητα του αγαθού (παλιά έπιπλα, μεταχειρισμένα ρούχα, υλικά κατεδαφίσεων, κ.α.). Ως επί αυτών, η έννοια του αποβλήτου σχετίζεται με κάποιο υποκείμενο, έναν ιδιοκτήτη, δεδομένου ότι και η χρησιμότητα ενός αγαθού είναι υποκειμενική. Σε αυτήν ακριβώς τη θεώρηση εδράζονται οι έννοιες της ανάκτησης, ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Ο παραπάνω όρος στερεών αποβλήτων είναι γενικός και περιλαμβάνει την ετερογενή μάζα των ΣΑ από τις αστικές κοινότητες, όπως επίσης και τη πιο ομοιογενή μάζα γεωργικών και βιομηχανικών αποβλήτων, όπως και μπαζών. Ο χαρακτηρισμός μιας ουσίας ως "απόβλητο" δεν εξαρτάται μόνο από τις ιδιότητες της αλλά και από:

- Τις ισχύουσες οικονομικές συνθήκες (η αξία των υλικών μεταβάλλεται χωρικά και χρονικά).

- Το κόστος της απόρριψης (μπορεί να αυξηθεί με την επιβολή τελών).
 - Την ισχύουσα νομοθεσία (πρόστιμο πλημμελούς ή παράνομης απόρριψης).
- (Μαλλιαρός, 2000)

Συγκεκριμένα στην κατηγορία των ΣΑ περιλαμβάνονται όλα τα απόβλητα με εξαίρεση:

1. Απόβλητα σε υγρή φάση χωρίς αξιόλογο ποσοστό αιρουμένων ρύπων (υγρά απόβλητα).
2. Αέριους ρύπους.

Τα ΣΑ ομαδοποιούνται γενικά σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α. Αστικά απόβλητα (απορρίμματα), β. Ειδικά απόβλητα, β1. Επικίνδυνα απόβλητα, β2. Μη επικίνδυνα ειδικά, β3. Ιατρικά απόβλητα.

Αναλυτικότερα τα ΣΑ περιλαμβάνουν:

- Αστικά απορρίμματα (οικιακά, βιοτεχνικά, εμπορικά, οδοκαθαρισμού κλπ.)
- Στερεά ή υδαρή (με αξιόλογο ποσοστό αιρουμένων ουσιών) απόβλητα που δε μπορούν να διατεθούν μαζί με τα οικιακά (ορισμένα βιομηχανικά, τοξικά ή αδρανή, και απόβλητα της βιομηχανίας παραγωγής ενέργειας).
- Πετρελαιοειδή απόβλητα (προέρχονται από την επεξεργασία του πετρελαίου, διυλιστήρια, χημικά εργοστάσια, ναυπηγεία, κλπ.).
- Απόβλητα γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων.
- Απόβλητα ορυχείων και μεταλλείων.
- Απόβλητα εκσκαφών (από ξηρά και θάλασσα).

1.2. Ορισμός και σύνθεση ΑΣΑ

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 1909/Β/2003). Προκύπτει από τον ορισμό αυτό ότι τα ΑΣΑ ορίζονται όχι μέσω εγγενών

χαρακτηριστικών τους, άλλα και 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» (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Τα αστικά στερεά απόβλητα σύμφωνα με τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ, Organization for Economic Co-operation and Development-OECD), αποτελούν ένα σχετικά μικρό μέρος (<10%) των συνολικών στερεών αποβλήτων (OECD, 1997).

Δεν περιλαμβάνονται στα αστικά στερεά απόβλητα:

- Αδρανή και κατάλοιπα δημοσίων έργων
- Βιομηχανικές στάχτες, σκουριές, μολυσματικά νοσοκομείων, υπολείμματα σφαγείων
- Πολύ ογκώδη αντικείμενα που απαιτούν ειδικό τρόπο μεταφοράς

Τα αστικά απόβλητα είναι "συνονθύλευμα" ετερογενών υλικών η σύνθεση των οποίων καθορίζεται από το βιοτικό επίπεδο και την τεχνολογική εξέλιξη, την εποχή του έτους, κ.α. σε αντίθεση με τα βιομηχανικά και άλλα στερεά απόβλητα που τείνουν να είναι πιο ομοιογενή.

Η σύνθεση των αστικών στερεών αποβλήτων διαφοροποιείται επίσης ανάλογα και με την περιοχή παραγωγής τους. Οι τουριστικές περιοχές εκτός από το γεγονός ότι παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες απορριμμάτων, αυτά περιέχουν και μεγαλύτερες ποσότητες υλικών συσκευασίας συγκρινόμενα με τα αστικά στερεά απόβλητα μη τουριστικών περιοχών.

Οι αγροτικές περιοχές παράγουν μικρότερες ποσότητες απορριμμάτων, λόγω διαφορετικών συνθηκών διαβίωσης και διαφορετικών καταναλωτικών προτύπων, σε σύγκριση με τα αστικά κέντρα και επιπλέον στις περιοχές αυτές τμήματα των απορριμμάτων (υπολείμματα κήπων, καλλιεργειών, κουζίνας κλπ) χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές.

Από σειρά δειγματοληψιών και αναλύσεων προκύπτει ότι στα αστικά στερεά απόβλητα στη χώρα μας περιλαμβάνονται οι εξής ομάδες υλικών:

- Ζυμώσιμα. Περιλαμβάνονται τα υπολείμματα κουζίνας και κήπου.
- Χαρτί. Περιλαμβάνονται τα πάσης φύσεως χαρτιά και χαρτόνια που προέρχονται κυρίως από έντυπο υλικό και συσκευασίες προϊόντων.
- Μέταλλα. Περιλαμβάνεται το σύνολο των μεταλλικών υλικών που απαντώνται στα απορρίμματα. Είναι δόκιμος ένας διαχωρισμός σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα (κυρίως λόγω της μαγνητικής ιδιότητας των πρώτων), με τα τελευταία να έχουν ως κυριότερο αντιπρόσωπο το αλουμίνιο. Σε ορισμένες αναλύσεις έχουν εξετασθεί ως ξεχωριστή υποκατηγορία και οι μπαταρίες λόγω της σχετικά υψηλότερης επικινδυνότητάς τους.
- Γυαλί. Η διαχείριση αποβλήτου γυαλιού στη χώρα μας πάσχει κυρίως από την έλλειψη υαλουργιών, κυρίως σε περιοχές μακριά από την Αττική. Είναι δόκιμος ο διαχωρισμός σε λευκό, καφέ και πράσινο γυαλί, όσον αφορά την ανακύκλωση, καθώς η παραγωγή καφέ και λευκού γυαλιού απαιτεί υαλότριμμα μόνο του ίδιου χρώματος.
- Πλαστικό. Περιλαμβάνεται το σύνολο των πολυμερών απορριμμάτων. Η κατηγορία αυτή γίνεται διαρκώς μεγαλύτερη κατά τα τελευταία χρόνια και στη χώρα μας ως συνέπεια της αλλαγής των καταναλωτικών συνηθειών (στροφή σε συσκευασμένα προϊόντα, κ.λπ.). Χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι η έντονη ανομοιογένειά της, λόγω των πολλών χρησιμοποιούμενων πολυμερών (π.χ. PVC, PE, PP, PS, PET, ABS, κ.λπ.).
- Δέρμα-Ξύλο-Λάστιχο-Ύφασμα. Χαρακτηρίζονται ως λοιπά καύσιμα (ΔΞΛΥ).
- Αδρανή. Εδώ περιλαμβάνονται χημικά ανενεργά υλικά που καταλήγουν στα οικιακά απορρίμματα (π.χ. χώματα, πέτρες, κ.λπ.).
- Λοιπά. Στο κλάσμα αυτό καταλήγουν τα υλικά εκείνα που δε μπορούν να κατανεμηθούν σε καμία από τις άλλες κατηγορίες.

Η ποσότητα παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων επηρεάζεται από οικονομικούς, γεωγραφικούς, κοινωνικούς και τεχνολογικούς παράγοντες. Όταν οι παράγοντες αυτοί μεταβάλλονται διαχρονικά, επηρεάζεται και ο βαθμός κατανάλωσης ο οποίος

έχει άμεσο αντίκτυπο στη παραγωγή απορριμμάτων. Οι σημαντικότεροι παράγοντες αναφέρονται εν συντομία παρακάτω:

- i. Το νοικοκυριό: αφορά στις καταναλωτικές συνήθειες, το βιοτικό επίπεδο, το μορφωτικό επίπεδο, το τρόπο ζωής, το μέγεθος του νοικοκυριού, κ.τ.λ.
- ii. Τη γεωγραφική περιοχή: δηλαδή τα πολεοδομικά της χαρακτηριστικά, το μέγεθός της, τη τουριστική κίνηση και τη συχνότητα συλλογής των αστικών στερεών αποβλήτων.
- iii. Η μακροοικονομία: σχετίζεται με το Εθνικό Ακαθάριστο Προϊόν (ΕΑΠ) και γενικότερα με όλα τα οικονομικά στοιχεία (οικογενειακό εισόδημα, ρυθμός οικονομικής ανάπτυξης) που επηρεάζουν τη παραγωγή και κατανάλωση αγαθών
- iv. Τα προϊόντα: δηλαδή τις πρώτες ύλες, τη συσκευασία, το κύκλο ζωής, κ.α.(Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Οι ποσότητες και η σύνθεση των απορριμμάτων διαφοροποιούνται διαχρονικά και διεποχικά. Διαχρονικά ορισμένοι παράγοντες επηρεασμού των αστικών στερεών αποβλήτων είναι η νομοθεσία, οι εφαρμοζόμενες πολιτικές πρόληψης και η έκταση της ανακύκλωσης. Οι διεποχικές διαφοροποιήσεις οφείλονται σε διαφορές στη τροφή, σε απόβλητα κήπων, στη χρήση υπαίθριων χώρων κ.λπ.

1.3. Η έννοια της διαχείρισης ΑΣΑ

Η έννοια της διαχείρισης, νοείται ως: «η νόμιμη χρήση μέσων για την επίτευξη ενός τελικού σκοπού» (Βουδριάς, 2002). Ο όρος «Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων» εμπεριέχει τις τεχνικές διαδικασίες και μεθόδους οι οποίες σχετίζονται με τη προσωρινή αποθήκευση, συλλογή, μεταφορά, μεταφόρτωση, επεξεργασία, αξιοποίηση, επαναχρησιμοποίηση ή τελική διάθεση σε φυσικούς αποδέκτες, συμπεριλαμβανομένης της εποπτείας των εργασιών αυτών, καθώς και της μετέπειτα φροντίδας των χώρων διάθεσης (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Οι διαδικασίες και μέθοδοι που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι αποδεκτές από τεχνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής πλευράς.

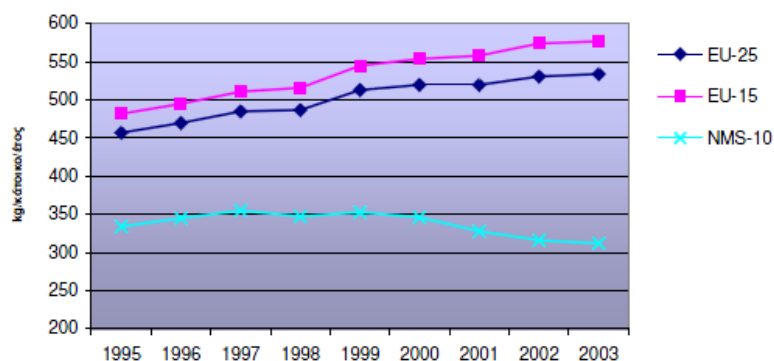
Βασική αρχή και κατεύθυνση στα πλαίσια της βιώσιμης διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων είναι η αποφυγή και η μείωση παραγωγής απορριμμάτων μέσα από τη χρήση νέων τεχνολογικών μεθόδων καθώς και αλλαγών στις κοινωνικές συμπεριφορές και νοοτροπίες. Αυτό σημαίνει ότι η πολιτική διαχείρισης των απορριμμάτων δεν είναι μόνο αντικείμενο μιας διαδικασίας τεχνικής αλλά και κοινωνικής και πολιτικής. Γενικά η κατεύθυνση της πολιτικής είναι η δημιουργία προϋποθέσεων αποφυγής ή μείωσης του προβλήματος παρά η διαχείριση των συνεπειών που αυτό δημιουργεί.

1.4. Παραγωγή και σύσταση ΑΣΑ

1.4.1. Η κατάσταση στην Ευρωπαϊκή Ένωση

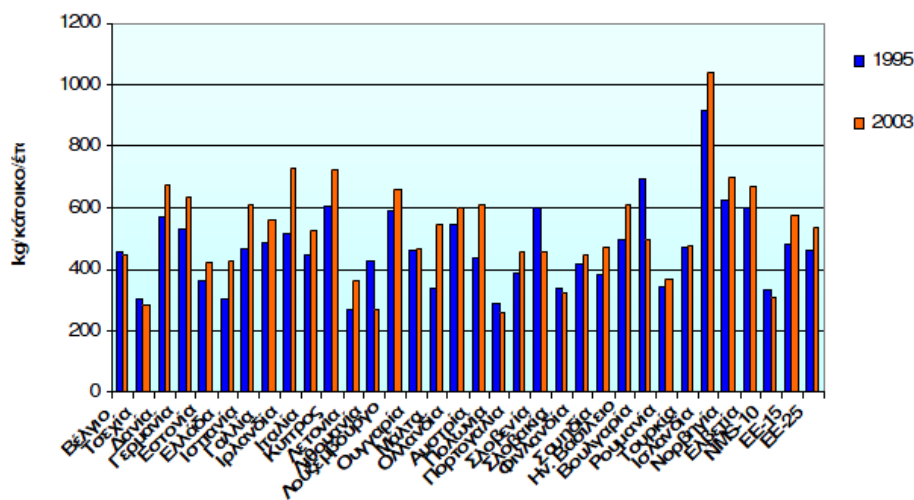
Οι κατ' άτομο παραγόμενες ποσότητες ΑΣΑ διαφοροποιούνται ανάλογα με το βιοτικό επίπεδο και τις διατροφικές συνήθειες του πληθυσμού, τη συχνότητα συλλογής των απορριμμάτων, την ανάπτυξη προγραμμάτων ανακύκλωσης κ.α. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι παραγόμενες κατ' άτομο ποσότητες ΑΣΑ διαφοροποιούνται σημαντικά ανάμεσα στα Κράτη-Μέλη (Εικόνα 1-1) από το 1995 ως το 2003. Η ανά κάτοικο παραγωγή των κρατών μελών της Ευρώπης των 15 (EU-15, Βέλγιο, Δανία, Γερμανία, Ελλάδα, Ισπανία, Γαλλία, Ιρλανδία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Αυστρία, Πορτογαλία, Φιλανδία, Σουηδία, Μ. Βρετανία) είναι υψηλότερη από αυτή των νέων μελών (NMS-10, Πολωνία, Τσεχική Δημοκρατία, Σλοβακία, Ουγγαρία, Σλοβενία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Κύπρος και Μάλτα), και συγκεκριμένα 577 kg/κάτοικο/έτος έναντι 312 kg/κάτοικο/έτος, στα παλιά και στα νέα κράτη μέλη αντίστοιχα.

Επίσης η κατά κεφαλή παραγωγή ΑΣΑ στα νέα κράτη μέλη παρουσιάζει μείωση μετά το 1999. Η συνολική παραγωγή ΑΣΑ στην ΕΕ-25 αυξήθηκε περίπου 2% ετησίως στη διάρκεια αυτών των ετών, από τα 204 εκατομμύρια τόνους (457 kg/κάτοικο/έτος) το 1995 σε 243 εκατομμύρια τόνους (534 kg/κάτοικο/έτος) το 2003.



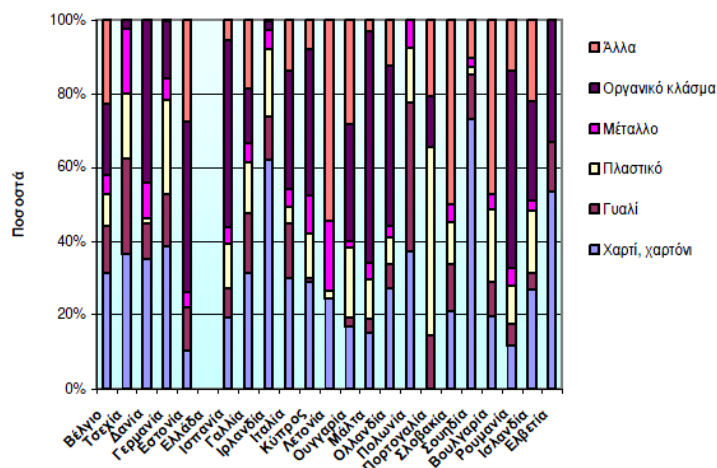
Εικόνα 1-1: Παραγωγή ΑΣΑ στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (kg/κάτοικο/έτος) κατά τα έτη 1995-2003
(Πηγή: EC, 2005)

Αναλυτικά για κάθε κράτος-μέλος, η συνολική παραγωγή ΑΣΑ το 2003 ποικίλλει αρκετά και κυμαίνεται από 260 kg/κάτοικο στη Πολωνία ως 1.040 kg/κάτοικο στην Ισλανδία, με μέσο όρο για την ΕΕ-15 τα 577 kg/κάτοικο (Εικόνα 1-2). Με εξαίρεση το Βέλγιο, όλες οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 15 έχουν αυξήσει τη παραγωγή τους κατά τη περίοδο 1995-2003. Από τα νέα κράτη μέλη, η Βουλγαρία, η Σλοβενία και η Λιθουανία έχουν μειώσει την παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων.



Εικόνα 1-2: Παραγωγή ΑΣΑ (kg/κάτοικο/έτος) τα έτη 1995 και 2003 στις χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης
(Πηγή: EC, 2005)

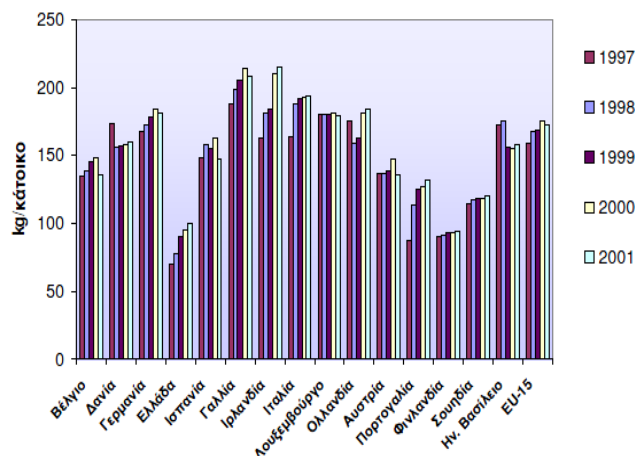
Αναφορικά με τη σύνθεση των παραγόμενων ΑΣΑ στην Ευρώπη τα οργανικά απόβλητα και το χαρτί αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των παραγόμενων ποσοτήτων (Εικόνα 1-3).



Εικόνα 1-3: Ποσοστιαία σύνθεση στερεών αποβλήτων που παράγονται σε επιλεγμένες χώρες της ΕΕ το έτος 2002

(Πηγή: Eurostat, 2006)

Τα τέσσερα κύρια υλικά των απορριμμάτων συσκευασίας είναι τα πλαστικά, το γυαλί, τα μέταλλα και το χαρτί. Μεταξύ 1997 και 2001, το σύνολο των απορριμμάτων συσκευασίας αυξήθηκε κατά 7% στην ΕΕ-15 (Εικόνα 1-4). Το 2000-2001 η συνολική ποσότητα μειώθηκε ελαφρώς, κυρίως λόγω μείωσης κατά 12% στην Ισπανία. Οι ποσότητες απορριμμάτων συσκευασίας διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των χωρών, σε μεγάλο βαθμό και λόγω διαφορετικών μεθοδολογιών υπολογισμού που εφαρμόζονται. Ειδικότερα ορισμένες χώρες αναφέρουν στοιχεία για όλες τις συσκευασίες, περιλαμβανομένου του ξύλου, το οποίο αυξάνει σημαντικά το συνολικό καταγεγραμμένο βάρος.



Εικόνα 1-4: Παραγωγή απορριμμάτων συσκευασίας σε κιλά ανά κάτοικο στις χώρες μέλη της ΕΕ-15
(Πηγή: ΕΕΑ, 2006)

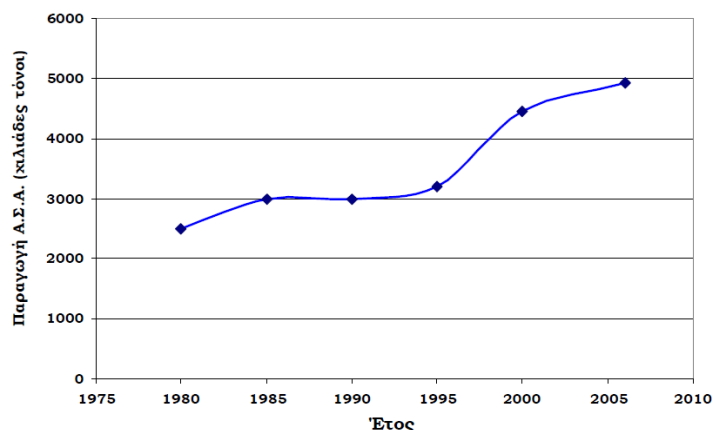
1.4.2. Η κατάσταση στην Ελλάδα

Τα στοιχεία αναφορικά με τη διαχρονική παραγωγή αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα είναι σημαντικά περιορισμένα και μειωμένης ακρίβειας διότι δεν προκύπτουν από συστηματικές μετρήσεις και αναλύσεις ζυγολογιών. Για τα αστικά στερεά απόβλητα διατίθενται μεμονωμένες μετρήσεις κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα και εκτιμήσεις για τα υπόλοιπα στοιχεία.

Διαχρονικά παρατηρείται σημαντική αύξηση στη παραγωγή ΑΣΑ, η οποία πρωτίστως αποδίδεται στην άνοδο του βιοτικού επιπέδου που απεικονίζει την αύξηση του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (ΑΕΠ) με αποτέλεσμα την αλλαγή των καταναλωτικών συνηθειών και τη παραγωγή όλο και μεγαλύτερων ποσοτήτων αστικών απορριμμάτων. Η αύξηση της ποσότητας αυτής αναμένεται να συνεχιστεί όσο το ΑΕΠ αυξάνει.

Στην Ελλάδα η μέση παραγωγή ΑΣΑ ανερχόταν το 1997 σε 354 κιλά/κάτοικο, ενώ το 2001 σε 416 κιλά/κάτοικο (αύξηση 17,5%) (Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων-ΕΕΔΣΑ, 2009). Η ποσότητα αυτή αυξάνεται συνεχώς κατά τα τελευταία

χρόνια, όπως άλλωστε μαρτυρούν τα στοιχεία του Οργανισμού για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη-ΟΟΣΑ για τα έτη 1980-2006 (Εικόνα 1-5).



Εικόνα 1-5: Παραγωγή ΑΣΑ (σε χιλιάδες τόνους) στην Ελλάδα, από το 1980 έως και το 2006

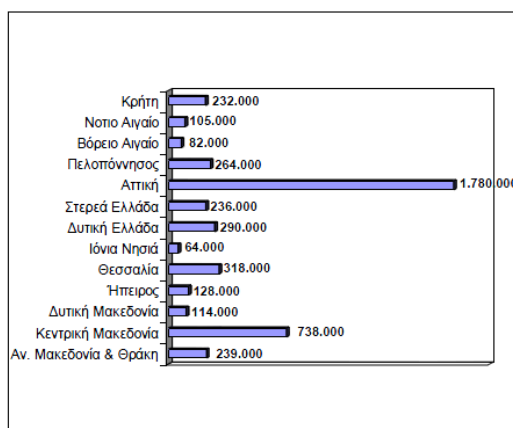
(Πηγή: ΟΟΣΑ, 2006).

Τα ΑΣΑ προέρχονται κυρίως από κατοικίες και εμπορικές δραστηριότητες, χωρίς να συμπεριλαμβάνονται στις ποσότητες αυτές τα απόβλητα της γεωργίας, του οικοδομικού τομέα και της βιομηχανίας. Αυτό σημαίνει ότι κάθε κάτοικος της Ελλάδας παράγει κατά μέσο όρο 480 κιλά αστικά απορρίμματα ετησίως.

Επισημαίνεται ότι η Περιφέρεια Αττικής παράγει περίπου το 39% της συνολικής ποσότητας, ακολουθούμενη από την Κεντρική Μακεδονία (16%), με το 9% να παράγεται μόνο στο Νομό Θεσσαλονίκης (ΓΕΔΣΑΠ, 2009). Οι εκτιμώμενες ποσότητες αστικών αποβλήτων που παράγονται στις 13 Περιφέρειες της χώρας φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 1-6).

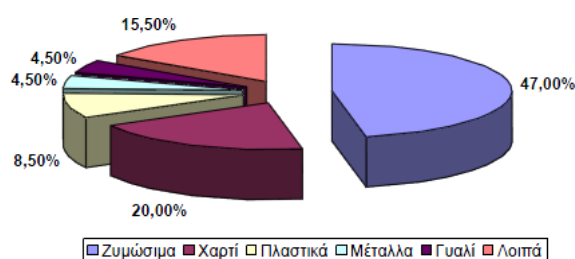
Βασική παράμετρος για το σχεδιασμό του συστήματος διαχείρισης των απορριμμάτων, την επιλογή των μεθόδων και συστημάτων διάθεσης, καθώς και τον έλεγχο της λειτουργίας των εγκαταστάσεων είναι η σύσταση των παραγόμενων αστικών αποβλήτων (Σκορδίλης, 1990). Οι ενδεχόμενες μεταβολές στη ποιοτική σύσταση των απορριμμάτων διαχρονικά, περιγράφουν τη μεταστροφή των καταναλωτικών συνηθειών και διαμορφώνουν τις μελλοντικές τάσεις παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων. Τα στοιχεία αυτά έχουν ιδιαίτερη σημασία στη χάραξη

σχεδίων διαχείρισης των απορριμμάτων σε τοπική, περιφερειακή αλλά και σε εθνική κλίμακα.



Εικόνα 1-6: Ετήσιες παραγόμενες ποσότητες ΑΣΑ ανά Περιφέρεια
(Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2003)

Η αντιπροσωπευτική μέση ποιοτική σύσταση των παραγόμενων αστικών στερεών αποβλήτων για το έτος 2001 δίνονται από τη ΚΥΑ 50910/2727/2003 (Εικόνα 1-7).



Εικόνα 1-7: Μέση ποιοτική σύσταση ΑΣΑ στην Ελλάδα για το έτος 2001
(Πηγή: ΚΥΑ 50910/2727/2003)

Η σύσταση αυτή είναι γενικά αποδεκτή ως η πιο αντιπροσωπευτική μέση σύσταση των αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα και χρησιμοποιείται στους Εθνικούς Σχεδιασμούς, διαφέρει όμως από την πραγματική σύσταση των ΑΣΑ της χώρας, η οποία παρουσιάζει εποχικές και γεωγραφικές διακυμάνσεις. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται στην έλλειψη ενός εθνικού προτύπου δειγματοληψίας και ανάλυσης των αστικών απορριμμάτων, καθώς και στην έλλειψη ενός εθνικού προγράμματος αναλύσεων με κατάλληλη γεωγραφική αντιπροσωπευτικότητα των αγροτικών,

ημιαστικών και αστικών περιοχών της χώρας. Η έλλειψη αξιόπιστων στοιχείων λειτουργεί ως τροχοπέδι στη διαστασιολόγηση του συστήματος συλλογής-μεταφοράς, των εγκαταστάσεων επεξεργασίας, της τελικής διάθεσης κ.λπ. αλλά και στη χάραξη ενιαίας πολιτικής και τη θέσπιση στόχων.

Σε σχέση με τη μέση σύσταση των αστικών στερεών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, στην Ελλάδα παρατηρείται μεγαλύτερη συμμετοχή των οργανικών αποβλήτων (τροφές, φυτικά απόβλητα κ.λπ.) και ως συνέπεια αυτού μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας και μικρότερη θερμογόνο δύναμη αλλά μικρότερες ποσότητες αποβλήτων συσκευασιών (χαρτί, πλαστικά, γυαλί, μέταλλα). Το υψηλό ποσοστό ζυμώσιμων υλικών δυσχεραίνει την εφαρμογή μεθόδων καύσης και μηχανικού διαχωρισμού, ενώ η αποικοδόμησή τους σε χώρους υγειονομικής ταφής συνδέεται με την παραγωγή μεθανίου (αέριο θερμοκηπίου). Τα ειδικά επικίνδυνα απόβλητα που περιέχονται στα απορριπτόμενα αστικά (κατηγορία υπόλοιπα) περιλαμβάνουν κυρίως φάρμακα, υλικά καθαρισμού, χρώματα-διαλυτικά, μπαταρίες και φυτοφάρμακα που είναι είτε οικιακής προέλευσης είτε προέρχονται από διάφορες επαγγελματικές δραστηριότητες (π.χ. γραφεία εμπορικά καταστήματα κ.λπ.).

Για αρκετές δεκαετίες η σύσταση των απορριμμάτων διαφοροποιούνταν με κύριο χαρακτηριστικό την υψηλή περιεκτικότητα σε ζυμώσιμα υλικά και τη σχετικά χαμηλή σε υλικά συσκευασίας. Τα τελευταία χρόνια η ποιοτική σύσταση των απορριμμάτων αποτυπώνει τη ραγδαία αύξηση των υλικών συσκευασίας (αντιπροσωπεύουν περίπου το 20% κατά βάρος των συνολικά παραγόμενων ΑΣΑ σύμφωνα με στοιχεία του 2003).

Στην Ελλάδα σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ (2002) η παραγωγή απορριμμάτων συσκευασίας είναι περίπου 100 kg /άτομο, όταν στην Ευρωπαϊκή Ένωση σύμφωνα με στοιχεία του ΟΟΣΑ, ο αντίστοιχος μέσος όρος ανέρχεται σε είναι 154 kg /άτομο.

1.5. Χαρακτηριστικά μεγέθη παραγωγής ΑΣΑ

Για τη χάραξη μίας στρατηγικής διαχείρισης απορριμμάτων και κατά συνέπεια για το σχεδιασμό ενός Συστήματος Διαχείρισης Απορριμμάτων, απαραίτητο στοιχείο είναι ο προσδιορισμός της παραγόμενης ποσότητας από ένα κοινωνικό σύνολο στη μονάδα του χρόνου

Τα χαρακτηριστικότερα μεγέθη που περιγράφουν τη ποσοτική παραγωγή των ΑΣΑ είναι η Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ) και ο αντίστοιχος Ρυθμός Παραγωγής Απορριμμάτων (ΡΠΑ). Πρέπει να τονιστεί ότι τα μεγέθη αυτά αφορούν το σύνολο της εξυπηρετούμενης περιοχής, που μπορεί να είναι ένας μόνο Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) ή μια ευρύτερη περιοχή που περιλαμβάνει περισσότερους ΟΤΑ. Η μέτρηση της ποσότητας των ΑΣΑ γίνεται σε μονάδες βάρους (kg). Η επιλογή του βάρους ως μονάδα μέτρησης οφείλεται στο γεγονός ότι υπολογίζεται πιο εύκολα από τον όγκο και είναι ανεξάρτητη από το βαθμό συμπίεσης των ΑΣΑ, ο οποίος δεν είναι ούτε ελεγχόμενος ούτε με ακρίβεια προβλέψιμος.

Η Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ) αναφέρεται σε μονάδες βάρους ανά κάτοικο ανά μέρα (kg/άτομο/μέρα), εκφράζει δηλαδή το βάρος των απορριμμάτων που παράγει ένα άτομο σε μια ημέρα. Με τη τιμή αυτή μπορούν να εκτιμηθούν περιοδικές ποσότητες για διάφορα μεγέθη πληθυσμών και για διάφορες χρονικές περιόδους (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Η ποσότητα των απορριμμάτων που παράγεται ανά κάτοικο ποικίλλει πολύ ανάλογα με τη χώρα και την περιοχή. Η ποσότητα, όπως είναι ευνόητο είναι μεγαλύτερη στις πλούσιες χώρες και στις πλούσιες περιοχές της ίδιας χώρας. Ακόμη στις αγροτικές περιοχές η ποσότητα των απορριμμάτων είναι μικρότερη από ότι στις αστικές περιοχές. Η τιμή της ΜΠΑ για την Ελλάδα κυμαίνεται από 0,6 kg/άτομο/μέρα για τις αγροτικές περιοχές ως 1,4 kg/άτομο/μέρα για τις οικονομικά ακμαίες αστικές περιοχές(aix.meng.auth.gr).

Ο Ρυθμός Παραγωγής Απορριμμάτων (ΡΠΑ) εκτιμάται για μια περιοχή πολλαπλασιάζοντας την ΜΠΑ με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό της και μετριέται σε κιλά ανά μέρα (kg/μέρα). Η εκτίμηση του ρυθμού παραγωγής είναι το πρώτο βήμα

για τη λήψη αποφάσεων που σχετίζονται με τον σχεδιασμό του Συστήματος Διαχείρισης Απορριμμάτων. Συγκεκριμένα:

- Προσδιορίζονται σχεδιαστικές παράμετροι του υποσυστήματος Συλλογής-Μεταφοράς των απορριμμάτων.
- Εκτιμάται η δυνατότητα επεξεργασίας και εκμετάλλευσης των απορριμμάτων.
- Καθορίζεται η απαιτούμενη έκταση του Χώρου Υγειονομικής Ταφής (XYT).

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν το ΡΠΑ είναι:

- Η πληθυσμιακή πυκνότητα (αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας αντιστοιχεί σε αύξηση της ΠΑ)
- Οι πληθυσμιακές διακυμάνσεις (ιδιαίτερα για τουριστικές περιοχές)
- Οι εποχές του χρόνου
- Η συχνότητα συλλογής (αύξηση συχνότητας συλλογής αντιστοιχεί σε αύξηση της ΠΑ)
- Κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες (Σημαντική επίδραση στη ποσότητα των παραγόμενων απορριμμάτων έχει το βιοτικό επίπεδο του εξυπηρετούμενου πληθυσμού. Έχει παρατηρηθεί ότι η ΜΠΑ απορριμμάτων αυξάνει ανάλογα με το βιοτικό επίπεδο. Επίσης εξαρτάται από πολιτισμικές παραμέτρους, από το τρόπο ζωής και από την ηλικία των καταναλωτών.

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι καθορισμού του ΡΠΑ:

1. Απευθείας ζύγιση των συλλεχθέντων απορριμμάτων για ορισμένη χρονική περίοδο. Αυτό γίνεται συνήθως με ζύγιση των απορριμματοφόρων οχημάτων πριν και μετά τη συλλογή σε κατάλληλες γεφυροπλάστιγγες. Η διαφορά βάρους μεταξύ πλήρους και άδειου απορριμματοφόρου δίνει το βάρος των απορριμμάτων κατά τη χρονική περίοδο συλλογής. Το πηλίκο βάρους δια χρόνου δίνει το ρυθμό παραγωγής. Η διαδικασία ζυγίσματος πρέπει να γίνεται για ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, ώστε να αποφεύγονται οι επιδράσεις των εποχιακών διακυμάνσεων και σε τακτά διαστήματα ώστε τα υπολογισμένα στοιχεία βάρους να είναι αντιπροσωπευτικά και έτσι ο υπολογιζόμενος ρυθμός παραγωγής να είναι ο ακριβέστερος δυνατός

2. Ανάλυση φορτίων η οποία συνίσταται στη καταμέτρηση των φορτίων των απορριμματοφόρων σε μια δεδομένη χρονική περίοδο και ανά τακτά διαστήματα για λόγους αντιπροσωπευτικότητας. Ένα πλήρες απορριμματοφόρο δεδομένου τύπου διακινεί ένα σταθερό όγκο απορριμμάτων. Ο όγκος αυτός είτε είναι γνωστός από στοιχεία του κατασκευαστή του απορριμματοφόρου είτε μπορεί να εκτιμηθεί με διαστασιολόγηση του κάδου του. Ταυτόχρονα, υπάρχουν κατασκευαστικά ή βιβλιογραφικά στοιχεία που αφορούν το ειδικό βάρος (κιλά ανά κυβικό μέτρο) των απορριμμάτων για δεδομένο τύπο απορριμματοφόρου όπως και ανάλογα στοιχεία για απορρίμματα μέσα σε σακούλες ή μετά τη τοποθέτηση και συμπίεση τους σε κάποιο χώρο εναπόθεσης. Στη μέθοδο αυτή είναι απαραίτητο να καταμετρώνται όλα τα απορριμματοφόρα που εξυπηρετούν την περιοχή που εξετάζεται μαζί με τους ανάλογους όγκους τους. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι κατά τη συλλογή των παραπάνω στοιχείων είναι απαραίτητο να ελέγχεται κατά πόσο τα απορριμματοφόρα είναι πλήρη στο τέλος του κύκλου συλλογής και να σημειώνεται ο τύπος του απορριμματοφόρου (ανοικτό, κλειστό, συμπιεστικό). Μια παραλλαγή της μεθόδου συνίσταται στην εκτίμηση του ρυθμού παραγωγής δια μέσου κάδων οι οποίοι τοποθετούνται σε επιλεγμένες θέσεις της πόλης. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ογκομέτρηση των κάδων και του χρόνου πλήρωσης τους. Με βάση τα δύο αυτά στοιχεία και το ειδικό βάρος των απορριμμάτων υπολογίζεται ο ρυθμός παραγωγής. Η παραλλαγή αυτή έχει εφαρμοσθεί σαν εναλλακτική λύση γρήγορου προσδιορισμού του ρυθμού παραγωγής απορριμμάτων σε αναπτυσσόμενες χώρες όπου τα συστήματα συλλογής και διάθεσης δεν είναι τελειοποιημένα αλλά υπάρχει ένα υποτυπώδες σύστημα συλλογής με κάδους. Η μέθοδος της ανάλυσης φορτίου εκτιμά έμμεσα το ρυθμό παραγωγής και δεν είναι τόσο ακριβής όσο η απευθείας ζύγιση.
3. Ανάλυση ισοζυγίου υλικών η οποία στηρίζεται στην αρχή του ισοζυγίου μάζας που επικρατεί σε ένα σύστημα (νοικοκυριό, περιοχή, δήμος, χώρα, κ.λπ.). Τα υλικά που εισέρχονται σε ένα σύστημα παραμένουν ένα χρονικό διάστημα (μικρό ή μεγάλο αναλόγως το υλικό, π.χ. τα υπολείμματα των τροφών εξέρχονται αυθημερόν ενώ τα έπιπλα μετά από χρόνια) και στη συνέχεια αποβάλλονται σαν άχρηστα. Αργά ή γρήγορα τα περισσότερα υλικά που εισέρχονται σε ένα σύστημα καταλήγουν στα απορρίμματα. Αν σε μία ορισμένη χρονική περίοδο

καταμετρηθούν εκείνα τα υλικά που απορρίπτονται ή το μέρος των υλικών αυτών που απορρίπτεται τότε είναι δυνατό να υπολογιστεί ο ρυθμός παραγωγής απορριμμάτων. Αυτό ίσως φαίνεται απλό αν ορισθεί μια κατοικία σαν σύστημα. Δεν είναι όμως τόσο απλό όταν πρόκειται για μια ολόκληρη εξυπηρετούμενη περιοχή που περιέχει πολλές κατοικίες με συχνά πολύ διαφορετικές κοινωνικοοικονομικές ιδιαιτερότητες και άρα διαφορετικές συνήθειες παραγωγής απορριμμάτων. Το κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ο ακριβής υπολογισμός του ρυθμού παραγωγής και ότι δεν απαιτούνται άμεσες μετρήσεις. Επειδή δε λαμβάνει υπόψη της μία σειρά από κοινωνικούς παράγοντες επιτρέπει ακριβέστερες προβλέψεις για την εξέλιξη του ρυθμού παραγωγής απορριμμάτων στο μέλλον. Η προσοχή κατά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής θα πρέπει να επικεντρώνεται στους ακριβείς υπολογισμούς της παραγωγής/κατανάλωσης ενός προϊόντος και στο προσδιορισμό του χρόνου παραμονής του στο μελετώμενο σύστημα (κατοικία, εμπορικό κατάστημα κ.λπ.). Πέρα από την πολυπλοκότητα της μεθόδου, το κύριο μειονέκτημα της είναι η τέλεια εξάρτηση της από τα στοιχεία παραγωγής/κατανάλωσης τα οποία μπορεί να μην υπάρχουν ούτε σε εθνικό επίπεδο, καθώς και το ότι, δεδομένα είναι διαθέσιμα μόνο για ένα περιορισμένο αριθμό προϊόντων. Για τους λόγους αυτούς η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σπάνια.

1.6. Σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ

1.6.1. Η χρονική εξέλιξη της διαχείρισης ΑΣΑ

Η έννοια της διαχείρισης των απορριμμάτων εμφανίζει μια δυναμική με το χρόνο εξέλιξη. Η συσχέτιση μεταξύ δημόσιας υγείας και ανεπαρκών μεθόδων αποθήκευσης, συλλογής και τελικής διάθεσης απορριμμάτων (που οδηγεί στην παρουσία τρωκτικών και άλλων φορέων ασθενειών) είναι γνωστή από παλιά. Δεν είναι περίεργο λοιπόν που ιστορικά ο πρώτος στόχος της διαχείρισης αφορούσε αποκλειστικά στη προστασία της δημόσιας υγείας.

Με την έντονη ευαισθητοποίηση γύρω από τα περιβαλλοντικά προβλήματα (κυρίως μετά τη δεκαετία του 70) ο στόχος διευρύνεται και αποσκοπεί στη προστασία και αποτροπή δυσμενών επιπτώσεων στον αέρα, στα νερά και στο έδαφος. Αυτή είναι η επικρατούσα σε πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, άποψη ως προς το θέμα του περιβαλλοντικά αποδεκτού τρόπου διαχείρισης, σύμφωνα με την οποία τα απορρίμματα αποτελούν άχρηστο προϊόν (απόβλητο) που θα πρέπει όμως να διατεθεί με μεθόδους που να εξασφαλίζουν την προστασία όχι μόνον της δημόσιας υγείας αλλά και του περιβάλλοντος.

Παρά την μετατόπιση του ενδιαφέροντος από το στενό πλαίσιο της δημόσιας υγείας στον ευρύτερο της προστασίας του περιβάλλοντος και της αποτροπής της ρύπανσης ορισμένα βασικά γνωρίσματα του καθεστώτος διαχείρισης δεν τροποποιούνται ουσιαστικά. Έτσι, για παράδειγμα, δεν αμφισβητείται το "δικαίωμα" του δημότη να απορρίπτει τα ανεπιθύμητα στερεά απόβλητα που παράγει. Η έμφαση δίνεται στη κατάλληλη επεξεργασία και ασφαλή διάθεση των αποβλήτων ώστε να αποτραπούν οι δυσμενείς επιπτώσεις (κίνδυνος για τη δημόσια υγεία, ρύπανση του περιβάλλοντος αργότερα). Τέλος η πολιτεία μέσω της τοπικής αυτοδιοίκησης (έστω και χωρικά διευρυμένης) είναι επιφορτισμένη με το καθήκον της διαχείρισης των αποβλήτων, επιμερίζοντας τις συνεπαγόμενες δαπάνες στους δημότες.

Αξίζει ωστόσο να επισημανθεί ότι σε πολλές χώρες της Ευρώπης, άλλα και στα πλαίσια της εξελισσόμενης ενιαίας Ευρωπαϊκής πολιτικής, προβάλλεται με αυξανόμενη επίταση, κατά τη δεκαετία του 90, η έννοια της διαχείρισης στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης, με έμφαση στην ελαχιστοποίηση παραγωγής και στη θεώρηση των απορριμμάτων ως αξιοποιήσιμου υλικού (μέσω ανάκτησης υλικών ή ενέργειας). Αποτέλεσμα της θεώρησης αυτής είναι η ριζική αλλαγή στο τρόπο αξιολόγησης των διαφόρων μεθόδων διαχείρισης, με προτεραιότητα σε εκείνες που συνεισφέρουν στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων, έτσι ώστε να εξυπηρετείται η αρχή της αειφορίας.

Παράλληλα αναδύονται νέες αντιλήψεις για τον καταμερισμό της ευθύνης και τον τρόπο οργάνωσης της διαχείρισης. Έστω και εμβρυακά, αρχίζει να τίθεται υπό αμφισβήτηση το δικαίωμα απόρριψης των αποβλήτων. Επεκτείνεται η ευθύνη

διαχείρισης στους παραγωγούς των αποβλήτων (π.χ. βιομηχανίες παραγωγής και χρήσης των υλικών συσκευασίας) οι οποίοι καλούνται να έχουν ενεργή συμμετοχή, με επακόλουθο να περιορίζεται η ευθύνη και ο ρόλος της πολιτείας. Τέλος η χωρική κλίμακα αντιμετώπισης του προβλήματος αρχίζει να ξεφεύγει από τα στενά πλαίσια των τοπικών κοινωνιών και επεκτείνεται όχι μόνον σε εθνική αλλά και υπερεθνική κλίμακα (Ανδρεαδάκης, 2000).

1.6.2. Βασικές αρχές και σκοπός διαχείρισης ΑΣΑ

Οι βασικές αρχές της διαχείρισης των στερεών αστικών αποβλήτων, σύμφωνα με τις στρατηγικές της Ε.Ε. είναι:

1. Η αρχή της «Πρόληψης»
2. Η αρχή της «Προφύλαξης»
3. Η αρχή «Ο ρυπαίνων πληρώνει» και η αρχή της «ευθύνης του παραγωγού»
4. Η αρχή της «Εγγύτητας» και της «αυτοτελούς επάρκειας»

Στόχος των αρχών αυτών είναι να εξασφαλίσουν:

- Όπου είναι δυνατόν τη διατήρηση της φύσης και των πόρων, όσον αφορά την αρχή της πρόληψης.
- Τη μείωση των επιπτώσεων των αποβλήτων στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον και ειδικότερα τη μείωση των επικίνδυνων συστατικών στα απόβλητα, όσον αφορά την αρχή της προφύλαξης.
- Πως αυτός που ρυπαίνει το περιβάλλον μέσω της παραγωγής αποβλήτων θα πρέπει να πληρώνει το κόστος των πράξεων του, όσον αφορά την αρχή ο ρυπαίνων πληρώνει και την αρχή της ευθύνης του παραγωγού.

- Μια επαρκή υποδομή μέσω της δημιουργίας ενός ολοκληρωμένου και επαρκούς δικτύου εγκαταστάσεων τελικής διάθεσης, με βάση την αρχή της εγγύτητας και της αυτοτελούς επάρκειας.

Ο σκοπός της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων είναι (Μαλλιαρός, 2000):

- Η ελαχιστοποίηση της παραγωγής τους
- Η ανάκτηση, η επαναφορά και η επαναχρησιμοποίηση διαφόρων υλικών (ανακύκλωση)
- Η συλλογή, η εναπόθεση και η επεξεργασία κατά τον ευνοϊκότερο τρόπο για το περιβάλλον

1.6.3. Η ιεραρχία της διαχείρισης ΑΣΑ

Σύμφωνα με την φιλοσοφία της κοινοτικής πολιτικής, η ανάκτηση και η διάθεση των στερεών αποβλήτων δεν αποτελούν πλέον τα σημαντικότερα στοιχεία του προβλήματος. Βασικός στόχος οποιασδήποτε πολιτικής είναι η πρόληψη και η πρόβλεψη για τη μείωση της παραγωγής τους και ειδικότερα μάλιστα για τη μείωση της αναλογίας επικινδύνων υλικών στα απορρίμματα. Οι θεμελιώδεις αρχές που διέπουν την ορθολογική διαχείριση των απορριμμάτων πρέπει να συμβάλλουν στην ελάττωση των κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον και να υποβοηθούν την αειφόρο ανάπτυξη. Στη στρατηγική της Ε.Ε. η ιεραρχία που προτείνεται σχετικά με την ορθολογική διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων, κινούμενοι από τη βέλτιστη στη χειρίστη επιλογή, παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 1-8).



Εικόνα 1-8: Η ιεραρχία της διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων
(Πηγή: Καραδήμας, 2007)

1.6.3.1. Πρόληψη - μείωση

Με την έννοια πρόληψη-μείωση στη πηγή εννοείται μια σειρά τεχνικών επιλογών και νομοθετικών-οικονομικών ρυθμίσεων, καθώς και ένα πλαίσιο κοινωνικής συμπεριφοράς και ενεργής συμμετοχής των πολιτών, με στόχο τη δραστική ελάττωση τόσο του όγκου και του βάρους όσο και της τοξικότητας των απορριμμάτων που καταλήγουν στους χώρους τελικής διάθεσης σε όσο το δυνατόν πιο αρχικό στάδιο παραγωγής τους. Η πρόληψη των αποβλήτων εστιάζεται στη «πηγή», δηλαδή εκεί που παράγονται. Αυτό μπορεί να σημαίνει:

- ✓ την επιμήκυνση του χρόνου ζωής των προϊόντων
- ✓ τη χρήση λιγότερων πόρων στα προϊόντα
- ✓ την επιλογή καθαρότερων και λιγότερο σπάταλων μεθόδων παραγωγής
- ✓ την ενημέρωση καταναλωτών ώστε να επιλέγουν συνειδητά πιο οικολογικά προϊόντα και υπηρεσίες

Η πρόληψη προϋποθέτει να μη παράγονται κάποια απορρίμματα από την αρχή και δεν πρέπει να συγχέεται με άλλες πρακτικές, όπως η ανακύκλωση ή η επαναχρησιμοποίηση όπου τα απορρίμματα έχουν ήδη παραχθεί.

Η λογική της πρόληψης αποτελεί την ελκυστικότερη μέθοδο διαχείρισης (βρίσκεται στην υψηλότερη θέση στην ιεράρχηση των διαφόρων εναλλακτικών μεθόδων που προτείνονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση) και επιτυγχάνεται με:

(α) περιορισμούς ή απαγορεύσεις στη χρήση συγκεκριμένων ουσιών (π.χ. βαρέων μετάλλων), ώστε να προλαμβάνεται σε μεταγενέστερο στάδιο η δημιουργία επικίνδυνων αποβλήτων

(β) αύξηση της τιμής της τελικής διάθεσης των αποβλήτων

(γ) θέσπιση κινήτρων για την ενθάρρυνση των καταναλωτών να αγοράζουν προϊόντα με ορθολογικό τρόπο (αγορά επαναχρησιμοποιημένων προϊόντων, αποφυγή αγοράς προϊόντων με πολλές συσκευασίες κ.λ.π.)

(δ) υιοθέτηση εναλλακτικών τρόπων τιμολόγησης των κατοίκων (πρότυπο Ελβετίας στο οποίο το τέλος καθαριότητας υπολογίζεται βάσει του όγκου και του βάρους των παραγόμενων απορριμμάτων και όχι με βάση τα τετραγωνικά της κατοικίας όπως στη χώρα μας-σύστημα PAYT, Pay As You Throw).

1.6.3.2. Επαναχρησιμοποίηση

Τη τρίτη θέση στην ιεραρχία της ορθολογικής διαχείρισης των απορριμμάτων κατέχει η επαναχρησιμοποίηση των υλικών, που αφορά κάθε διεργασία, μέσω της οποίας τα προϊόντα χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό. Η αρχή αυτή συνδυάζεται με την αρχή της ευθύνης του παραγωγού. Ο κατασκευαστής πρέπει να εξασφαλίζει 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 ώστε να διευκολύνεται η επαναχρησιμοποίηση και ανάκτηση τους. Γίνεται δηλαδή επέκταση της ζωής των προϊόντων, χωρίς μετατροπή των χαρακτηριστικών τους, που σημαίνει χωρίς επιπλέον κατανάλωση ενέργειας και πρώτων υλών (Γεωργακέλλος, 1999). Η άμεση επαναχρησιμοποίηση, κάποτε αρκετά διαδεδομένη υπό ορισμένες μορφές σε τοπικές αγορές, είναι μάλλον περιορισμένη σήμερα διεθνώς, παρά τις προσπάθειες για ευρύτερη εφαρμογή της (π.χ. επαναχρησιμοποίηση των γυάλινων μπουκαλιών είτε μέσω της επιστροφής τους στις εταιρείες ζυθοποιίας, είτε μέσω της επαναχρησιμοποίησης τους για κάλυψη οικιακών αναγκών).

1.6.3.3. Ανακύκλωση και αξιοποίηση

Η ανάκτηση υλικών από τα απορρίμματα αποτελεί τον πυρήνα κάθε αειφόρου πολιτικής διαχείρισής τους. Αυτό σημαίνει ότι σε περιπτώσεις όπου η δημιουργία τους δε μπορεί να αποφεύγεται, θα πρέπει να επαναχρησιμοποιούνται ή να υποβάλλονται σε διαδικασίες ανάκτησης υλικών. Η ανακύκλωση αποτελεί μία ευρύτερα χρησιμοποιούμενη μέθοδο ανάκτησης υλικών, κατά την οποία τα

ανακτηθέντα υλικά μετά από επεξεργασία επανέρχονται στο φυσικό και οικονομικό κύκλο. Οι βασικές μέθοδοι ανάκτησης υλικών είναι η διαλογή στην πηγή και η μηχανική διαλογή, ενώ τα βασικά ανακυκλούμενα υλικά είναι το χαρτί, το γυαλί, το αλουμίνιο και άλλα μέταλλα, τα πλαστικά, έπιπλα και είδη ένδυσης, υπολείμματα κατασκευών και κατεδαφίσεων και τα ελαστικά των οχημάτων. Τα βιοδιασπάσιμα απόβλητα, όπως τα υπολείμματα τροφίμων ή τα απόβλητα κήπων, είναι επίσης ανακυκλώσιμα με τη βοήθεια μικροοργανισμών μέσω της λιπασματοποίησης. Ο διαχωρισμός στη πηγή απαιτεί τη συμμετοχή των καταναλωτών και των τελικών χρηστών στην αλυσίδα διαχείρισης και τους καθιστά περισσότερο ευαίσθητους ως προς την ανάγκη μείωσης της παραγωγής αποβλήτων. Η μηχανική διαλογή πρέπει να στηρίζεται σε σύγχρονες μεθόδους και τεχνολογίες που επιτρέπουν την οικονομικά αποδοτική επεξεργασία των απορριμμάτων. Σημαντική προϋπόθεση αποτελεί και η δημιουργία αγορών για τα υλικά και τα προϊόντα των δραστηριοτήτων της ανακύκλωσης.

Τα κύρια οφέλη που μπορούν να προκύψουν από την εφαρμογή πρακτικών ανάκτησης-ανακύκλωσης-επαναχρησιμοποίησης υλικών είναι τα εξής:

- ✓ Μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων που οδηγούνται στη τελική διάθεση
- ✓ Εξοικονόμηση-μείωση απαιτήσεων για κατασκευή και λειτουργία χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων
- ✓ Αύξηση του χρόνου ζωής των χώρων τελικής διάθεσης
- ✓ Μείωση των παραγόμενων ποσοτήτων στραγγισμάτων και αερίων από τους χώρους τελικής διάθεσης
- ✓ Μείωση του κόστους μεταφοράς των απορριμμάτων προς τους χώρους τελικής διάθεσης
- ✓ Μείωση των οχλήσεων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά τη μεταφορά των αποβλήτων προς τους χώρους τελικής διάθεσης
- ✓ Εξοικονόμηση φυσικών πόρων
- ✓ Εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση της ρύπανσης που δημιουργείται κατά τη διαδικασία παραγωγής νέων προϊόντων
- ✓ Εξοικονόμηση πρώτων υλών
- ✓ Προστασία του περιβάλλοντος από τη μη απόρριψη αποβλήτων

- ✓ Παραγωγή προϊόντων προστιθέμενης αξίας
- ✓ Γίνεται διαχωρισμός υλικών (εκτροπή τους από το κύριο ρεύμα των απορριμμάτων) τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα κατά την εφαρμογή μεθόδων επεξεργασίας και αξιοποίησης των απορριμμάτων (π.χ. βιολογική επεξεργασία, καύση με ενεργειακή αξιοποίηση κ.λπ.).

Στο πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 1-1) παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια οφέλη που προκύπτουν από την αντικατάσταση πρώτων υλών με δευτερογενείς (ανακτήσιμα υλικά

ΜΕΙΩΣΗ (%)	ΧΑΡΤΙ	ΓΥΑΛΙ	ΧΑΛΚΟΣ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Ενέργεια	23 - 74	4 - 32	47 - 74	90 - 97
Αέρια ρύπανση	73 - 74	6 - 22	85 - 86	95
Ρύπανση υδάτων	35	-	76	97
Χρήση νερού	58 - 60	50	40	-

Πίνακας 1-1: Οφέλη από αντικατάσταση πρώτων υλών με δευτερογενείς
(Πηγή: dafni.net.gr)

1.6.3.4. Κομποστοποίηση

Η κομποστοποίηση εντάσσεται (κατά μία έννοια) στην ανακύκλωση, αφού είναι στην ουσία η ανακύκλωση των οργανικών υλικών των απορριμμάτων μας. Στόχος της κομποστοποίησης θα πρέπει να είναι η συνεχής επέκταση και βελτίωση της διαλογής των απορριμμάτων στην πηγή, με τελικό στόχο τον πλήρη διαχωρισμό του οργανικού κλάσματος. Το οργανικό κλάσμα καταλαμβάνει μεγάλο ποσοστό του συνολικού όγκου των απορριμμάτων και συνεπώς η επεξεργασία του συμβάλλει στην αποτροπή της εδαφικής διάθεσης σημαντικών ποσοτήτων στερεών αποβλήτων. Επίσης, η μέθοδος της κομποστοποίησης συμβάλλει, υπό προϋποθέσεις, στη βελτίωση της ποιότητας εδαφών χαμηλής περιεκτικότητας σε οργανική ουσία, στη κατασκευή βιοφίλτρων απόσμησης κ.α. Το βασικό πλεονέκτημα της κομποστοποίησης είναι ότι ανακτάται το οργανικό μέρος των απορριμμάτων και μετατρέπεται σε χρήσιμο εδαφοβελτιωτικό. Με εκτεταμένα προγράμματα κομποστοποίησης στην Ελλάδα

μπορεί να μειωθεί σημαντικά ο όγκος των απορριμμάτων που καταλήγει στους χώρους τελικής διάθεσης.

1.6.3.5. Ανάκτηση ενέργειας

Σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η ανάκτηση υλικών λόγω τεχνικών περιορισμών, τα απορρίμματα με σημαντικό θερμικό περιεχόμενο θα πρέπει να οδηγούνται σε μονάδες καύσης με στόχο την ανάκτηση ενέργειας, ώστε να διατεθεί μόνο το κλάσμα που δε δύναται να αξιοποιηθεί. Η καύση αποτελεί μέθοδο ανάκτησης ενέργειας, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεμονωμένα στη διαχείρισή τους ή σε συνδυασμό με τις άλλες μεθόδους που προαναφέρθηκαν και η οποία μπορεί να εφαρμοσθεί στα αστικά απορρίμματα, στα απορρίμματα εμπορικών δραστηριοτήτων, στα νοσοκομειακά (μολυσματικά) απόβλητα και στις ιλείς από την επεξεργασία αστικών λυμάτων. Τα οφέλη της θερμικής επεξεργασίας σε σύγχρονες εγκαταστάσεις είναι η παραγωγή ηλεκτρικής-θερμικής ενέργειας και η ανάκτηση των σιδηρούχων και μη σιδηρούχων μετάλλων. Πρόκειται για μέθοδο που χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές ευρωπαϊκές και αμερικανικές χώρες.

Ανάκτηση ενέργειας μπορεί να γίνει και στους χώρους υγειονομικής ταφής. Όμως, η μέθοδος αυτή συνδέεται με δέσμευση σημαντικών εκτάσεων γης, οι οποίες υποβαθμίζονται και απαιτούν στη συνέχεια αποκατάσταση.

1.6.3.6. Τελική Διάθεση των υπολειμμάτων

Σύμφωνα με το κοινοτικό θεσμικό πλαίσιο τα κράτη-μέλη οφείλουν να λάβουν κατάλληλα μέτρα ώστε να δημιουργήσουν ολοκληρωμένο και επαρκές δίκτυο εγκαταστάσεων διάθεσης απορριμμάτων, το οποίο θα επιτρέψει στην Κοινότητα να καταστεί αυτάρκης, όσον αφορά στη διάθεσή τους.

Η απόρριψη των αστικών στερεών αποβλήτων σε χωματερή, είναι η λιγότερο καλή και πρέπει να είναι η έσχατη λύση. Έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, ιδίως αν ληφθούν υπόψη τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα από τη χρήση ενός χώρου για χωματερή. Οι στρατηγικές αντιμετώπισης πρέπει πάντως να εμποδίζουν και εφόσον αυτό δεν είναι δυνατό, να ελαχιστοποιούν τις ποσότητες απορριμμάτων που προορίζονται για χωματερές.

Μεσοπρόθεσμα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θεωρεί ότι μόνο τα μη ανακτήσιμα και αδρανή απόβλητα πρέπει να γίνονται δεκτά σε χωματερές. Υπάρχει ήδη αρκετή επιβάρυνση στο περιβάλλον που προέρχεται από παλαιές χωματερές, χώρους ανεξέλεγκτης απόθεσης και διάφορες εγκαταλειμμένες εγκαταστάσεις και θα απαιτηθεί ιδιαίτερη προσπάθεια για την αποκατάσταση των χώρων αυτών.

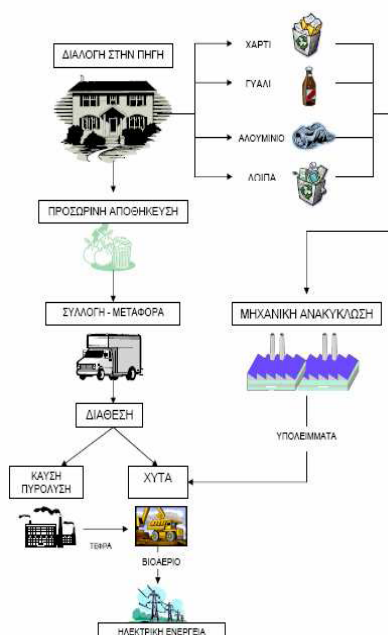
Οι σύγχρονες τεχνολογίες δίνουν τη δυνατότητα για ανάκτηση υλικών και ενέργειας, ώστε το τελικό προϊόν που απομένει να είναι περιορισμένο σε όγκο και βάρος και να διατίθεται ως υπόλειμμα πλέον και όχι ως απόρριμμα στους χώρους εδαφικής διάθεσης.

1.7. Στάδια διαχείρισης των ΑΣΑ

Με την κλασική έννοια της διαχείρισης απορριμμάτων νοείται το σύνολο των απαιτούμενων ενεργειών που περιλαμβάνει:

- τη προσωρινή αποθήκευσή τους
- τη συλλογή τους
- τη μεταφορά τους
- τη κατά περίπτωση μεταφόρτωση τους
- την επεξεργασία τους με την ανακύκλωση ή/και την ανάκτηση ενέργειας από αυτά
- τη τελική διάθεση τους

Η ολοκληρωμένη διαχείριση των στερεών αποβλήτων παρουσιάζεται παραστατικά στην ακόλουθη εικόνα (Εικόνα 1-9).



Εικόνα 1-9: Στάδια διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων
(Πηγή: Σκορδίλης, 1993)

1.7.1. Προσωρινή αποθήκευση ΑΣΑ

Με τον όρο «προσωρινή αποθήκευση» νοείται η τοποθέτηση των παραγόμενων αποβλήτων σε κατάλληλο και ορισμένο χώρο μέχρι τη στιγμή που θα πραγματοποιηθεί η συλλογή αυτών (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Για την προσωρινή αποθήκευση, χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα όπως μεταλλικά ή πλαστικά δοχεία μικρού μεγέθους, σακούλες, χάρτινες ή πλαστικές, οι οποίες αποτελούν το πιο συνηθισμένο μέσο προσωρινής αποθήκευσης και χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με κάδους προσωρινής αποθήκευσης. Τα απορρίμματα αφού συλλεχθούν σε σακούλες, τοποθετούνται στη συνέχεια σε κάδους. Μελέτες δείχνουν ότι το μέγεθος και ο τύπος του κάδου μπορεί να επηρεάζει το ρυθμό απόρριψης απορριμμάτων. Η εισαγωγή μεγάλων κάδων αυξάνει την απορριπτόμενη ποσότητα. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι στους κάδους απορρίπτονται ογκώδη και

άλλου τύπου απόβλητα που δεν είναι δυνατό να γίνει με τις σακούλες (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Οι κάδοι απορριμμάτων ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες:

1. τους συρόμενους κάδους, οι οποίοι σύρονται στο χώρο απόθεσης (σταθμός μεταφόρτωσης ή χώρος επεξεργασίας/διάθεσης), εκκενώνονται και οδηγούνται στην αρχική τους θέση και
2. τους στάσιμους κάδους, που παραμένουν στη θέση τους, εκτός από μικρές μετακινήσεις από το πεζοδρόμιο μέχρι το απορριματοφόρο.

Οι συρόμενοι κάδοι τοποθετούνται σε καθορισμένα σημεία της πόλης για απόρριψη σε αυτούς (από τους πολίτες) κυρίως ογκωδών αντικειμένων και αδρανών υλικών που δε μεταφέρονται με τα απορριματοφόρα. Συχνά χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με σταθερή πρέσα για τη συμπίεση των απορριμμάτων. Συνήθως χρησιμοποιούνται τρεις τύποι συρόμενων κάδων:

- Container (Απορριματοκιβώτιο)-πρέσα, για χώρους με μεγάλη παραγωγή αποβλήτων, όπως οικιστικά συγκροτήματα, βιομηχανίες, νοσοκομεία, κ.τ.λ. Το μέγεθος τους κυμαίνεται από 15 μέχρι 40 m³ και είναι κατά κανόνα κλειστό. Μπορεί να εξυπηρετήσει μέχρι και 20 χιλιάδες κατοίκους (καθημερινή συλλογή) λειτουργώντας ουσιαστικά ως σταθμός μεταφόρτωσης και η εκκένωση γίνεται με συρόμενο διάφραγμα.
- Container ορθογωνικής ανοικτής διατομής. Το μέγεθος τους φτάνει μέχρι 40 m³ και η εκκένωση τους γίνεται με ανατροπή.
- Container τραπεζοειδούς διατομής τύπου σκάφης. Η χωρητικότητα τους είναι γύρω στα 10 m³. Χρησιμοποιείται για μπάζα και άλλα ογκώδη αντικείμενα.

Τα πλεονεκτήματα των συρόμενων κάδων σχετίζονται με τη μείωση του χρόνου διαχείρισης, του προσωπικού συγκομιδής (οδηγός απορριματοφόρου και δύο βοηθοί συλλέκτες) καθώς και τη μεγάλη ευελιξία ως προς τα μεγέθη και τα είδη των κάδων. Τα μειονεκτήματα που συνοδεύουν την επιλογή συρόμενων κάδων είναι το χειρονακτικό τους γέμισμα και ο συνήθως μικρός βαθμός πλήρωσης του κάδου.

Οι στάσιμοι κάδοι χρησιμοποιούνται για όλα τα είδη των απορριμμάτων. Υπάρχουν δύο τύποι στάσιμων κάδων: οι κυλιόμενοι και οι σταθεροί κάδοι. Οι κυλιόμενοι κάδοι

είναι οι συνηθέστεροι και χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με μηχανική συλλογή και έχουν αποδειχθεί ως ένα ιδιαίτερα αποτελεσματικό και ευέλικτο σύστημα προσωρινής αποθήκευσης. Οι κάδοι αυτοί τοποθετούνται σε επιλεγμένες θέσεις με εύκολη πρόσβαση για τα απορριμματοφόρα και αδειάζονται με τη βοήθεια ειδικού μηχανισμού. Οι κάδοι αυτοί είναι μεταλλικοί ή πλαστικοί και η χωρητικότητα τους κυμαίνεται από 80 μέχρι 400 λίτρα για κάδους με δύο ρόδες, και από 500 μέχρι 1700 λίτρα για κάδους με τέσσερις ρόδες.

Βασικά πλεονεκτήματα των κυλιόμενων κάδων είναι η εξασφάλιση καλών συνθηκών υγιεινής, η διευκόλυνση του έργου των εργατών και η μείωση του απαιτούμενου χρόνου συλλογής. Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγονται το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης, η προϋπόθεση ύπαρξης κατάλληλων χώρων για την τοποθέτησή τους με καλή πρόσβαση και η απαίτηση για πρόσθετο εξοπλισμό όπως το σύστημα ανύψωσης κάδων στα απορριμματοφόρα και το αυτοκίνητο-πλυντήριο κάδων.

Οι σταθεροί κάδοι πακτώνονται στο πεζοδρόμιο ή γενικότερα στο έδαφος. Η εκκένωση του κάδου γίνεται χειρωνακτικά. Οι χωρητικότητες κυμαίνονται από 150 μέχρι 500 λίτρα. Έναντι του πλεονεκτήματος του χαμηλού κόστους, τα κύρια μειονεκτήματα τους είναι η δυσκολία στο πλύσιμο, η αυξημένη πιθανότητα ρύπανσης του πυθμένα και του γύρω εδάφους όταν τα απορριπτόμενα υλικά δεν είναι μέσα σε σακούλες και η αυξημένη πιθανότητα τραυματισμού του προσωπικού ή των πολιτών από τις αιχμηρές γωνίες.

Ένα νέο είδος κάδων που συγκαταλέγεται στους σταθερούς κάδους είναι οι υπόγειοι κάδοι απορριμμάτων, οι οποίοι βελτιώνουν την αισθητική του χώρου. Έχουν χωρητικότητα μέχρι 3,50 m³ με το μισό περίπου κάδο (περίπου 1.5 m) βυθισμένο. Μέσα στο σταθερό κάδο τοποθετείται εσωτερικός επαναχρησιμοποιούμενος σάκος από πλαστικό υλικό ή πλαστική σακούλα μιας χρήσεως. Τα απόβλητα συμπιέζονται με το βάρος τους. Η εκκένωση τους γίνεται από ειδικά οχήματα συλλογής (Αμπελιώτης, 2006). Μπορεί να έχει μεγαλύτερο κόστος επένδυσης, αλλά αντισταθμίζεται μερικώς από τη μικρότερη συχνότητα εκκένωσης (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Σαν γενικά κριτήρια για την εκλογή των κάδων λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- Άνεση. Οι κάδοι που θα εκλεγούν πρέπει να δίνουν άνεση στους πολίτες και το προσωπικό της δημοτικής υπηρεσίας.
- Ασφάλεια. Οι κάδοι πρέπει να παρέχουν ασφάλεια στους χρήστες και τα πρόσωπα που είναι επιφορτισμένα με τις περαιτέρω φορτοεκφορτώσεις.
- Αθόρυβη λειτουργία. Πρέπει η εκκένωση των κάδων και τα απορριμματοφόρα να είναι κατά το δυνατό αθόρυβα.
- Ευρωστία - αξιοπιστία σε όλη τη διάρκεια της λειτουργίας.

Απαραίτητες μετρήσεις για την επιλογή των κάδων είναι οι παρακάτω:

- Πληθυσμός της εξυπηρετούμενης περιοχής
- Αριθμός νοικοκυριών
- Το μέσο ημερήσιο συλλεγόμενο φορτίο
- Οικιστική και κτιριακή δόμηση

Σα βάση εκτιμήσεων χρησιμοποιείται η δομή της κατοικίας. Στη πυκνοδομημένη οίκηση (συλλογική οίκηση), υπάρχει ενδιαφέρον για την εκλογή μιας χωρητικότητας κάδων, όσο το δυνατόν μεγαλύτερης. Π.χ. για τους κυλιόμενους κάδους, εφόσον η προσπέλαση το επιτρέπει, θα χρησιμοποιηθούν κάδοι των 750 ή των 1.100 lt (aix.meng.auth.gr).

1.7.2. Συλλογή και Μεταφορά ΑΣΑ

Η διαδικασία της συλλογής των απορριμμάτων αποτελεί ένα πολύ σημαντικό τμήμα του συστήματος διαχείρισης των απορριμμάτων γιατί αφενός το ποσοστό συμμετοχής του σταδίου αυτού στο συνολικό κόστος είναι ιδιαίτερα υψηλό και φτάνει συνήθως το 70-100% (Λαζαρίδη, 2006) και αφετέρου επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τη ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών στους κατοίκους.

Η συλλογή αναφέρεται στην εκκένωση των κάδων προσωρινής αποθήκευσης και μπορεί να γίνει χειρωνακτικά από τους εργαζόμενους ή με τη χρήση των ανυψωτικών μηχανισμών που διαθέτουν τα απορριματοφόρα (Αμπελιώτης, 2006).

Η χειρωνακτική συλλογή πραγματοποιείται από τους εργάτες αποκομιδής, χωρίς τη συμμετοχή του οδηγού του απορριματοφόρου. Το χρησιμοποιούμενο απορριματοφόρο είναι με ή χωρίς μηχανισμό και η φόρτωση γίνεται στο πίσω μέρος. Η ημιαυτόματη συλλογή πραγματοποιείται από απορριματοφόρο με μηχανισμό πλευρικής φόρτωσης. Η εργασία διεκπεραιώνεται μόνο από τον οδηγό του απορριματοφόρου, που συλλέγει τους κάδους από συγκεκριμένες θέσεις δίπλα στο κράσπεδο του πεζοδρομίου. Η αυτόματη συλλογή πραγματοποιείται με απορριματοφόρα εμπρόσθιας φόρτωσης με χρήση μηχανισμού ανύψωσης μεγάλων κάδων τοποθετημένων σε καθορισμένες θέσεις. Η όλη εργασία φορτοεκφόρτωσης πραγματοποιείται μόνο από τον οδηγό του απορριματοφόρου.

Τα απορρίμματα αφού αποθηκευτούν προσωρινά από τον πολίτη συλλέγονται και μεταφέρονται για περαιτέρω επεξεργασία ή τελική διάθεση. Εάν ο πολίτης αποθηκεύσει προσωρινά όλα τα απορρίμματα (σύμμεικτα) σε μια σακούλα ή κάδο, τότε το σύστημα συλλογής που εφαρμόζεται είναι η μεικτή συλλογή. Στη περίπτωση της μεικτής συλλογής τα σύμμεικτα απορρίμματα μπορούν να οδηγηθούν σε μονάδες μηχανικής διαλογής για περαιτέρω επεξεργασία. Όταν ο πολίτης όμως αποθηκεύσει ξεχωριστά κάποια υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν από τα υπόλοιπα απορρίμματα, τότε το σύστημα συλλογής που εφαρμόζεται η διαλογή στη πηγή.

Η διαλογή στη πηγή έχει στόχο το χωρισμό στη πηγή των χρήσιμων υλικών που υπάρχουν στα απορρίμματα, όπως γυαλιά, πλαστικά, χαρτιά-χαρτόνια και άλλα υλικά (σιδηρικά, μπαταρίες κ.α.) (Ανδρεαδάκης, 2002).

Οι παράμετροι που πρέπει να εξετάζονται κατά την οργάνωση ενός συστήματος συλλογής περιλαμβάνουν: (i) την επιλογή των σημείων συλλογής, (ii) το καθορισμό της συχνότητας συλλογής, (iii) την επιλογή του απαιτούμενου μηχανολογικού εξοπλισμού και προσωπικού και (iv) τον καθορισμό των δρομολογίων συλλογής (Ανδρεαδάκης, 2000).

Η συχνότητα συλλογής των αποβλήτων από τα απορριμματοφόρα είναι ο βασικότερος ίσως παράγοντας που θα καθορίσει το μέγεθος, την πυκνότητα και το είδος των κάδων που θα χρησιμοποιηθούν.

Η συχνότητα συλλογής εξαρτάται βασικά από το κλίμα. Στα ψυχρά κλίματα της Βόρειας Ευρώπης η συχνότητα συλλογής είναι μία ή δύο φορές την εβδομάδα, ανάλογα με τις τοπικές συνήθειες. Επομένως η χωρητικότητα των κάδων θα πρέπει να αντιστοιχεί στη ποσότητα των αποβλήτων που παράγεται στη περίοδο ανάμεσα στα δρομολόγια συλλογής.

Στις θερμότερες Μεσογειακές χώρες ακόμη και η 24ωρη αποθήκευση των αστικών αποβλήτων, έχει σοβαρούς κινδύνους ενοχλήσεων από οσμές και έντομα. Η ημερήσια συλλογή είναι η πιο διαδεδομένη και επομένως η απαιτούμενη χωρητικότητα των κάδων είναι μικρότερη.

Μία άλλη σημαντική παράμετρος για τη συχνότητα συλλογής αποτελεί η πληθυσμιακή πυκνότητα σε συνδυασμό με τα οικιστικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Είναι φανερό ότι σε περιοχές με μεγάλη πληθυσμιακή πυκνότητα χρειάζεται ο βέλτιστος, τεχνικά και οικονομικά, συνδυασμός αποκομιδής, μεγέθους και πυκνότητας κάδων.

Για λόγους αισθητικής και υγιεινής, η μικρότερη παραδεκτή συχνότητα συλλογής των οικιακών απορριμμάτων που περιέχουν υπολείμματα τροφών και άλλα ζυμώσιμα υλικά είναι μία φορά την εβδομάδα. Ιδιαίτερα στη χώρα μας λόγω και του θερμού κλίματος η συλλογή στις αστικές περιοχές γίνεται συνήθως καθημερινά ή κάθε δύο μέρες, ενώ στις αγροτικές περιοχές η συλλογή μπορεί να γίνεται μία ή δύο φορές την εβδομάδα (Ανδρεαδάκης, 2000).

Η συλλογή κατατάσσεται ανάλογα με τη χρονική έναρξη και λήξη των απορριμματοφόρων σε i) ημερήσια συλλογή, που ξεκινά πολύ νωρίς, πριν τις 7:00 π.μ. για να ενοχλεί λιγότερο την κυκλοφορία. Δίνεται προτεραιότητα στις περιοχές γύρω από τα σχολεία, το κέντρο της πόλης, τα εμπορικά κέντρα και τους μεγάλους άξονες ώστε τα πεζοδρόμια να είναι ελεύθερα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το πρωί

ή το απόγευμα γίνεται η συλλογή στις περιοχές κατοικίας. Η ημερήσια συλλογή πρέπει να γίνεται μέσα στο συνηθισμένο ωράριο εργασίας, για να μην αυξάνεται το κόστος εργασίας. ii) νυχτερινή συλλογή, που πρέπει να αρχίζει στις 7:00 μ.μ. από τις περιοχές κατοικίας και τη περιφέρεια και να κατευθύνεται προς τα εμπορικά κέντρα μόλις ελαττωθεί η πυκνότητα της κυκλοφορίας.

Η συνηθέστερη υπηρεσία συλλογής των απορριμμάτων είναι η περιοδική διέλευση του απορριμματοφόρου από τους δρόμους που προορίζεται να εξυπηρετήσει. Τα απορριμματοφόρα ακολουθούν μια σταθερή διαδρομή στους δρόμους της εξυπηρετούμενης διαδρομής. Ξεκινούν από το χώρο στάθμευσης, φτάνουν στη περιοχή ευθύνης τους και στη συνέχεια πραγματοποιούν στάσεις σε προκαθορισμένα σημεία που υπάρχουν κάδοι. Όταν τα απορριμματοφόρα γεμίσουν μετακινούνται στο χώρο απόθεσης, αδειάζουν και επιστρέφουν για νέο κύκλο συλλογής (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Στις περιπτώσεις χειρονακτικής αποκομιδής ο συλλέκτης κατεβαίνει από το απορριμματοφόρο και πετάει τις σακούλες μέσα σε αυτό ή αδειάζει τον κάδο και τον επαναφέρει στη θέση του, ενώ σε περιπτώσεις μηχανικής αποκομιδής ο συλλέκτης μετακινεί τον κάδο και τον συνδέει με τον ειδικό μηχανισμό ανατροπής για την εκκένωσή του (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Τα σύγχρονα οχήματα συλλογής απορριμμάτων είναι κλειστού τύπου, εφοδιασμένα με σύστημα συμπίεσης των απορριμμάτων και σύστημα ανύψωσης κάδων. Απορριμματοφόρα ανοικτού τύπου χρησιμοποιούνται πλέον μόνο για τη συλλογή ογκωδών αντικειμένων που δε μπορούν να φορτωθούν στα κλειστά οχήματα. Το μέγεθος του απορριμματοφόρου καθορίζεται από την ποσότητα των παραγόμενων απορριμμάτων, το είδος της περιοχής και το πλάτος των δρόμων.

Ο καθορισμός των σημείων της αποκομιδής των απορριμμάτων είναι από τις σημαντικότερες παραμέτρους που επηρεάζουν σημαντικά το κόστος της συλλογής, το είδος και την ποσότητα του απαιτούμενου εξοπλισμού αλλά και την ποιότητα των παρεχομένων υπηρεσιών στους κατοίκους της περιοχής.

Οι δυνατότητες επιλογής είναι:

- συλλογή από περιορισμένο αριθμό προκαθορισμένων κεντρικών σημείων σε οδικές αρτηρίες
- συλλογή από ένα ή περισσότερα σημεία κάθε οικοδομικού τετραγώνου ή δρόμου
- συλλογή από πόρτα σε πόρτα

Για την οργάνωση των δρομολογίων συλλογής λαμβάνονται υπόψη:

- ⇒ Η παραγωγή απορριμμάτων. Για να ορισθούν τα δρομολόγια, απαιτείται μια εκτίμηση της ποσότητας των απορριμμάτων που θα συλλεχθούν. Η εκτίμηση αυτή πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ακριβής.
- ⇒ Η απόδοση των μέσων συλλογής. Μετά την εύρεση της ποσότητας των παραγομένων απορριμμάτων, καθορίζεται το πώς θα γίνει η μεταφορά τους με τα υφιστάμενα μέσα συλλογής (ή τα προς απόκτηση). Η απόδοση των μέσων συλλογής εξαρτάται από την ταχύτητα συλλογής που επηρεάζεται από την πυκνότητα και τον τύπο των χρησιμοποιούμενων κάδων και την ικανότητα υποδοχής του απορριμματοφόρου, που σχετίζεται με το γεωμετρικό του όγκο και την απόδοση του συστήματος συμπίεσης.
- ⇒ Οι περιορισμοί στη συλλογή.

Σε αστικές περιοχές η οργάνωση των δρομολογίων συλλογής πρέπει να λαμβάνει υπόψη της τους ακόλουθους περιορισμούς:

1. Τα ωράρια, τη διάρκεια και τη συχνότητα της συλλογής.
2. Τους δρόμους ή τις περιοχές προτεραιότητας όπως, το κέντρο της πόλης, τους κύριους άξονες κυκλοφορίας, τις εμπορικές περιοχές κ.λπ.
3. Τους δρόμους μονής κατεύθυνσης.
4. Τους στενούς δρόμους, που δεν είναι βατοί από τα συνήθη απορριμματοφόρα.
5. Τους φαρδύς δρόμους, που θα γίνεται συλλογή με δύο διαδρομές (με τη μία θα περνούν τους ζυγούς και με την άλλη τους μονούς).

Στις αγροτικές περιοχές οι περιορισμοί είναι διαφορετικοί και αφορούν:

1. Τις συχνότητες συλλογής που μπορεί να είναι εβδομαδιαίες
2. Τις διακυμάνσεις στην παραγωγή των απορριμμάτων σε συνάρτηση με την ημέρα της αιχμής.

3. Τις δυσκολίες στην κυκλοφορία σε ορισμένους επαρχιακούς ή κοινοτικούς δρόμους.
4. Τις κυκλοφοριακές δυσχέρειες κατά τη χειμερινή περίοδο, ιδιαίτερα στις ορεινές περιοχές.

Τέλος και στις δύο περιπτώσεις (αστικές, αγροτικές περιοχές) πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η θέση του γκαράζ εκκίνησης των απορριμματοφόρων (αμαξοστάσιο) και η θέση του χώρου διάθεσης απορριμμάτων (χώρος υγειονομικής ταφής ή μονάδα επεξεργασίας).

Η ελαχιστοποίηση των διαδρομών που θα κάνει ένα απορριμματοφόρο είναι πολύ σημαντική γιατί:

- Μειώνεται η ατμοσφαιρική ρύπανση την οποία προκαλεί το απορριμματοφόρο.
- Μειώνεται η όχληση που προκαλεί στην κυκλοφορία.
- Γίνεται οικονομία στα καύσιμα και τα ημερομίσθια (aix.meg.auth.gr).

Η «μεταφορά» είναι το στάδιο κατά το οποίο το απορριμματοφόρο έχει ολοκληρώσει τη συλλογή των αστικών στερεών αποβλήτων από τους κάδους και οδηγείται προς το χώρο επεξεργασίας ή το χώρο διάθεσης.

Η απόσταση από τα σημεία συλλογής μέχρι το χώρο διάθεσης ή επεξεργασίας παίζει καθοριστικό ρόλο στο κόστος μεταφοράς. Στα μεγάλα αστικά κέντρα, όπως είναι η Αθήνα, θα ήταν χρήσιμη η ύπαρξη σταθμών μεταφόρτωσης (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

1.7.2.1. Σταθμοί Μεταφόρτωσης ΑΣΑ

Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) είναι μια εγκατάσταση όπου τα αστικά απόβλητα, που συλλέγονται από τα απορριμματοφόρα, μεταφορτώνονται σε άλλα οχήματα και μεταφέρονται σε μονάδα/ες επεξεργασίας ή/και τελικής διάθεσης.

Οι σταθμοί αυτοί πρέπει να χωροθετούνται σε κεντροβαρή σημεία ως προς τις πηγές δημιουργίας των απορριμμάτων, ώστε τα απορριμματοφόρα οχήματα μετά την συμπλήρωση του φορτίου τους να διανύουν την ελάχιστη δυνατή απόσταση μέχρι το ΣΜΑ, όπου ξεφορτώνουν και επιστρέφουν και πάλι στο έργο της αποκομιδής.

Οι σταθμοί μεταφόρτωσης μπορεί να είναι εξοπλισμένοι με σύστημα συμπίεσης αποβλήτων, όπου μειώνεται ο όγκος των ΑΣΑ με άμεσο αποτέλεσμα τη μείωση της απαιτούμενης έκτασης για τελική διάθεση. Εναλλακτικά ενδέχεται να πραγματοποιηθεί δεματοποίηση των αποβλήτων με χρήση εγκαταστάσεων υψηλού βαθμού συμπίεσης οπότε τα απόβλητα μεταφέρονται στο χώρο τελικής διάθεσης υπό την μορφή δεμάτων. Πέραν του συστήματος συμπίεσης και δεματοποίησης στους σταθμούς μεταφόρτωσης μπορεί να γίνεται μερική διαλογή υλικών κυρίως των μετάλλων, στο βαθμό που είναι εξοπλισμένοι κατάλληλα (μεταφορικές ταινίες, συστήματα διαλογής).

Η διαδικασία της μεταφόρτωσης μπορεί να πραγματοποιηθεί με χρήση κινητών ή σταθερών σταθμών μεταφόρτωσης. Σταθερός θεωρείται ο σταθμός μεταφόρτωσης όπου όλες οι απαραίτητες διαδικασίες εκτελούνται σε συγκεκριμένο χώρο με τη κατάλληλη πάγια εγκατάσταση και τεχνική υποδομή. Κινητός σταθμός μεταφόρτωσης θεωρείται οποιοσδήποτε τύπος οχήματος ή συνδυασμός οχημάτων, που φέρει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την υποδοχή των αποβλήτων χωρίς τη μεσολάβηση πάγιων εγκαταστάσεων.

Τα πλεονεκτήματα της παρεμβολής στο κύκλωμα μεταφοράς ενός σταθμού μεταφόρτωσης είναι:

- ✓ Η συντόμευση δρομολογίων μεταφοράς και άρα ελάφρυνση κυκλοφοριακού φόρτου, καθώς και μείωση της φθοράς και καλύτερη αξιοποίηση των απορριμματοφόρων
- ✓ Η διεύρυνση της ακτίνας αναζήτησης χώρων τελικής διάθεσης. Μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας (και οι αντίστοιχες περιβαλλοντικές επιπτώσεις) για τη μεταφορά

- ✓ Η δυνατότητα διαχωρισμού των απορριμμάτων σε επιμέρους κατηγορίες (υλικά-στόχους) στις εγκαταστάσεις του ΣΜΑ
- ✓ Η διευκόλυνση των πολιτών για απευθείας μεταφορά ογκωδών αντικειμένων
- ✓ Η μείωση στο μέτωπο εργασίας στο ΧΥΤΑ καθώς μειώνεται ο ρυθμός άφιξης των προς εκκένωση οχημάτων.

Η υιοθέτηση σταθμών μεταφόρτωσης προϋποθέτει κατάλληλη τεχνικοοικονομική μελέτη στην οποία να συναξιολογούνται αφενός μεν οι πάγιες δαπάνες κατασκευής και το κόστος λειτουργίας του σταθμού αφετέρου δε τα οικονομικά πλεονεκτήματα από τις μειωμένες διαδρομές των απορριμματοφόρων (αποτελεσματικότερη αξιοποίηση προσωπικού συλλογής, μειωμένες δαπάνες συντήρησης απορριμματοφόρων κ.λπ.). Στη μελέτη θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και περιβαλλοντικοί παράγοντες (μείωση επιπτώσεων από την αποφυγή μετακίνησης απορριμματοφόρων προς τους χώρους διάθεσης, ευελιξία ως προς την επιλογή της θέσης τελικής διάθεσης, η οποία θα μπορεί να βρίσκεται σε μεγαλύτερες αποστάσεις από οικιστικές περιοχές) (Ανδρεαδάκης, 2000).

1.8. Μέθοδοι επεξεργασίας των ΑΣΑ

Τα μεγάλα αστικά κέντρα παράγουν πολύ μεγάλες ποσότητες στερεών αποβλήτων σε πολύ μικρό χώρο. Για αυτόν ακριβώς το λόγο η αναζήτηση καινούργιων και ολοένα πιο αποτελεσματικών μεθόδων διαχείρισης των στερεών αποβλήτων που να υπερβαίνουν τους χώρους ταφής αποτελεί μόνιμο στοιχείο των ερευνητικών και επιστημονικών αναζητήσεων τα τελευταία χρόνια.

Το πλαίσιο αυτό φέρει στο προσκήνιο την αναγκαιότητα Συστημάτων Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Αστικών Αποβλήτων. Η βασική αρχή πίσω από την έννοια, είναι η εκτροπή όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ποσότητας απορριμμάτων από την τελική αναπόφευκτη διάθεση στο έδαφος σύμφωνα με μια ποικιλία οικονομικών, περιβαλλοντικών, τεχνολογικών, πολιτικών και κοινωνικών κριτηρίων. Για το σκοπό αυτό αναπτύσσεται μια ολοκληρωμένη ιεραρχία διαχείρισης. Κάθε Σύστημα

Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Αστικών Αποβλήτων είναι εκ φύσεως σύνθετο καθώς εμπεριέχει διαφορετικά αλληλοσυνδεόμενα προβλήματα ενώ καλείται να ανταποκριθεί σε συχνά αντικρουόμενους αντικειμενικούς σκοπούς και στόχους.

Ένα ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Αστικών Αποβλήτων περιλαμβάνει την εφαρμογή προγραμμάτων για τη βελτιστοποίηση του συστήματος συλλογής, το περιορισμό της παραγωγής αποβλήτων, την διαλογή στην πηγή, την ανακύκλωση των διαχωρισθέντων υλικών, την εφαρμογή συστημάτων μεταφόρτωσης για την αύξηση της οικονομικής αποδοτικότητας του συστήματος, τη χρήση μεθόδων επεξεργασίας με στόχο την ενεργειακή αξιοποίηση ή την επαναχρησιμοποίηση των υλικών και τη διάθεση του τελικού υπολείμματος σε σύγχρονους χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (XYTY).

Με τον όρο «επεξεργασία» νοείται η εφαρμογή μίας ή συνδυασμού φυσικών, χημικών, θερμικών και βιολογικών διεργασιών που μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά των αστικών στερεών αποβλήτων έτσι ώστε να περιορίζεται ο όγκος τους ή οι επικίνδυνες ιδιότητες τους, να διευκολύνεται ο χειρισμός τους και να επιτυγχάνεται ανάκτηση υλικών και ενέργειας.

Οι βασικές μέθοδοι επεξεργασίας των αστικών στερεών απορριμμάτων είναι οι κάτωθι:

- 1) Διαλογή στην Πηγή (ΔσΠ)
- 2) Μηχανική Διαλογή
- 3) Θερμική Επεξεργασία (ΘΕ)
- 4) Βιολογική Επεξεργασία
- 5) Υγειονομική Ταφή

1.8.1. Διαλογή στη Πηγή

Με τον όρο «Διαλογή στην Πηγή» (ΔσΠ) περιγράφεται η διαδικασία της ανακύκλωσης με την οποία επιτυγχάνεται ανάκτηση χρήσιμων υλικών πριν αυτά αναμειχθούν με την υπόλοιπη μάζα των απορριμμάτων. Η βιωσιμότητά της εξαρτάται από παραμέτρους όπως η διαθεσιμότητα ανακυκλώσιμων υλικών, το κόστος των

άλλων μεθόδων διαχείρισης και η ύπαρξη αγοράς για την απορρόφηση των ανακυκλωμένων υλικών. Οι γενικές προϋποθέσεις επιτυχίας ενός προγράμματος ΔσΠ είναι η ενημέρωση και συμμετοχή του κοινού, καθώς και η αντιμετώπιση των οργανωτικών δυσκολιών. Με την εφαρμογή της ΔσΠ δε λύνεται οριστικά το πρόβλημα της διαχείρισης. Απαιτείται σχεδιασμός για τη σφαιρική αντιμετώπιση του προβλήματος που θα περιλαμβάνει την εφαρμογή και άλλων μεθόδων παράλληλα με τη ΔσΠ.

Με τη διαλογή υλικών στη πηγή παραγωγής των αστικών στερεών αποβλήτων επιτυγχάνεται μείωση στην ποσότητα που οδηγείται προς τελική διάθεση, με παράλληλη αξιοποίηση υλικών. Η χρησιμοποίηση (δευτερογενώς) ανακυκλωμένων υλικών έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας, όπως επίσης και τη μείωση της ρύπανσης κατά τη διαδικασία επεξεργασίας και παραγωγής νέων προϊόντων. Η ΔσΠ διαθέτει το προτέρημα ότι, μέσω της συμμετοχής των κατοίκων, ανακτά υλικά πριν αυτά αναμιχθούν με τα υπόλοιπα απορρίμματα, έχοντας έτσι θετικές επιπτώσεις και στο κόστος συλλογής των απορριμμάτων επειδή παρεμβαίνει και επηρεάζει τη διαδικασία συλλογής και μεταφοράς τους. Με την υλοποίηση προγραμμάτων ΔσΠ προάγεται η περιβαλλοντική παιδεία, ευαισθησία και συνείδηση των κατοίκων που συμμετέχουν.

Προϋποθέτει την ενεργό συμμετοχή των πολιτών, οι οποίοι καλούνται να τοποθετούν να διαχωρισμένα υλικά σε διαφορετικά δοχεία μέσα στο σπίτι. Εν συνεχεία η πρώτη μετακίνηση μπορεί να γίνει είτε με ευθύνη των πολιτών (μεταφέρουν τα ήδη διαχωρισμένα απόβλητα σε ειδικά κέντρα συλλογής ή κέντρα αγοράς υλικών ή σε ειδικούς κάδους), ή με ευθύνη του αρμόδιου φορέα διαχείρισης (σύστημα τακτικής περιοδικής συλλογής «από πόρτα σε πόρτα» (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Με κριτήριο τον αριθμό των υλικών που ανακτώνται υφίστανται οι πρακτικές διαλογής ενός υλικού και ομάδας υλικών. Με κριτήριο τον τρόπο συλλογής από τις πηγές παραγωγής, υφίστανται τα συστήματα (Μελέτη Ν.Ευβοίας, 2007):

- Κέντρα συλλογής
- Κέντρα αγοράς
- Συλλογής πόρτα- πόρτα

- Συλλογής σε ειδικούς κάδους
- Συνδυασμού των παραπάνω συστημάτων

1.8.2. Μηχανική Διαλογή

Με τη μέθοδο της μηχανικής διαλογής διαχωρίζονται από το ρεύμα των σύμμεικτων αστικών στερεών αποβλήτων με μηχανικά μέσα τα αξιοποιήσιμα υλικά τα οποία μπορούν έτσι να επιστρέψουν ως δευτερογενείς πρώτες ύλες στον παραγωγικό και οικονομικό κύκλο. Ο διαχωρισμός βασίζεται στις διαφορές μεγέθους που υπάρχουν ανάμεσα στα συστατικά των απορριμμάτων αλλά και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων και ιδιαίτερα των μαγνητικών (για ανάκτηση των σιδηρούχων μετάλλων). Στόχος της μηχανικής διαλογής μπορεί να είναι ο διαχωρισμός των χρήσιμων υλικών, όπως χαρτί-χαρτόνι, μέταλλο, πλαστικό γυαλί, κ.τ.λ. με σκοπό την ανακύκλωσή τους, η παραγωγή εδαφοβελτιωτικού (compost), η παραγωγή καύσιμης ύλης με τη μορφή RDF (Refused Derived Fuel), η μείωση του όγκου των απορριμμάτων, κ.α.

1.8.3. Θερμική επεξεργασία

Οι τεχνολογίες θερμικής επεξεργασίας των ΑΣΑ μπορούν να οριστούν σαν διαδικασίες μετατροπής των στερεών αστικών αποβλήτων σε αέρια, υγρά και στερεά προϊόντα, με ταυτόχρονη ή συνεπακόλουθη αποδέσμευση θερμικής ενέργειας. Η θερμική επεξεργασία αποσκοπεί πρωταρχικά στη μείωση του όγκου των αστικών στερεών αποβλήτων και τη μετατροπή τους σε λιγότερο επικίνδυνα υλικά και δευτερευόντως στην ανάκτηση ενέργειας.

Οι πλέον βασικές μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας, κατηγοριοποιημένες βάσει των απαιτήσεων τους σε οξυγόνο (αέρα), είναι οι εξής:

Αποτέφρωση Η αποτέφρωση (ή καύση) των αστικών στερεών αποβλήτων είναι η οξείδωση, δηλαδή η ένωση των χημικών στοιχείων που περιέχονται σε αυτά με το

οξυγόνο. Αυτό πραγματοποιείται με τη χρήση είτε της απαιτούμενης στοιχειομετρικά ποσότητας αέρα είτε με περίσσεια αέρα (Ανδρεαδάκης, 2000). Τα προϊόντα της αποτέφρωσης είναι αέριες εκπομπές και στερεά υπολείμματα (τέφρα). Η τέφρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κατασκευαστικά έργα (π.χ. παρασκευή τσιμέντου), οπότε σε αυτή τη περίπτωση η εδαφική της διάθεση αποφεύγεται.

Πυρόλυση Η πυρόλυση των αστικών στερεών αποβλήτων είναι η θερμική τους επεξεργασία απουσία οξυγόνου (ή ελάχιστων ποσοτήτων). Τα προϊόντα της πυρόλυσης είναι στερεά, υγρά και αέρια που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα. Η πυρόλυση διαφοροποιείται από την καύση ως προς τη θερμοκρασία λειτουργίας (είναι υψηλότερη) και ως προς την ποσότητα οξυγόνου (είναι κατά πολύ μικρότερη).

Αεριοποίηση Η αεριοποίηση αντιπροσωπεύει τη μερική καύση των αστικών στερεών αποβλήτων παρουσία περιορισμένων ποσοτήτων οξυγόνου. Σε όλα τα στάδια αυτής της διαδικασίας παράγονται αέρια, στερεό υπόλειμμα και θερμική ενέργεια, η οποία απαιτείται για την πραγματοποίηση αλυσιδωτών αντιδράσεων. Συνεπώς, η αεριοποίηση απαιτεί την τήρηση αυστηρών στοιχειομετρικών αναλογιών μεταξύ απορριμμάτων-οξυγόνου έτσι ώστε να επιτευχθεί η ατελής καύση των ΑΣΑ και να παραχθεί αέριο πλούσιο σε H_2 και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (το οποίο με τη σειρά του είναι καύσιμο).

1.8.4. Βιολογική επεξεργασία

Η βιολογική επεξεργασία των αστικών στερεών αποβλήτων στοχεύει στην εκτροπή των οργανικών αποβλήτων από το χώρο τελικής διάθεσης ή/και στην ανάκτηση εδαφοβελτιωτικού (compost) ή/και ενέργειας (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Για τη βιολογική επεξεργασία μπορούν να επιλεγούν είτε αερόβιες είτε αναερόβιες συνθήκες, οπότε εφαρμόζεται αντίστοιχα αερόβια (κομποστοποίηση) ή αναερόβια (χώνευση) βιολογική επεξεργασία.

Οι μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας (λιπασματοποίηση) βασίζονται στην ελεγχόμενη ανάπτυξη και δράση των μικροοργανισμών, οι οποίοι επεξεργάζονται τα οργανικά βιοαποδομήσιμα απόβλητα. Προϋπόθεση της βιολογικής επεξεργασίας είναι ο διαχωρισμός του βιοαποδομήσιμου κλάσματος, ο οποίος γίνεται στη πηγή ή σε εγκαταστάσεις μηχανικού διαχωρισμού. Σκοπός της βιολογικής επεξεργασίας είναι η εξασφάλιση των κατάλληλων συνθηκών εντός της εγκατάστασης οι οποίες θα ευνοούν το μέγιστο δυνατό ρυθμό αναπαραγωγής των μικροοργανισμών και διάσπασης των αποβλήτων.

Τα οργανικά απόβλητα των αστικών απορριμμάτων περιλαμβάνουν:

1. Τα οργανικά υπολείμματα της κουζίνας, όπως φλούδες, φύλλα, χαλασμένους καρπούς, υπολείμματα από σαλάτες, κόκαλα και ψάρια. Επίσης, τα κατακάθια του καφέ και τα υπολείμματα από κάθε είδος αφεψηήματα, εκχυλίσματα κλπ.
2. Τα φυτικά υπολείμματα από πάρκα, κήπους, βεράντες (φύλλα, κλαριά, φλούδες, ρίζες, κλαδέματα από δένδρα, θάμνους, κλπ.).

Η βιολογική επεξεργασία ανάμεσα σε άλλα οφέλη:

- ✓ Προστατεύει το πλανήτη από το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα οργανικά απόβλητα στους ΧΥΤΑ θάβονται και αποικοδομούνται κάτω από συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων μεθανίου (CH_4), μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και σε λιγότερες ποσότητες υδρόθειου (H_2S) κ.α. Τα αέρια αυτά είναι σε μεγάλο βαθμό υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και συνεπώς για την αλλαγή του κλίματος στη Γη, με τις γνωστές για όλους καταστρεπτικές συνέπειες.
- ✓ Δίνει λύση στο πρόβλημα της ερημοποίησης των εδαφών. Η εντατικοποίηση της καλλιέργειας της γης, σε συνδυασμό με την καταστροφή των δασών από πυρκαγιές και την εμπορική υπερεκμετάλλευση τους, έχουν κάνει τα εδάφη πολύ φτωχά σε οργανική ύλη. Η διάβρωσή τους είναι το επόμενο βήμα πριν την τελική ερημοποίηση. Η «λύση» για τη συνέχιση της καλλιέργειας της γης είναι η υπερβολική χρήση λιπασμάτων που έχει πολλαπλές αρνητικές επιπτώσεις στα νερά, στην πανίδα και φυσικά στον άνθρωπο. Το compost, δηλαδή το προϊόν της κομποστοποίησης, επιστρέφει στο έδαφος τις απαραίτητες για τη γονιμότητά του οργανικές και ανόργανες ουσίες.

1.8.4.1. Αναερόβια βιολογική επεξεργασία

Κατά την αναερόβια βιολογική επεξεργασία, το οργανικό κλάσμα αποδομείται με τη βοήθεια μικροοργανισμών, απουσία αέρα. Το αποτέλεσμα της διεργασίας αυτής είναι η παραγωγή βιοαερίου, πλούσιου σε μεθάνιο (CH_4), το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί για τη παραγωγή ενέργειας και η παραγωγή ιλύος. Η ιλύς της αναερόβιας χώνευσης μοιάζει με λάσπη και απαιτεί αφαίρεση υγρασίας και περαιτέρω αερόβια επεξεργασία ώστε να μετατραπεί επίσης σε υλικό «τύπου κομπόστ» και να έχει ανάλογες χρήσεις. Η αναερόβια επεξεργασία απαιτεί μικρότερες ποσότητες ενέργειας από ότι η αερόβια και οδηγεί παράλληλα και στη παραγωγή μικρότερης ποσότητας θερμότητας. Η όλη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης είναι αρκετά πιο ευαίσθητη και απαιτητική διεργασία σε σχέση με την κομποστοποίηση και απαιτεί ένα υψηλότερο επίπεδο ελέγχου.

1.8.4.2. Αερόβια βιολογική επεξεργασία

Η κομποστοποίηση, κατά την οποία τα οργανικά στοιχεία των αστικών στερεών αποβλήτων (φρούτα, λαχανικά, φύλλα, κλαδέματα κ.α.) μετατρέπονται σε ένα πλούσιο οργανικό μίγμα, οδηγεί στη παραγωγή εδαφοβελτιωτικού (compost), για χρήση στη γεωργία. Το compost μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και ως βιοφίλτρο και ηχομονωτικό υλικό (Λαζαρίδη et al, 2003). Σε μικρή κλίμακα η κομποστοποίηση μπορεί να γίνει και σε μεμονωμένες κατοικίες ή συγκροτήματα κατοικιών. Σύμφωνα με την Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης τα οργανικά απόβλητα αποτελούν το 50% των απορριμμάτων μας, το 70% των οποίων μπορούν να κομποστοποιηθούν. Η κομποστοποίηση, αποτελώντας μια μορφή ανακύκλωσης, επιτρέπει σε κάθε νοικοκυριό να μπορεί να διαχειριστεί μόνο του το 1/3 των απορριμμάτων του και έτσι να βοηθήσει στη μείωση του μεγάλου όγκου σκουπιδιών που παράγονται κάθε χρόνο.

Σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες η κομποστοποίηση σε οικιακό αλλά και σε δημοτικό/κοινοτικό επίπεδο έχει προχωρήσει εδώ και χρόνια. Είναι με λίγα λόγια δοκιμασμένη μέθοδος διαχείρισης των αποβλήτων που επιβάλλεται πλέον να γίνει

θεσμός και στην Ελλάδα δεδομένου του υψηλού ποσοστού οργανικών στα απόβλητά μας εξαιτίας της μεσογειακής διατροφής μας.

Η εθνική στρατηγική για τη μείωση της διάθεσης των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων στους ΧΥΤΑ, η οποία είναι νόμος του κράτους (ΚΥΑ. 29407/3508 Αρ. Φύλλου 1572-16/12/2002 "Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων") προβλέπει ότι:

α) Μέχρι την 16η Ιουλίου 2010 τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για ΧΥΤΑ πρέπει να μειωθούν στο 75% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995 ή το τελευταίο προ του 1995 έτος για το οποίο υπάρχουν τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat.

β) Μέχρι την 16η Ιουλίου 2013 τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για ΧΥΤΑ πρέπει να μειωθούν στο 50% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995 ή το τελευταίο προ του 1995 έτος για το οποίο υπάρχουν τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat.

γ) Μέχρι την 16η Ιουλίου 2020 τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για ΧΥΤΑ πρέπει να μειωθούν στο 35% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995 ή το τελευταίο προ του 1995 έτος για το οποίο υπάρχουν τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat.

Όπως φαίνεται είναι αναγκαία η δραστηριοποίηση της τοπικής αυτοδιοίκησης προς αυτή την κατεύθυνση, αλλά είναι και χρέος των πολιτών με δικές τους πρωτοβουλίες να συμβάλλουν προς αυτή την κατεύθυνση.

1.8.5. Υγειονομική ταφή

Υγειονομική ταφή ονομάζεται η διαδικασία ταφής των στερεών αποβλήτων με την οποία ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία, μέσω

κατάλληλων έργων υποδομής και συγκεκριμένων διαδικασιών λειτουργίας και ελέγχου. Βασικές παράμετροι για την εφαρμογή της τεχνικής της υγειονομικής ταφής αποτελούν η καταλληλότητα του προς επιλογή χώρου καθώς και η χρήση αποτελεσματικής τεχνολογίας, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία του περιβάλλοντος και η ασφαλής επανένταξη του χώρου στη φύση μετά την ολοκλήρωση του χρόνου ζωής του. Ο ΧΥΤΑ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων) αποτελεί έναν χώρο, ειδικά διαμορφωμένο, με αυστηρές προδιαγραφές λειτουργίας και σύγχρονο εξοπλισμό, στον οποίο θα είναι εφικτή η ταφή αλλά και η ταυτόχρονη ενεργειακή αξιοποίηση του συνόλου των απορριμμάτων τα οποία συλλέγονται, ο οποίος στοχεύει στην εξασφάλιση:

- της προστασίας των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων από στραγγίσματα,
- της προστασίας από τα βιοαέρια που δημιουργούνται και προκαλούν οσμές, κίνδυνο αυτανάφλεξης και επιβάρυνση του περιβάλλοντος (φαινόμενο θερμοκηπίου),
- της αποφυγής της διασποράς των απορριμμάτων από πουλιά, τρωκτικά και έντομα με καθημερινή χωματοκάλυψη και
- της τελικής αποκατάστασης του χώρου για άλλες χρήσεις

Οι ΧΥΤΑ δε θα πρέπει να συγχέονται με τους ΧΑΔΑ (Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων), οι οποίοι έχουν απαγορευθεί από την ΕΕ, με την επιβολή μάλιστα τεραστίων προστίμων για κάθε μέρα λειτουργίας τους. με τις υπάρχουσες χωματερές. Ένας Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ) αποτελεί έναν ίδιον ακριβώς χώρο με τους ΧΥΤΑ, με μόνη διαφοροποίηση το είδος των απορριμμάτων που εισέρχονται σε αυτόν. Στους ΧΥΤΥ, οδηγούνται τα υπολείμματα και όχι τα απορρίμματα, δηλαδή τα μη ανακτήσιμα και αδρανή απόβλητα και προωθείται έτσι η λεγόμενη "αιφορική ταφή".

Η απόθεση των απορριμμάτων στους χώρους υγειονομικής ταφής γίνεται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο αρκετά μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Ο πυθμένας του μονώνεται ώστε να μη διαπερνάται από τα κατασταλάζοντα υγρά, ενώ τοποθετούνται σωλήνες οι οποίοι θα συλλέγουν αυτά τα υγρά και θα τα οδηγούν σε βιολογικό καθαρισμό. Τα απορρίμματα, όταν εναποτίθενται στον χώρο, συμπιέζονται και σκεπάζονται με χώμα, ώστε να επιταχυνθούν οι ζυμώσεις που λαμβάνουν χώρα και οδηγούν στην αποσύνθεσή τους. Η αποσύνθεση αυτή, όταν συντελείται σε

μεγάλους όγκους απορριμμάτων παράγει βιοαέριο. Οι χρόνιες ζυμώσεις επιταχύνονται από την συλλογή του βιοαερίου καθώς και την ορθή επαναχρησιμοποίηση των συλλεγομένων υγρών. Το περιεχόμενο των απορριμμάτων/υπολειμμάτων θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από τοξικά ή νοσοκομειακά απόβλητα.

Όσον αφορά στην καταλληλότητα του προς επιλογή χώρου εξετάζεται ένας σημαντικός αριθμός παραμέτρων-κριτηρίων που ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες:

- Γεωλογικά - Υδρογεωλογικά
- Χωροταξικά
- Περιβαλλοντικά
- Λειτουργικά
- Οικονομικά

Μετά την ολοκλήρωση του χρόνου ζωής του χώρου υγειονομικής ταφής, απαιτείται η ανάληψη δράσεων για την οριστική παύση της λειτουργίας του, την αποκατάσταση του με στόχο τη φυσική επανένταξή του στο περιβάλλον καθώς και για έλεγχο της μετέπειτα συμπεριφοράς του.

Οριστική παύση και αποκατάσταση

Οριστική παύση είναι η διαδικασία κατά την οποία αναστέλλονται οι δραστηριότητες στο χώρο υγειονομικής ταφής λόγω του γεγονότος ότι αυτός έχει πληρωθεί με απόβλητα και δεν υπάρχει η δυνατότητα υποδοχής νέων ποσοτήτων αποβλήτων. Στόχος της διαδικασίας είναι ο σχεδιασμός και η κατασκευή όλων των υποδομών που είναι απαραίτητες για την αποκατάσταση και ασφαλή συμπεριφορά του χώρου μετά το κλείσιμο του.

Μετέπειτα φροντίδα

Είναι η διαδικασία που εφαρμόζεται μέχρι ο χώρος υγειονομικής ταφής να σταθεροποιηθεί πλήρως και να μην αποτελεί πλέον δυνητικό κίνδυνο για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Η διαδικασία της μετέπειτα φροντίδας διαρκεί για χρονικό διάστημα 30 ετών. Ανάλογα, με τις συνθήκες και τα αποτελέσματα των ελέγχων που πραγματοποιούνται, ενδέχεται να ολοκληρωθεί νωρίτερα (όταν

αποδεδειγμένα διαπιστωθεί ότι ο χώρος υγειονομικής ταφής έχει σταθεροποιηθεί πλήρως) ή να επεκταθεί (όταν στο χώρο συνεχίζουν να αναπτύσσονται βιοχημικές δράσεις αποδόμησης).

Οι διαφορές μεταξύ του ΧΥΤΑ και του ΧΥΤΥ είναι πολύ σημαντικές.

► Η ποσότητα των αποβλήτων που καταλήγουν στη ταφή είναι το 80% της παραγόμενης ποσότητας αποβλήτων μετά από την ανακύκλωση μόνο των υλικών (λύση ΧΥΤΑ) ενώ μειώνεται στο 20-25% (λύση ΧΥΤΥ).

► Η δημιουργία ΧΥΤΥ δε προκαλεί καμία καθυστέρηση στον υπάρχοντα σχεδιασμό διαχείρισης αστικών αποβλήτων, απλώς ζητά επαναπροσανατολισμό του σχεδιασμού προς μία συνολικότερη αντιμετώπιση με στόχο την αειφορία.

► Ο απαιτούμενος χώρος υγειονομικής ταφής είναι φυσικά πολύ μικρότερος στη περίπτωση του ΧΥΤΥ με μικρότερο κόστος λειτουργίας και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Αντιθέτως οι ΧΥΤΑ έχουν μικρό χρόνο ζωής (20-25 χρόνια).

► Οι ΧΥΤΑ χρειάζονται ειδική διαμόρφωση του χώρου υποδοχής με σημαντικό κόστος κατασκευής για την προστασία του περιβάλλοντος και αμφίβολα αποτελέσματα πολλές φορές λόγω αστοχιών στην κατασκευή, πεπερασμένων ορίων αντοχής, γρήγορου γεμίσματος κ.λ.π. Ένας ΧΥΤΑ αδυνατεί να εγγυηθεί την υγειονομική ασφάλεια του πολίτη και την προστασία του περιβάλλοντος.

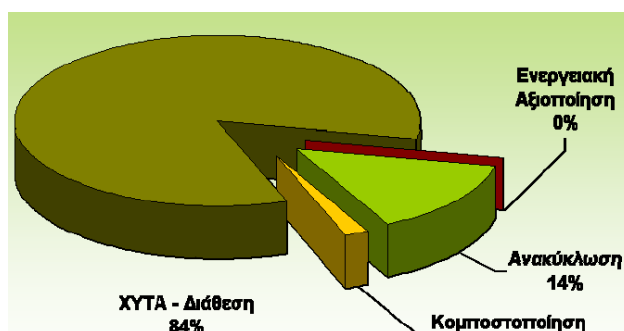
► Επειδή η εφαρμογή της λύσης του ΧΥΤΥ προϋποθέτει ως μονόδρομο τη πραγματική στήριξη και εφαρμογή της ανακύκλωσης υλικών-οργανικών απορριμμάτων στην πηγή τους, η επιτυχία της ανακύκλωσης θα είναι πολύ πιο σίγουρη και ολοκληρωμένη. Αντιθέτως, με τη λύση του ΧΥΤΑ η ανακύκλωση δεν αποτελεί δεσμευτικό παράγοντα για τη λειτουργία του όλου συστήματος. Με αποτέλεσμα είτε να μην προωθηθεί ποτέ σοβαρά η ανακύκλωση ή να ατονήσει.

► Οι τοπικές κοινωνίες αντιδρούν στην εγκατάσταση ΧΥΤΑ στην περιοχή τους. Αντιθέτως η λύση του ΧΥΤΥ θα ήταν πολύ πιο εύκολα αποδεκτή.

1.8.5.1. Η ελληνική πρακτική διάθεσης

Παρά το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια σε πολλές χώρες της Ευρώπης έχουν υλοποιηθεί πολιτικές και έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία ορθολογικά μοντέλα

διαχείρισης των ΑΣΑ η Ελλάδα δεν έχει επιδείξει ακόμη ανάλογες επιδόσεις σε αυτό τον τομέα. Παρά τα θετικά βήματα που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας, κυρίως σε νομοθετικό και θεσμικό επίπεδο, ο πλέον διαδεδομένος τρόπος διάθεσης των αστικών στερεών απορριμμάτων παραμένει η ταφή με τη μορφή ΧΥΤΑ (Εικόνα 1-10). Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία της Eurostat, το 84% των ΑΣΑ της χώρας μας κατέληξε το 2007 σε οργανωμένες χωματερές, όταν στην Ευρώπη των 27, ο αντίστοιχος μέσος όρος ήταν μόλις 42%. Το 14% μόλις οδηγείται σε ανακύκλωση και μία μικρή ποσότητα (2%) οδηγείται σε κομποστοποίηση. Η μέθοδος της αποτέφρωσης χρησιμοποιείται μόνο σε πειραματικό στάδιο, κυρίως από ερευνητικά κέντρα και φορείς. Αντίθετα στην ΕΕ εφαρμόζονται περισσότερες μέθοδοι διαχείρισης σε διαφορετικά ποσοστά διείσδυσης (Εικόνα 1-11).

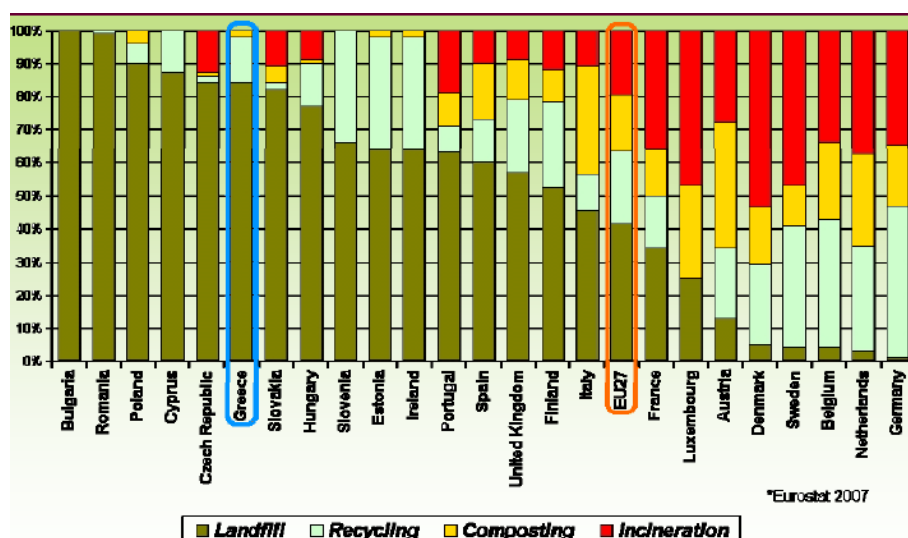


Εικόνα 1-10: Διαχείριση ΑΣΑ στην Ελλάδα
(Πηγή: www.wtert.gr)

Τα χαμηλότερα ποσοστά διάθεσης των ΑΣΑ σε ΧΥΤΑ επιτυγχάνονται στο Βέλγιο, τη Δανία, τη Γερμανία, τη Σουηδία, την Αυστρία και την Ολλανδία, όπου το ποσοστό δεν υπερβαίνει το 6% των παραγόμενων ποσοτήτων. Αυτό συμβαίνει γιατί η διαχείριση των απορριμμάτων στηρίζεται σε ένα συνδυασμό μεθόδων επεξεργασίας (αποτέφρωση, ανακύκλωση και κομποστοποίηση). Στη Δανία, τη Σουηδία και το Λουξεμβούργο περισσότερο διαδεδομένη είναι η μέθοδος της καύσης ως εναλλακτική διαχείριση των παραγόμενων ΑΣΑ (το ποσοστό ξεπερνά το 50%) ενώ στη Γερμανία, την Ολλανδία, τη Σουηδία, τη Σλοβενία, την Ιρλανδία, την Εσθονία και το Βέλγιο εφαρμόζεται η ανακύκλωση σε ποσοστό άνω του 30%. Η κομποστοποίηση χρησιμοποιείται ευρέως (το ποσοστό ξεπερνά το 20%) στην Ιταλία, την Αυστρία, την Ολλανδία και το Λουξεμβούργο. Αξίζει να σημειωθεί ότι η

Βουλγαρία και η Ρουμανία εφαρμόζουν σχεδόν αποκλειστικά τη μέθοδο της υγειονομικής ταφής για τη διαχείριση των απορριμμάτων τους.

Η πρακτική της ταφής, παρότι φαίνεται εκ πρώτης όψεως φθηνότερη στη πραγματικότητα δημιουργεί σημαντικό κόστος για την κοινωνία λόγω των επιπτώσεων στη δημόσια υγεία, στο περιβάλλον, στις αξίες γης κ.α. τα οποία δεν είναι άμεσα ορατά. Η εναλλακτική διαχείριση των απορριμμάτων πέρα από τα προφανή περιβαλλοντικά οφέλη συνεισφέρει θετικά και σε οικονομικό επίπεδο, μειώνοντας το κοινωνικό κόστος



Εικόνα 1-11: Διαχείριση ΑΣΑ στην ΕΕ

(Πηγή: www.wtert.gr)

Στην Ελλάδα σήμερα είναι ενεργοί 411 Χώροι Ανεξέλεγκτης, λειτουργούν όμως 5 μονάδες Μηχανικής Βιολογικής Επεξεργασίας (ΜΒΕ): 1. Άνω Λιόσια (Αθήνα) 2. Χανιά (Κρήτη) 3. Ηράκλειο (Κρήτη) 4. Κεφαλονιά 5. Καλαμάτα. Η Αερόβια ΜΒΕ οποία περιλαμβάνει (α) μονάδα ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών (π.χ. χαρτί, χαρτόνι, πλαστικά, γυαλί, σιδηρούχα μέταλλα και αλουμίνιο) ή RDF (είδος καυσίμου, που περιλαμβάνει κυρίως χαρτί και πλαστικά) και διαχωρισμού των οργανικών υλικών από τα άχρηστα και (β) μονάδα αερόβιας κομποστοποίησης των οργανικών.

1.9. Θεσμικό Πλαίσιο και διαχείριση ΑΣΑ

Η διαχείριση των ΑΣΑ στην Ευρωπαϊκή Ένωση, μπορεί να διαφοροποιείται από χώρα σε χώρα αλλά η στρατηγική της διαχείρισης των ΑΣΑ, όπως έχει θεσπιστεί, με την μορφή Οδηγιών, έχει υποχρεώσει τα Κράτη-Μέλη να ακολουθήσουν ορισμένους βασικούς άξονες. Η νομοθεσία των αποβλήτων της ΕΕ μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις κατηγορίες:

- i. Οριζόντια νομοθεσία: Η οριζόντια νομοθεσία της ΕΕ που καθιερώνει το συνολικό πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων είναι η Οδηγία 75/442/ΕΟΚ για τα απόβλητα που περιλαμβάνει τους κύριους ορισμούς και τις αρχές που αφορούν τη διαχείριση των αποβλήτων. Το κείμενο αναθεωρήθηκε σε μεγάλο βαθμό το 1991(Οδηγία 91/156/ΕΚ) και εκ νέου το 1996 (Απόφαση 96/350/ΕΚ). Επίσης η Οδηγία 2006/12/ΕΚ για τα Απόβλητα. Αυτή έχει αναθεωρηθεί και αντικατασταθεί με την 2008/98/ΕΚ..
- ii. Νομοθεσία για συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων: Η Οδηγία 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας (η οποία τροποποιήθηκε από την Οδηγία 2004/12/ΕΚ) καθορίζει ποσοτικούς στόχους για την ανάκτηση και την ανακύκλωση διάφορων υλικών συσκευασίας. Οι στόχοι αυτοί τελούν υπό αναθεώρηση, με σκοπό την ουσιαστική τους αύξηση. Προτείνονται διαφοροποιημένοι στόχοι ανακύκλωσης για έκαστο των υλικών λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορές ως προς το περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος και τα οφέλη από το εκάστοτε υλικό. Η οδηγία 94/62/ΕΚ είναι μία από τις ελάχιστες νομοθετικές πράξεις της Κοινότητας που αντιμετωπίζει ρητά το θέμα της ποσοτικής πρόληψης. Μία από τις βασικές απαιτήσεις που εμπεριέχει η εν λόγω οδηγία προβλέπει ότι "οι συσκευασίες πρέπει να κατασκευάζονται κατά τρόπο που ο όγκος και το βάρος των συσκευασιών να περιορίζεται στο ελάχιστο όριο ώστε να διατηρείται το αναγκαίο επίπεδο ασφάλειας, υγιεινής και αποδοχής για το συσκευασμένο προϊόν και για τον καταναλωτή".
- iii. Νομοθεσία για τις διαδικασίες επεξεργασίας αποβλήτων: αφορά τις διαδικασίες επεξεργασίας αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης και της υγειονομικής ταφής. Η οδηγία 1999/31/ΕΚ για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων καθορίζει σειρά διοικητικών απαιτήσεων για θέματα όπως η

έκδοση αδείας, οι τεχνικές απαιτήσεις και τα περιβαλλοντικά πρότυπα που ισχύουν για τους υγειονομικούς χώρους ταφής που δέχονται διάφορες κατηγορίες αποβλήτων (αδρανή, μη επικίνδυνα και επικίνδυνα απόβλητα). Επιπλέον, η οδηγία περιλαμβάνει σειρά στόχων που αφορούν τη μείωση των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων που καταλήγουν σε υγειονομικούς χώρους ταφής.

Η ισχύουσα σήμερα Οδηγία-Πλαίσιο 2008/98/EK για τα απόβλητα θέτει ως κύριο στόχο να μετατρέψει την Ευρώπη σε «κοινωνία της ανακύκλωσης», δηλαδή επιδιώκει να προλάβει τη δημιουργία των αποβλήτων και όπου αυτό δεν πραγματοποιείται, τη χρησιμοποίηση των αποβλήτων ως πόρο.

Κεντρικό σημείο της νέας κοινοτικής οδηγίας σχετικά με τα απόβλητα αποτελεί η εισαγωγή μιας ιεράρχησης στόχων, που διαρθρώνεται σε πέντε επίπεδα. Συγκεκριμένα, κατά σειρά προτεραιότητας αναφέρονται στη νέα οδηγία οι παρακάτω μέθοδοι-πολιτικές ως προς τη διαχείριση αποβλήτων:

- α. πρόληψη-αποτροπή δημιουργίας αποβλήτων (προτιμώμενη επιλογή)
- β. επαναχρησιμοποίηση
- γ. ανακύκλωση
- δ. ανάκτηση (συμπεριλαμβανομένης και της ενεργειακής ανάκτησης)
- ε. ασφαλής εναπόθεση (ως ύστατο μέτρο)

Για τα ΑΣΑ στη νέα οδηγία θεσπίζεται η υποχρεωτική χωριστή διαλογή χαρτιού, γυαλιού, πλαστικού και μετάλλων. Καθίσταται δηλαδή υποχρεωτική η διαλογή στη πηγή από το 2015 για τα υλικά αυτά που στη συνέχεια ανακυκλώνονται. Προωθείται: α) η χωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων και η δημιουργία εγκαταστάσεων τους ή εγκαταστάσεων αναερόβιας επεξεργασίας τους προς ανάκτηση του βιοαερίου και παραγωγή ενέργειας. β) η δημιουργία εγκαταστάσεων ανάκτησης υλικών ή/και ενέργειας από τα σύμμεικτα ΑΣΑ. Στη περίπτωση που επιλέγεται η αποτέφρωσή τους η μονάδα πρέπει να έχει ενεργειακή απόδοση μεγαλύτερη από 65%. γ) η δημιουργία δικτύου εγκαταστάσεων τελικής ασφαλούς διάθεσης. Η πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων συνδέεται με την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επαναχρησιμοποίηση των αντικειμένων που δεν έχουν κλείσει τον κύκλο ζωής τους.

Η Ελλάδα οφείλει να εναρμονίσει το εθνικό της δίκαιο με τις ευρωπαϊκές οδηγίες. Βασικά στοιχεία του νομοθετικού πλαισίου που διαμορφώθηκε τα τελευταία χρόνια είναι:

- Ο Νόμος 2939/2001 «Μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων» καθώς και τα σχετικά Προεδρικά Διατάγματα που ενσωματώνουν μεταξύ άλλων στο εθνικό δίκαιο την Οδηγία 94/62/EK «για τη συσκευασία και τα απόβλητα συσκευασίας»,
- Η ΚΥΑ 29407/3508/2002 «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων» που ενσωματώνει μεταξύ άλλων στο εθνικό δίκαιο την Οδηγία 1999/31 «για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων».
- Η ΚΥΑ 50910/2727/2003 «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων-Εθνικός και περιφερειακός σχεδιασμός διαχείρισης» με την οποία ενσωματώθηκε η βασική Κοινοτική Νομοθεσία που αφορά στα στερεά απόβλητα, όπως αυτή εκφράζεται από την οδηγία 75/442/ΕΟΚ «περί στερεών αποβλήτων»

Η ψήφιση του Νόμου 3854/2010 «Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις» αναθεώρησε τον Ν.2939/2001 και οδήγησε στην ορθολογικότερη κοστολόγηση της διαχείρισης, αφού πλέον η εισφορά των δήμων στους ΦοΔΣΑ γίνεται βάσει του κόστους των παρεχόμενων υπηρεσιών και του όγκου των διαχειριζόμενων ποσοτήτων απορριμμάτων (€/τόνο).

Αναλυτικά η κοινοτική και ελληνική νομοθεσία για τη διαχείριση των ΑΣΑ παρουσιάζεται στο παράρτημα Α.

2.1. Τι είναι η ανακύκλωση των ΑΣΑ

Κρίνεται σκόπιμο να περιγραφούν βασικοί ορισμοί και έννοιες τη ανακύκλωσης, διότι το πεδίο εφαρμογής της εργασίας συμπεριλαμβάνει τη διαλογή των υλικών στη πηγή παραγωγής των ΑΣΑ, που αποτελεί συμπληρωματικό στάδιο της συνολικής διαχείρισης των σύμμεικτων απορριμμάτων.

Η ανακύκλωση σήμερα αποτελεί σημαντική προτεραιότητα για το περιβάλλον και το μέλλον μας. Δεν είναι μια εφήμερη τάση της εποχής, αλλά αντίθετα, υποχρέωση κάθε πολιτισμένης κοινωνίας που συμβάλει έμπρακτα στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης. Παράλληλα εντοπίζεται η ανάγκη για τη καλλιέργεια μιας κουλτούρας που προάγει την ανακύκλωση στους πολίτες και όλους τους κοινωνικούς εταίρους αναγνωρίζοντας ότι η ανακύκλωση πρέπει να μπει στην καθημερινότητά μας και να γίνει τρόπος ζωής. Αναμφισβήτητα η ανακύκλωση μπορεί να θεωρηθεί ως η πρέπουσα απάντηση της επιστήμης και της τεχνολογίας στο πρόβλημα των απορριμμάτων, που αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση για τη σύγχρονη κοινωνία. Η πορεία της ανακύκλωσης δεν είναι ευθύγραμμη. Προβλήματα προκύπτουν κυρίως από παγιωμένες συνήθειες του κοινού, ενώ η επιτυχής ανάκτηση χρήσιμων υλικών (π.χ. χαρτί, γυαλί, μέταλλα, πλαστικό) εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από διάφορους παράγοντες, όπως τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των απορριμμάτων, η εξασφάλιση αγοράς για τα ανακυκλώσιμα υλικά κ.α.

Η ανακύκλωση αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο έκφρασης της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης του πολίτη. Η ανακύκλωση, μία παλιά υπόθεση για πολλές ευρωπαϊκές και μη χώρες, έχει κάνει τα τελευταία χρόνια έντονη την παρουσία της και στον ελληνικό χώρο. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός παραγόντων που οδηγούν προς την ανακύκλωση, μεταξύ των οποίων:

- η δραστηκή μείωση των διαθέσιμων χώρων εναπόθεσης στις χωματερές
- η ανάγκη για ανάκτηση πρώτων υλών που θα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στην παραγωγική διαδικασία με αντίστοιχη μείωση της χρήσης παρθένων πρώτων υλών
- ο στόχος της μείωσης του κόστους διαχείρισης των ΑΣΑ από τους δήμους και τις κοινότητες
- άλλες ευρύτερες οικονομικές ωφέλειες (μείωση εισαγωγών και σπατάλης συναλλάγματος)
- η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση του κοινού, που βλέπει την ανακύκλωση ως βασικό μέσο προστασίας του περιβάλλοντος
- πολιτικοί λόγοι

Ως "ανακύκλωση" ορίζεται ο διαχωρισμός των αστικών στερεών αποβλήτων σε ομοιογενείς κατηγορίες συστατικών ή επιμέρους συστατικά, η ανάκτηση των υλικών και η επαναφορά τους στο φυσικό και οικονομικό κύκλο (Καρακασίδης, 1999). Η ανακύκλωση γίνεται είτε με διαλογή στη πηγή ή μέσω εγκαταστάσεων μηχανικού διαχωρισμού.

Σύμφωνα με την Αμερικανική Εταιρία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (NSWA) , η ανακύκλωση περιλαμβάνει πέντε βασικά στάδια:

1. Διαχωρισμό και ανάκτηση ανακυκλούμενων υλικών από υπόλοιπα μη ανακυκλούμενα από την ροή ΑΣΑ
2. Επεξεργασία αυτών, ώστε να έρθουν σε τέτοια ποιότητα που να μπορούν να αντικαταστήσουν παρθένες πρώτες ύλες στην παραγωγική διαδικασία
3. Προώθηση των υλικών αυτών στο εμπόριο, συνήθως σε πρόσμειξη με παρθένες πρώτες ύλες
4. Καθιέρωση της αγοράς και χρήση ανακυκλωμένων προϊόντων από τον ενδιάμεσο ή τελικό καταναλωτή
5. Συμμετοχή του καταναλωτή στο πρόγραμμα ανακύκλωσης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στην ανακύκλωση συμπεριλαμβάνεται και η κομποστοποίηση επειδή ουσιαστικά είναι μία διαδικασία που μετατρέπει τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα σε ένα χρήσιμο προϊόν (κομπόστ).

2.2. Ολοκληρωμένο σύστημα ανάκτησης και ανακύκλωσης υλικών (ΟΣΑΑΥ)

Η υπάρχουσα εμπειρία και εξέλιξη θέλει τις αρχικές δραστηριότητες ανακύκλωσης να ολοκληρώνονται μέσα από την ενσωμάτωση τους σε ένα Ολοκληρωμένο Σύστημα Ανάκτησης και Ανακύκλωσης Υλικών (ΟΣΑΑΥ), που χαρακτηρίζεται από την αποδοχή 9 βασικών σημείων:

1. Η ανακύκλωση πρέπει να αποτελεί ένα μόνο εργαλείο μίας συνολικής πολιτικής για τη διαχείριση των ΑΣΑ και το περιβάλλον. Μίας πολιτικής που, ιεραρχώντας τις επιλογές διαχείρισης των ΑΣΑ, θέτει ως κύρια προτεραιότητα της ενέργειες πρόληψης αντί ελέγχου της ρύπανσης. Κάτω από αυτό το πρίσμα, η ανακύκλωση πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ωφέλιμη προς το περιβάλλον, αλλά δεν παύει να είναι μία στρατηγική ελέγχου των ήδη παραγόμενων αρνητικών εκροών.
2. Η ανακύκλωση δεν είναι μόνο η διαδικασία συλλογής και επαναχρησιμοποίησης κάποιων απορριμμάτων. Πολύ περισσότερο πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ο μηχανισμός εκείνος που ολοκληρώνει τον κύκλο ζωής του προϊόντος. Αποτελεί το τελευταίο στάδιο αυτού του κύκλου ζωής, και για την επιτυχία της απαιτούνται αλλαγές, πολλές φορές ακόμα και δομικές, στα άλλα στάδια του παραγωγικού κυκλώματος.
3. Ο καταναλωτής, από ένα απλό μέρος του παραγωγικού κυκλώματος αποκτά ρόλο-κλειδί κατέχοντας την διπλή ιδιότητα του πολίτη-ανακυκλωτή που αποδέχεται και συμμετέχει στο πρόγραμμα ανακύκλωσης και του καταναλωτή που αγοράζει προϊόντα που ανακυκλώνονται ή που περιέχουν ανακυκλωμένα υλικά και συσκευασίες.
4. Η εφαρμογή ενός ΟΣΑΑΥ απαιτεί τον επαναπροσδιορισμό ενδογενών και εξωγενών μεταβλητών του παραγωγικού κυκλώματος όπως για παράδειγμα τη προσαρμογή του σχεδιασμού στην νέα λογική του "σχεδιασμού για την ανακύκλωση" (design for recycling).
5. Απαιτείται η παράλληλη ανάπτυξη άλλων εργαλείων περιβαλλοντικής πολιτικής, όπως η οικοσήμανση (eco-labelling).
6. Απαιτείται η δημιουργία ενός ανεξάρτητου οργανισμού που:
 - θα συντονίζει και θα επικουρεί τις ιδιωτικές και δημόσιες ενέργειες, εθνικού ή τοπικού χαρακτήρα

- θα χρησιμοποιεί όλα τα σύγχρονα επιστημονικά εργαλεία μελέτης (έρευνες διάθεσης κοινού, μελέτες απορριμμάτων)
- θα ολοκληρώνει και θα ενσωματώνει όλες τις υπάρχουσες δραστηριότητες ανακύκλωσης στην λογική ενός Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης ΑΣΑ
- θα χρησιμοποιεί όλη την υπάρχουσα εμπειρία και τεχνογνωσία από αντίστοιχα προγράμματα του εσωτερικού και εξωτερικού για την δημιουργία βάσεων πληροφοριών (data bases).

7. Απαιτείται επένδυση σε νέες τεχνολογίες οι οποίες, αν και εμφανίζουν μεγαλύτερο κόστος αρχικής επένδυσης, οδηγούν σε καλύτερα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα

8. Η ανακύκλωση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την εφαρμογή μελετών ανάλυσης και εκτίμησης των επιπτώσεων κάθε προϊόντος και συσκευασίας στο περιβάλλον (product life-cycle assessment studies).

9. Πρέπει να γίνει κατανοητό πως η ανακύκλωση σταδιακά αποπέμπει την καθαρά περιβαλλοντική της εικόνα και αποκτά μια οικονομική διάσταση, που όμως ωφελεί το περιβάλλον. Αυτή ακριβώς η αλλαγή ορίζει και την ανάγκη για επιστημονική οργάνωση και διαχείριση του συστήματος (Βόγκας, 1995).

Για να μπορέσει το νέο ολοκληρωμένο αυτό σύστημα να λειτουργήσει, είναι πολλές φορές απαραίτητο να επαναπροσδιορισθούν βασικές ενδογενείς μεταβλητές του όπως:

- ο σχεδιασμός του προϊόντος ή της συσκευασίας (design for recycling, στη περίπτωση, για παράδειγμα, που χρησιμοποιούνται πολλά υλικά στη κατασκευή μίας συσκευασίας -σύνθετη συσκευασία-, κάτι το οποίο δε διευκολύνει την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση)
- οι πρώτες ύλες (αν στην κατασκευή συσκευασιών ή προϊόντων υπάρχουν υλικά που δεν ανακυκλώνονται)
- οι διαδικασίες management (αλλαγή του τρόπου διαχείρισης των ΑΣΑ).

Αλλά και οι εξωγενείς μεταβλητές αλλάζουν επηρεάζοντας αντίστοιχα το σύστημα:

- ✓ το νομικό πλαίσιο (νέα νομοθεσία για την συσκευασία, αναλογικές εισφορές για τα οικιακά απορρίμματα, φόροι)

- ✓ η διάθεση και η συμπεριφορά του καταναλωτή να ανακυκλώνει (απόκτηση νέων συνηθειών λόγω εκπαίδευσης και ενημέρωσης)
- ✓ το επίπεδο τεχνολογίας και τεχνογνωσίας (σύγχρονες πρακτικές διαχείρισης των ΑΣΑ).

Απαιτείται δηλαδή ένας επαναπροσδιορισμός της σχέσης και της αλληλεπίδρασης μεταξύ των παραγόντων έμψυχων και υλικών που προσδιορίζουν το σύστημα, ήτοι των παραγωγών, των καταναλωτών, των υλικών, των συστημάτων και των διαδικασιών (Βόγκας, 1995).

2.3. Ανακυκλώσιμα υλικά ΑΣΑ

Στους κάδους ανακύκλωσης καλούνται οι πολίτες να τοποθετούν συνολικά τα υλικά συσκευασίας και το έντυπο χαρτί . Σύμφωνα με το Νόμο 2939/01 «"συσκευασία" ορίζεται κάθε προϊόν, κατασκευασμένο από οποιοδήποτε είδος υλικού από πρώτες ύλες μέχρι επεξεργασμένα υλικά και προοριζόμενο να χρησιμοποιείται για να περιέχει αγαθά με σκοπό την προστασία, διακίνηση, τη διάθεση και την παρουσίασή τους από τον παραγωγό μέχρι τον χρήστη ή τον καταναλωτή. Ως συσκευασίες θεωρούνται όλα τα είδη μιας πολλαπλής χρήσης που χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό». Τα ανακυκλώσιμα υλικά που περιλαμβάνονται στα ΑΣΑ είναι:

- Γυάλινες συσκευασίες (π.χ. μπουκάλια νερού και ποτών, βαζάκια τροφίμων).
- Αλουμινένια κουτάκια από αναψυκτικά μπίρες κ.λ.π., τα αλουμινένια σκεύη μιας χρήσεως.
- Μεταλλικά κουτιά από κονσέρβες, τοματοπολτούς, ζωοτροφές, γάλατα κ.λ.π.
- Χάρτινες συσκευασίες (π.χ. χαρτοκιβώτια, συσκευασίες τύπου τετραπάκ , χάρτινες συσκευασίες από τρόφιμα, είδη προσωπικής φροντίδας και είδη καθαρισμού σπιτιού).
- Έντυπο χαρτί (π.χ. εφημερίδες, περιοδικά, τετράδια).

- Πλαστικές συσκευασίες (π.χ. μπουκάλια νερού, ποτών, χυμών, πλαστικές συσκευασίες από τρόφιμα, είδη προσωπικής φροντίδας, είδη καθαρισμού σπιτιού και πλαστικές σακούλες).

Το οργανικό φορτίο των οικιακών απορριμμάτων είναι ιδιαίτερα υψηλό και σύμφωνα με την κοινοτική περιβαλλοντική πολιτική και νομοθεσία πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την ανάκτηση του από το ρεύμα των στερεών αποβλήτων που οδηγείται για τελική διάθεση και την περαιτέρω αξιοποίησή του. Με την εκτροπή του οργανικού κλάσματος από τα απορρίμματα επιτυγχάνεται η παραγωγή χρήσιμων δευτερογενών προϊόντων, μείωση των απαιτήσεων για την κατασκευή και λειτουργία χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων και παράλληλη αύξηση του χρόνου ζωής τους, όπως επίσης και μείωση των εκπομπών βιοαερίου και των παραγομένων ποσοτήτων στραγγισμάτων από τους χώρους αυτών.

Ακολουθεί η παρουσίαση καθενός από τα προς ανάκτηση υλικά με τα στοιχεία εκείνα που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη διαδικασία ανακύκλωσής τους.

□ Χαρτί

Σχεδόν όλο το χαρτί μπορεί να ανακυκλωθεί σήμερα, αλλά μερικοί τύποι είναι πιο δύσκολο να ανακυκλωθούν από άλλους. Τα πλαστικοποιημένα έγγραφα, τα έγγραφα που είναι επενδυμένα με μεταλλικά υλικά, είτε είναι καρφίτσωμένα ή κολλημένα, συνήθως δεν ανακυκλώνονται επειδή η διαδικασία είναι πάρα πολύ ακριβή. Το χαρτί περιτυλίγματος δώρων δεν μπορεί επίσης να ανακυκλωθεί λόγω της ήδη χαμηλής ποιότητάς του. Δεν πρέπει να ανακυκλώνεται ρυπασμένο, πλαστικοποιημένο ή κυρωμένο χαρτί, όπως επίσης ούτε χαρτοπετσέτες ή χαρτιά υγείας (ρυπασμένα και με ευαίσθητες ίνες).

□ Γυαλί

Το γυαλί υποδιαιρείται σε τρεις κύριες κατηγορίες, ανάλογα με το χρώμα του: λευκό, πράσινο και καφέ. Κατά τη συλλογή θραύεται για να μειωθεί ο όγκος του και δημιουργείται το υαλόθραυσμα. Γυαλί καφέ χρώματος χρησιμοποιείται για παραγωγή μπουκαλιών μπύρας και φαρμάκων τα οποία είναι χημικά ευπαθή στο ηλιακό φως και πράσινου χρώματος για την παραγωγή μπουκαλιών κρασιού και αναψυκτικών.

Οι πρακτικές που εφαρμόζονται περιλαμβάνουν συλλογή ανάμικτου γυαλιού σε χωριστούς υποδοχείς, σε υποδοχείς ειδικούς για κάθε χρώμα, σε κέντρα

ανακύκλωσης ή με τη μέθοδο της συλλογής πόρτα-πόρτα. Οι τιμές αγοράς του διαχωρισμένου γυαλιού είναι υψηλότερες από εκείνες του ανάμικτου, το οποίο χρησιμοποιείται μόνο για παραγωγή πράσινου γυαλιού.

Επίσης το τελικό προϊόν της ανακύκλωσης του γυαλιού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή υαλοβάμβακα, fiberglass, σημάτων για τους δρόμους κ.λ.π. Το υαλόθραυσμα μικτού χρώματος χρησιμοποιείται στην παραγωγή τούβλων, στο τσιμέντο και την ασφάλτο. Γενικά, όσον αφορά στο γυαλί, η βέλτιστη περιβαλλοντικά και οικονομικά λύση είναι η άμεση επαναχρησιμοποίηση του.

□ Σιδηρούχα μέταλλα

Ο σίδηρος και ο χάλυβας είναι από τα πιο διαδεδομένα παγκοσμίως ανακυκλώσιμα υλικά και μεταξύ των ευκολότερων υλικών που επανεπεξεργάζονται, δεδομένου ότι μπορούν να χωριστούν μαγνητικά από το ρεύμα αποβλήτων. Η ανακύκλωση γίνεται μέσω χαλυβουργιών: το απόρριμμα είτε λιώνεται σε έναν φούρνο ηλεκτρικού τόξου (απόρριμμα 90-100%), είτε χρησιμοποιείται ως τμήμα σε έναν βασικό φούρνο οξυγόνου (απόρριμμα περίπου 25%). Οποιοσδήποτε βαθμός χάλυβα μπορεί να ανακυκλωθεί σε νέο μέταλλο κορυφαίας ποιότητας, χωρίς «τον υποβιβασμό» από τα υλικά χαμηλότερης ποιότητας.

□ Αλουμίνιο

Το σημαντικό κέρδος από την ανακύκλωση δεν είναι στην πρώτη ύλη αλλά στην εξοικονόμηση ενέργειας που έχει η βιομηχανία όταν το χρησιμοποιεί αντί για πρώτη ύλη, γεγονός που ευνοεί την ανακύκλωσή του.

Η συλλογή του αλουμινίου μπορεί να γίνει σε κάδους ή/και σε κέντρα ανακύκλωσης. Μετά τη συλλογή τους τα κουτιά αλουμινίου διαχωρίζονται από τα σιδηρούχα μέταλλα και τα διμεταλλικά με τη χρήση μαγνητικού διαχωριστή. Τα κουτιά του αλουμινίου μπορούν να ανακυκλωθούν απεριόριστα χωρίς να υποβαθμίζονται οι ιδιότητες του τελικού προϊόντος.

□ Πλαστικά

Με την ανακύκλωση πλαστικού γίνεται εκροή χρήσιμων προϊόντων, μερικές φορές απολύτως διαφορετικά από την αρχική κατάστασή τους. Για παράδειγμα υλικά

συσκευασίας μη αλκοολούχων ποτών μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες για την κατασκευή πυρομαχικών.

Η ανακύκλωση των πλαστικών δεν είναι πάντα εφικτή για τους εξής λόγους: α) υφίστανται πολλοί τύποι πλαστικών με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες, χημική σύσταση και συμπεριφορά β) υπάρχει δυσκολία στην ταυτοποίηση των διαφόρων ειδών πλαστικού γ) σε πολλές περιπτώσεις τα υλικά έχουν πολλές προσμίξεις.

Οι προσπάθειες για ανάκτηση πλαστικού έχουν εστιασθεί στα είδη που ανακυκλώνονται ευκολότερα (PET-Polyethylene terephthalate, Πολυαιθυλένιο τερεφθαλάτη και HDPE-High density polyethelane, Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας). Από PET είναι κατασκευασμένες οι φιάλες που περιέχουν ανθρακούχα αναψυκτικά λοιπά μπουκάλια αναψυκτικών, ενώ από HDPE είναι τα κουτιά γάλακτος, αναψυκτικών και εμπορευμάτων νερού. Το ανακυκλωμένο πλαστικό χρησιμοποιείται ως υλικό για επιστρώσεις και επενδύσεις δαπέδων και δεξαμενών, για κατασκευή σχοινιών, σπάγκων, γεωφασμάτων, κάδων, γλαστρών κ.λπ. Ακόμη ανακυκλωμένο πλαστικό από PVC – Πολυβινυλοχλωρίδιο χρησιμοποιείται για την παραγωγή σωλήνων ύδρευσης, αποχέτευσης, άρδευσης κ.λπ.

2.4. Οφέλη ανακύκλωσης ΑΣΑ

2.4.1. Ενεργειακά οφέλη από την ανακύκλωση υλικών

Η εξοικονόμηση ενέργειας από την ανακύκλωση των υλικών είναι πολύ σημαντική. Στο παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2-1) φαίνεται η ενέργεια που απαιτείται για τη παραγωγή πρώτων υλών από πρωτογενή υλικά και από ανακυκλωμένα υλικά καθώς επίσης και τα ενεργειακά οφέλη για κάθε υλικό. Είναι φανερό ότι τα ενεργειακά οφέλη από την ανακύκλωση των διαφόρων υλικών είναι πολύ μεγάλα. Η ποσότητα αλλά και το ποσοστό της ενέργειας που ανακτάται από το αλουμίνιο και το πλαστικό PET είναι ιδιαίτερα υψηλό.

Σε επίπεδο παραγωγής προϊόντων το ενεργειακό όφελος από την ανακύκλωση είναι 68% (ή 2,7 Kwh/kg) για το χαρτί, 31% (ή 0,32 Kwh/kg) για το γυαλί, 95% (ή 13,3 Kwh/kg) για το αλουμίνιο και 85-90% (ή 7,4 Kwh/kg) για τα πλαστικά.

ΥΛΙΚΟ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ		ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΟΦΕΛΟΣ	
	Από πρωτογενή υλικά	Από ανακυκλωμένα υλικά	Ενέργεια	Ποσοστό
Γυαλί	5.1	0.5	4.6	90.2%
Αλουμίνιο	285	13	272	95.4%
Λευκοσίδηρος	25	5.5	19.5	78.0%
PET	149	2	147	98.7%

Πίνακας 2-1: Ενεργειακές απαιτήσεις (MJ/Kg) για την παραγωγή πρώτων υλών από πρωτογενή υλικά, ανακυκλούμενα υλικά και ενεργειακά οφέλη για κάθε υλικό
(Πηγή: Διακουλάκη, Κουμούτσος, 1985)

2.4.2. Περιβαλλοντικά οφέλη από την ανακύκλωση υλικών

Εκτός από τα ενεργειακά υπάρχουν και περιβαλλοντικά οφέλη από την ανακύκλωση υλικών. Στο πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 2-2) παρουσιάζονται τα περιβαλλοντικά οφέλη από την ανακύκλωση αλουμινίου, χάλυβα, χαρτιού και γυαλιού.

	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	ΧΑΛΥΒΑΣ	ΧΑΡΤΙ	ΓΥΑΛΙ
Μείωση χρήσης ενέργειας	90-97%	47-74%	23-77%	32%
Μείωση ρύπανσης αέρα	95%	85%	75%	20%
Μείωση ρύπανσης νερού	97%	76%	35%	-
Μείωση χρήσης νερού	-	40%	58%	50%

Πίνακας 2-2: Περιβαλλοντικά οφέλη από ανακύκλωση αλουμινίου, χάλυβα, χαρτιού και γυαλιού
(Πηγή: www.dafni.net.gr)

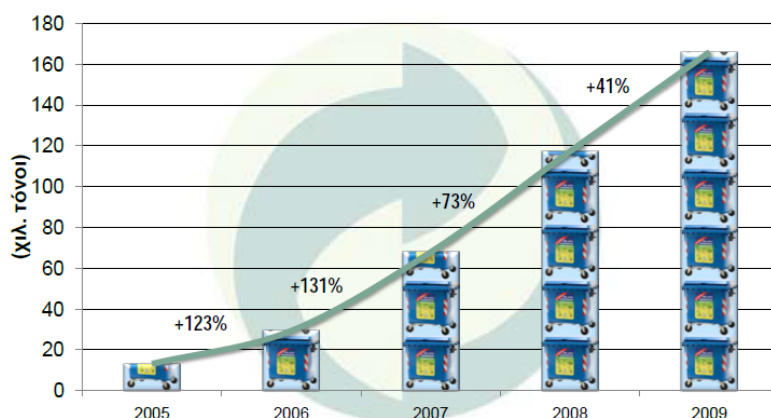
2.4.3. Αύξηση του χρόνου ζωής των χώρων τελικής διάθεσης

Οι χρόνοι αποδόμησης των υλικών που μπορούν να ανακυκλωθούν (μέταλλα, πλαστικά, γυαλί), είναι πολύ μεγαλύτεροι από τους χρόνους αποδόμησης των υπολοίπων υλικών. Άρα με την αφαίρεση των ανακυκλώσιμων υλικών η αποδόμηση των υπολειμμάτων μπορεί να ολοκληρωθεί σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα από

ότι πριν με αποτέλεσμα ο χώρος ταφής να μπορεί να αποκατασταθεί και να διαμορφωθεί για άλλες χρήσεις πολύ πιο γρήγορα.

Καθώς μειώνεται ο όγκος των απορριμμάτων μεγαλώνει ο χρόνος ζωής των χώρων ταφής. Πρακτικά, ο χρόνος ζωής των ΧΥΤΑ μπορεί να διπλασιασθεί ή να τριπλασιασθεί ή και να αυξηθεί πολύ περισσότερο, ανάλογα με τη μείωση των απορριμμάτων που θα επιτευχθεί, με τεράστια οικονομικά οφέλη για όλη την κοινωνία.

Η ανακύκλωση των υλικών συσκευασίας παρουσιάζει αυξητική τάση τα τελευταία χρόνια (Εικόνα 2-1). Οι ποσότητες των αποβλήτων συσκευασίας που ανακυκλώθηκαν από τα έργα μπλε κάδων αυξήθηκαν το 2009 κατά 41% σε σχέση με το 2008, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι τα έργα του μπλε κάδου αποτελούν την κύρια πηγή αύξησης της ανακύκλωσης για το άμεσο μέλλον και, κατά συνέπεια, το βασικό παράγοντα επίτευξης των εθνικών στόχων για την ανακύκλωση συσκευασιών.



Εικόνα 2-1: Ανάκτηση αποβλήτων συσκευασίας
(Πηγή: Εταιρεία Συστημάτων Εναλλακτικής Διαχείρισης, 2010)

Παράλληλα, έχει σημειωθεί σημαντική αύξηση στη κατά κεφαλήν απόδοση αποβλήτων συσκευασίας, η οποία το 2009 είναι 21% μεγαλύτερη από εκείνη του 2008 (Εικόνα 2-2). Αυτό πρακτικά σημαίνει πως κάθε κάτοικος που εξυπηρετείται από το δίκτυο των μπλε κάδων αύξησε σημαντικά τη συμμετοχή του και τις ποσότητες που θέτει στον κάδο.



Εικόνα 2-2: Κατά κεφαλήν απόδοση αποβλήτων συσκευασίας
(Πηγή: Εταιρεία Συστημάτων Εναλλακτικής Διαχείρισης, 2010)

2.5. Στάδια ανακύκλωσης

Η διαδικασία της ανακύκλωσης περιλαμβάνει 4 στάδια: διαλογή στην πηγή (ή μηχανική διαλογή), αποκομιδή, διαλογή στα Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ) και τέλος συμπίεση-δεματοποίηση. Πιο συγκεκριμένα:

2.5.1. Η Διαλογή στην πηγή (ΔσΠ)

Με τον όρο Διαλογή στην πηγή (ΔσΠ) περιγράφεται η διαδικασία της ανακύκλωσης με την οποία επιτυγχάνεται ανάκτηση των ανακυκλώσιμων υλικών πριν αυτά αναμειχθούν με την υπόλοιπη μάζα των απορριμμάτων.

Οι παράμετροι από τους οποίους εξαρτάται η ΔσΠ, είναι :

- α) η διαθεσιμότητα ανακυκλώσιμων υλικών.
- β) το κόστος των άλλων μεθόδων διαχείρισης απορριμμάτων και
- γ) οι τελικές χρήσεις των ανακυκλωμένων υλικών.

Οι γενικές προϋποθέσεις επιτυχίας της ΔσΠ είναι η ενημέρωση, η συμμετοχή του κοινού και το ξεπέρασμα των οργανωτικών δυσκολιών, ώστε να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία της.

Για την εφαρμογή ενός προγράμματος ΔσΠ απαιτείται η σύμπραξη και συνεργασία των νοικοκυριών και ενός φορέα για τη διαλογή, αποκομιδή και μεταφορά των ανακατωμένων υλικών στους εμπόρους ή στον τελικό χρήστη για την τελική επεξεργασία τους.

Οι μορφές υλοποίησης της ΔσΠ είναι τα μόνιμα και τα περιοδικά (περιστασιακά) προγράμματα. Τα πρώτα λειτουργούν σε μόνιμη βάση, απασχολούν μόνιμα προσωπικό, διαθέτουν τον απαραίτητο μηχανολογικό εξοπλισμό και εξασφαλίζουν τη διαρκή ενημέρωση των κατοίκων. Τα δεύτερα στηρίζονται σε ευκαιριακή ανάκτηση υλικών, διενεργούμενη από φορείς όπως εκκλησίες, περιβαλλοντικές ομάδες ή σχολικές κοινότητες και εμφανίζει συχνά πολύ υψηλότερους βαθμούς ανάκτησης από ότι τα πρώτα.

Με κριτήριο τον αριθμό των υλικών που ανακτώνται υφίστανται οι πρακτικές διαλογής ενός υλικού και ομάδας υλικών. Στη που επιλέγεται ένα υλικό ως στόχος (χαρτί, γυαλί, πλαστικό, μέταλλο ή βιοαποδομήσιμο κλάσμα), προκύπτει το ρεύμα του υλικού-στόχου για ανακύκλωση και το ρεύμα των υπόλοιπων αποβλήτων που προορίζεται είτε για μεταφορά σε μονάδα επεξεργασίας (Μηχανική Διαλογή) είτε για διάθεση (καύση, ταφή). Μπορεί να προκύψουν πολλά διαφορετικά ρεύματα, αλλά κατά κανόνα όσο αυξάνει ο αριθμός των ρευμάτων αυξάνει το κόστος συλλογής και η πολυπλοκότητα των δράσεων του πολίτη που συμμετέχει στο πρόγραμμα, μειώνεται όμως η ανάγκη για περαιτέρω επεξεργασία των συλλεγόμενων υλικών (π.χ. διαλογή) και η καθαρότητα των υλικών είναι μεγαλύτερη. Στη περίπτωση διαλογής ομάδας υλικών τα υλικά-στόχοι τοποθετούνται όλα μαζί σε ξεχωριστό κάδο.

Με κριτήριο το τρόπο συλλογής από τις πηγές παραγωγής, υφίστανται:

- Η συλλογή "πόρτα-πόρτα"
- Η συλλογή σε ειδικούς κάδους
- Η λειτουργία Κέντρων Συλλογής υλικών
- Η λειτουργία Κέντρων Αγοράς υλικών

2.5.1.1. Συλλογή πόρτα-πόρτα

Στη περίπτωση εφαρμογής της μεθόδου αυτής, ο πολίτης καλείται να διαχωρίσει μέσα στην οικία του τα προς ανακύκλωση υλικά από τα λοιπά απορρίμματα σε ειδικές σακούλες ή κάδους έτσι ώστε να συλλεχθούν από το προσωπικό του φορέα που έχει την ευθύνη για την εφαρμογή του προγράμματος και να οδηγηθούν στο τελικό χρήστη. Το πρόγραμμα αφορά ένα ή περισσότερα υλικά στόχους που συλλέγονται, είτε όλα μαζί είτε το κάθε υλικό χωριστά. Η συμμετοχή σε προγράμματα συλλογής πόρτα-πόρτα μπορεί να είναι εθελοντική ή υποχρεωτική, ενώ στους κατοίκους παραχωρούνται πολλές φορές τα μέσα για την αποθήκευση των ανακυκλώσιμων υλικών στο σπίτι. Προτιμούνται οι κλειστοί σάκοι, οι οποίοι πρέπει να είναι ανθεκτικοί στο πλύσιμο, δεδομένου ότι η αποθήκευση υγρών κυρίως συσκευασιών αφήνουν κατάλοιπα, και να αντέχουν στη καταπόνηση από τις αιχμές των υλικών. Επίσης πρέπει να έχουν το κατάλληλο μέγεθος, ώστε τα υλικά να μπορούν να αποθηκεύονται για τουλάχιστον δύο μέρες μέσα στο σπίτι (Κουσκούρης, 2003). Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη αποθηκευτικού χώρου στα νοικοκυριά που διαχωρίζουν τα υλικά στόχους. Πυκνοκατοικημένες περιοχές με οικογένειες χαμηλού εισοδήματος χαρακτηρίζονται από διαμερίσματα μικρού μεγέθους που δε διαθέτουν τον απαραίτητο αποθηκευτικό χώρο, οπότε η συλλογή πόρτα-πόρτα κρίνεται ακατάλληλη. Η συχνή συλλογή και απομάκρυνσή τους ενισχύει το βαθμό συμμετοχής των πολιτών και αντιμετωπίζει το πρόβλημα του περιορισμένου χώρου προσωρινής αποθήκευσης των υλικών. Με τη συλλογή πόρτα-πόρτα ανακτώνται συνήθως εφημερίδες, όπως επίσης μπουκάλια και κουτιά, σπάνια όμως περισσότερα είδη υλικών. Για την επιτυχία αυτού του μοντέλου θα πρέπει οι κάτοικοι να βγάζουν τα υλικά κάπως προετοιμασμένα (π.χ. εφημερίδες και περιοδικά δεμένα με σπάγκο, τα γυάλινα μπουκάλια χωρίς μεταλλικά ή πλαστικά πώματα κ.λπ.).

Η συλλογή "πόρτα-πόρτα" παρουσιάζει μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας από άλλα προγράμματα Διαλογής στη πηγή, είναι όμως πιο αποτελεσματική ως προς το αποτέλεσμα που επιτυγχάνεται (καλύτερη ποιότητα και μεγαλύτερη ποσότητα υλικών), γεγονός που οδηγεί σε αυξημένα έσοδα τα οποία αντισταθμίζουν το λειτουργικό κόστος.

2.5.2. Συλλογή με ειδικούς κάδους

Αποτελεί τη πιο απλή μορφή συλλογής υλικών προς ανακύκλωση. Η εφαρμογή της πρακτικής αυτής περιλαμβάνει την τοποθέτηση σε καίρια σημεία του δήμου ή της κοινότητας, εύκολης και γρήγορης πρόσβασης, ειδικών κάδων στους οποίους οι κάτοικοι μεταφέρουν και απορρίπτουν τα προς ανακύκλωση υλικά.

Η συλλογή με ειδικούς κάδους γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως και η κλασσική συλλογή των αστικών απορριμμάτων και μπορεί να ενταχθεί στο σύστημα της συλλογής αυτής. Ο τρόπος συλλογής αυτής εμφανίζεται με τις παρακάτω παραλλαγές (Ανδρεαδάκης, 2002).

2.5.2.1. Ταυτόχρονη συλλογή

Ένα συμβατικό φορτηγό συλλογής ΑΣΑ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών. Εναλλακτικά, η συλλογή μπορεί να επεκτείνεται στη ταυτόχρονη συλλογή στο ίδιο διαμέρισμα (φορτηγό) ΑΣΑ και ανακυκλώσιμων, όπου τουλάχιστον ένα από τα είδη αποβλήτων συλλέγεται μέσα σε τσάντες. Κατά συνέπεια, κατά την εκφόρτωση, το σύνθετο φορτίο, ΑΣΑ και ανακυκλώσιμων είναι διαθέσιμο για το διαχωρισμό (Κόλλιας, 2004). Προϋπόθεση είναι να έχουν χωρισθεί από τα οικιακά απορρίμματα, τα υλικά συλλογής από τους πολίτες. Αυτό απαιτεί κατανόηση από τους εργαζόμενους στα απορριμματοφόρα, για μια μικρή αύξηση της εργασίας τους (Κόλλιας, 2004).

2.5.2.2. Συλλογή με αντικατάσταση δρομολογίου

Συνίσταται στην αντικατάσταση ενός δρομολογίου συλλογής αστικών απορριμμάτων, με ένα δρομολόγιο συλλογής του επιθυμητού υλικού ή ομάδας υλικών, μια ορισμένη ημέρα της εβδομάδας.

2.5.2.3. Συλλογή με προσθήκη δρομολογίου

Προστίθεται μια ειδική διαδρομή, επί πλέον των κανονικών διαδρομών συλλογής, με συχνότητα από μία φορά ανά εβδομάδα έως 1/μήνα. Χρησιμοποιείται ειδικός εξοπλισμός με πλήρωμα από το ίδιο προσωπικό της συλλογής. Τα δρομολόγια ρυθμίζονται έτσι, ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι συλλεγόμενες ποσότητες, που είναι διαφορετικές από τα οικιακά απορρίμματα. (Κόλλιας, 2004).

Στο μοντέλο συλλογής με ειδικούς κάδους διακρίνουμε τις εξής υποκατηγορίες:

Μέθοδος “Green bins”: Εφαρμόζεται πρόγραμμα διαλογής στην πηγή με σύστημα δύο κάδων ‘υγρού-ξηρού’, με στόχο τον διαχωρισμό σε πρώτο επίπεδο του οργανικού κλάσματος από τα σύμμεικτα απορρίμματα. Οι όροι “υγρά” και “ξηρά” απόβλητα χρησιμοποιούνται απλά επειδή τα βιοδιασπάσιμα υλικά έχουν υψηλότερη υγρασία από μη βιοδιασπώμενα π.χ. ζυμώσιμα σε σχέση με γυάλινες συσκευασίες. Οι πράσινοι κάδοι συνηθίζεται να τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις του οικιστικού ιστού σε συνδυασμό με το σύστημα προσωρινής αποθήκευσης και αποκομιδής των υπολοίπων απορριμμάτων, ενώ το κοινό τοποθετεί τα υλικά-στόχους στους κάδους αφού τα έχει προ-διαχωρίσει. Οι κάδοι συλλέγονται χωριστά και τα απορρίμματα από τον πράσινο κάδο οδηγούνται σε μονάδες μηχανικής ή και χειρονακτικής διαλογής, όπου απομακρύνονται οι ανεπιθύμητες προσμίξεις και τα υπολείμματα οδηγούνται σε γραμμή compost. Τα υπόλοιπα σύμμεικτα απορρίμματα οδηγούνται σε ανάλογη μονάδα διαλογής, όπου γίνεται διαχωρισμός σε χρήσιμα ανακυκλώσιμα (χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο, πλαστικό, υφάσματα κ.α.) και σε άχρηστα υπολείμματα που οδηγούνται για ταφή.

Μέθοδος των χωριστών για κάθε υλικό/ομάδα υλικών κάδων: Κατά τη μέθοδο αυτή εκτός από τους τοποθετημένους κάδους αποκομιδής των σύμμεικτων ΑΣΑ τοποθετούνται σε κάποια σημεία (σημεία συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών) κάδοι διαφορετικού χρώματος, σήμανσης και ανοίγματος για τη συλλογή κάθε υλικού/ομάδας υλικού (οργανικά, χαρτί, μέταλλα, γυαλί, κ.λ.π.). Ανάλογα με το σημείο τοποθέτησης διακρίνονται οι εξής υποπεριπτώσεις: α) Οι κάδοι κοντά στις κατοικίες και β) Κάδοι ή Containers σε κεντρικά σημεία.

Η συχνότητα συλλογής των υλικών εξαρτάται από την ποσότητα και τον όγκο των υλικών, καθώς επίσης και από τον αριθμό και τη θέση των κάδων (συνήθως η συλλογή των υλικών από τους κάδους γίνεται σε εβδομαδιαία ή δεκαπενθήμερη βάση). Οι κάδοι πρέπει να εξασφαλίζουν ότι τα υλικά στόχοι δεν θα επηρεάζονται από τις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Στη συλλογή έντυπου χαρτιού η βροχή μπορεί να το υγράνει και να υποβαθμίσει την ποιότητά του, στη συλλογή πλαστικού ο ήλιος επηρεάζει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του και δυσκολεύει την ανακύκλωσή του ενώ στη συλλογή οργανικών υλικών η θερμοκρασία και η υγρασία επιδρούν στο ρυθμό της αναπτυσσόμενης ζύμωσης.

Με βάση τη μέχρι σήμερα ελληνική εμπειρία στον κάδο των ανακυκλώσιμων υλικών (μπλε κάδος) καταλήγει το 30% των απορριμμάτων και αντίστοιχα στον κάδο των οργανικών και υπολειμμάτων (πράσινος κάδος) το 70% (Καρτεράκης, Γιδαράκος, 2005).

Ιδιαίτερης σημασίας είναι και τα ποσοστά των υλικών μέσα στους δύο κάδους:

- ⊕ Ο μπλε κάδος περιέχει σε ποσοστό 70% ανακυκλώσιμα υλικά και 30% υπολείμματα.
- ⊕ Ο πράσινος κάδος περιέχει 58% οργανικά και υπολείμματα και 42% ανακυκλώσιμα.

Ειδικά στον μπλε κάδο η αναλογία των υλικών παρουσιάζει διαφοροποιήσεις σε σχέση με την αντίστοιχη αναλογία επί του συνόλου των ανακυκλώσιμων στο κύριο ρεύμα των απορριμμάτων (Πίνακας 2-3).

Υλικό	% Ποσοστό στον μπλε κάδο	% Ποσοστό στο ανακυκλώσιμο κλάσμα των απορριμμάτων
Χαρτί	67	43
Πλαστικό	18	38
Γυαλί	6	10
Αλουμίνιο	2	3
Μέταλλα	7	6
Σύνολο	100	100

Πίνακας 2-3: Ποσοστά υλικών στον μπλε κάδο και στο ανακυκλώσιμο κλάσμα των απορριμμάτων

(Πηγή: Καρτεράκης, Γιδαράκος, 2005)

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

- i. Είναι αποδοτικότερη σε σχέση με τη 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.
- ii. Εξοικονομούνται μέσα προσωρινής αποθήκευσης και συλλογής των υλικών.
- iii. Υφίστανται μικρότερες απαιτήσεις σε προσωπικό και χώρο προσωρινής αποθήκευσης στις κατοικίες.
- iv. Εφαρμόζεται ευκολότερα σε σχέση με τη διαλογή κάθε υλικού ξεχωριστά, διότι οι καταναλωτές δεν είναι υποχρεωμένοι να προ-διαχωρίσουν τα υλικά ανά είδος.
- v. Συνδυάζεται υποχρεωτικά με Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ) αφού η συλλογή πολλών ανακυκλώσιμων υλικών ταυτόχρονα καθιστά υποχρεωτική τη δημιουργία κέντρου, όπου τα υλικά αυτά θα υφίστανται διαχωρισμό ανά είδος, επεξεργασία και αποθήκευση ως έτοιμα δευτερογενή υλικά.
- vi. Υπάρχει η πιθανότητα αυξημένου ποσοστού ξένων υλικών και προσμίξεων στα προς ανάκτηση υλικά.
- vii. Απαιτείται ο επανασχεδιασμός όλου του δικτύου συλλογής, μεταφοράς και μεταφόρτωσης των ΑΣΑ. Οι ομάδες υλικών-στόχων αποτελούν τουλάχιστον το 30-35% κατά βάρος των συνολικών αποβλήτων, επομένως η διαλογή και εκτροπή τους από το ρεύμα των σύμμεικτων ΑΣΑ επηρεάζει άμεσα το υφιστάμενο σύστημα διαχείρισης των ΑΣΑ της περιοχής (το οποίο έχει σχεδιασθεί για να ανταποκρίνεται σε μεγαλύτερες ποσότητες αποβλήτων). Τα δύο ρεύματα συλλογής μπορούν να αξιοποιούν τις ίδιες διατάξεις μεταφόρτωσης (αποκλειόμενων 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 επιθυμητή η χωροθέτηση των κάδων συλλογής των δύο ρευμάτων σε ενιαίο δίκτυο.

2.5.3. Κέντρα Συλλογής υλικών

Κατά τη λειτουργία των προγραμμάτων αυτών οι κάτοικοι αφού διαχωρίσουν στο σπίτι τα προς ανακύκλωση υλικά τα μεταφέρουν στο κέντρο συλλογής, από όπου με ευθύνη του φορέα του προγράμματος μεταφέρονται στο τελικό χρήστη (π.χ. βιομηχανία, έμποροι κλπ.). Τα Κέντρα Συλλογής για πολλά ανακυκλώσιμα υλικά συνήθως βρίσκονται σε αποθήκες, σε περιφερειακούς χώρους (π.χ. στις εισόδους σταθμών μεταφόρτωσης ή/και χώρων τελικής διάθεσης απορριμμάτων) και σε άλλες κατάλληλες τοποθεσίες όπως σε δημοτικά οικόπεδα κατά μήκος πολυσύχναστων οδών. Η επιλογή της τοποθεσίας δεν δημιουργεί πρόβλημα στους περίοικους, επειδή τα προσκομιζόμενα υλικά είναι καθαρά. Όταν πρόκειται για προσωρινά Κέντρα η συλλογή των υλικών γίνεται σε σχολεία, εκκλησίες, εμπορικά κέντρα σε δεκαπενθήμερη ή μηνιαία βάση.

Λόγω του γεγονότος ότι η ανάκτηση υλικών μέσω Κέντρου Συλλογής προϋποθέτει τη μεταφορά των υλικών από το σπίτι, η συμμετοχή των πολιτών είναι μικρότερη συγκριτικά με την πρακτική της συλλογής πόρτα-πόρτα ή της συλλογής σε ειδικούς κάδους. Η πρακτική είναι κατάλληλη για αραιοκατοικημένες περιοχές από την άποψη του κόστους/οφέλους.

2.5.4. Κέντρα Αγοράς υλικών

Τα Κέντρα Αγοράς υλικών αποτελούν επέκταση των Κέντρων Συλλογής και συγκεκριμένα προβλέπουν οικονομική αποζημίωση για τα προσκομιζόμενα υλικά ως κίνητρο για αύξηση της συμμετοχής των πολιτών. Τις περισσότερες φορές λειτουργούν ως Κέντρα Αγοράς ενός υλικού το οποίο παρουσιάζει ευκολία προώθησης στο τελικό χρήστη και σημαντική τιμή (π.χ. μέταλλα), έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα του Κέντρου. Τα πιο συνηθισμένα αφορούν στη συλλογή κουτιών αλουμινίου και η λειτουργία τους υποστηρίζεται από τους κατασκευαστές αλουμινίου. Βασικό τους πλεονέκτημα η υψηλή ποιότητα των ανακτημένων πρώτων υλών και η δύναμη του κινήτρου για συμμετοχή, ενώ

μειονέκτημα αποτελεί η ανάγκη μεταφοράς των υλικών από τους πολίτες σε μεγάλες αποστάσεις.

Ανεξάρτητα με την πρακτική που εφαρμόζεται για την ανάκτηση υλικών με διαλογή στην πηγή, βασική παράμετρος για την επιτυχία κάθε προγράμματος είναι η αυξημένη συμμετοχή των κατοίκων. Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τη συμμετοχή είναι:

- το είδος της περιοχής (αστική, ημιαστική, αγροτική), το βιοτικό και μορφωτικό επίπεδο του πληθυσμού
- η σωστή, συνεχής και πλήρης ενημέρωση του κοινού
- το είδος της κατοικίας (μονοκατοικίες, πολυκατοικίες) και γενικότερα τα οικιστικά και πολεοδομικά χαρακτηριστικά της περιοχής
- η ελαχιστοποίηση του χρόνου που απαιτείται από τους κατοίκους για τη συλλογή των υλικών
- το είδος των προγραμμάτων (υποχρεωτικά ή εθελοντικά κλπ)
- ο τρόπος συλλογής των υλικών (καθορισμένη συλλογή)

Η ενημέρωση των κατοίκων σχετικά με την ανακύκλωση υλικών πρέπει να αρχίζει πριν την έναρξη του προγράμματος και να συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια του. Επιπλέον απαιτείται συνεχής επαφή και συνεργασία των υπευθύνων του προγράμματος με τους κατοίκους έτσι ώστε να προλαμβάνονται πιθανά λειτουργικά και άλλα προβλήματα ή εάν αυτά εμφανισθούν, να αντιμετωπισθούν άμεσα και αποτελεσματικά.

Τέλος η επιλογή της πιο κατάλληλης πρακτικής για διαλογή υλικών στη πηγή πρέπει να γίνεται με στόχο την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Για το λόγο αυτό, ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των αντίστοιχων προγραμμάτων προσαρμόζεται στην κάθε περιοχή και η τελική επιλογή βασίζεται στα τοπικά χαρακτηριστικά, τα οικονομικά δεδομένα και τις απαιτήσεις που η κάθε μέθοδος παρουσιάζει (Λοϊζίδου, 2002).

2.5.5. Παράγοντες επιτυχίας προγραμμάτων ΔσΠ

Η κοινωνική βιωσιμότητα, η οικονομική απόδοση και γενικότερα η επάρκεια και αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος ΔσΠ, πέρα από την εύστοχη επιλογή κατηγορίας προγραμμάτων και συστήματος ή συνδυασμού συστημάτων, εξαρτάται και από διάφορους άλλους παράγοντες οι κυριότεροι από τους οποίους είναι οι εξής:

I. Συχνότητα συλλογής κάδων ανακύκλωσης

Η απόδοση ενός μοντέλου ΔσΠ αυξάνει με την αύξηση της συχνότητας συλλογής αλλά παράλληλα αυξάνει και το λειτουργικό κόστος του συστήματος. Ως πιο κατάλληλη συχνότητα για τα περισσότερα υλικά (εκτός οργανικών) θεωρείται η εβδομαδιαία ή το πολύ η δεκαπενθήμερη ανά υλικό για τα συστήματα πόρτα-πόρτα και αυτά των ειδικών κάδων (γειτονιές ή κεντρικών σημείων).

II. Πυκνότητα κατανομής κάδων ανακύκλωσης

Η μεγαλύτερη πυκνότητα ευνοεί μεγαλύτερη συμμετοχή των πολιτών, αλλά αυξάνει το κόστος αρχικής εγκατάστασης (επενδυτικό) και το κόστος συλλογής (λειτουργικό).

III. Θέση και εμφάνιση κάδων ανακύκλωσης

Οι κάδοι ανακυκλώσιμων υλικών πρέπει να είναι ευδιάκριτοι ως προς τη θέση και ως προς το υλικό που δέχονται και παράλληλα να μην προκαλούν την αισθητική, να μην ενοχλούν με την παρουσία τους (ρυπαρότητα, δυσοσμίες κ.λπ.) και να είναι εύκολα προσβάσιμοι από τους πολίτες. Χρήσιμο είναι οι κάδοι ανακύκλωσης να τοποθετούνται παραπλεύρως των κάδων αποκομιδής των υπόλοιπων απορριμμάτων για να συνηθίζουν οι πολίτες στην ιδέα του οργανωμένου διαχωρισμού των απορριμμάτων. Οι κάδοι θα πρέπει να συντηρούνται, να βάφονται όταν χρειάζεται και να έχουν σε εμφανές μέρος τη σήμανση για τα συλλεγόμενα υλικά σε αυτούς (π.χ. χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο κ.λπ.).

IV. Απόσταση μεταξύ των κάδων ανακύκλωσης

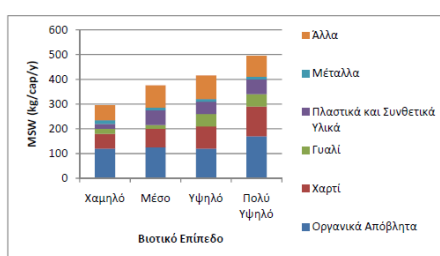
Η διευκόλυνση των κατοίκων αποτελεί μία από τις βασικές παραμέτρους του σχεδιασμού της χωροθέτησης των κάδων. Οι κάδοι πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε ο πολίτης να μη χρειάζεται να διανύσει απόσταση μεγαλύτερη από 60 m, προκειμένου να απορρίψει τα υλικά-στόχους.

V. Χαρακτηριστικά περιοχής

Οι κλιματολογικές συνθήκες, οι εποχιακές διακυμάνσεις στα ανακυκλώσιμα υλικά και τα τοπικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων απορριμμάτων μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την ευκολία εφαρμογής και τη βιωσιμότητα ενός προγράμματος ΔσΠ, γι' αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όπου είναι εφικτό.

VI. Δημογραφικά και άλλα χαρακτηριστικά του πληθυσμού

Η σύνθεση ηλικιών του πληθυσμού, το φύλο, ο αριθμός των μελών και ο χαρακτήρας οργάνωσης της οικογένειας, ο κοινωνικός ρόλος της γυναίκας στην οικογένεια και στο παραγωγικό κύκλωμα αποτελούν μερικές από τις μεταβλητές που επηρεάζουν ένα σύστημα ανακύκλωσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το πρόγραμμα ανακύκλωσης στο Adur της Αγγλίας, μίας κοινότητας 35.000 κατοίκων. Βασικός παράγοντας για την επιλογή της μεθόδου "πόρτα-πόρτα", αντί για τη χρήση ειδικών κάδων στους δρόμους, ήταν η πληθυσμιακή σύνδεση: πολύ μεγάλο ποσοστό συνταξιούχων και ηλικιωμένων που δεν οδηγούσαν αυτοκίνητο. Μία άλλη παράμετρος που επηρεάζει το πρόγραμμα ανακύκλωσης είναι το κοινωνικό, οικονομικό και εκπαιδευτικό προφίλ των πολιτών που καθορίζει το βιοτικό τους επίπεδο. Έτσι σε μια περιοχή όπου διαμένουν πολίτες χαμηλού βιοτικού επιπέδου αναμένεται η ποσότητα και η ποιότητα των υλικών-στόχων που θα ανακτηθούν να διαφέρει από μία περιοχή με πολίτες υψηλού βιοτικού επιπέδου λόγω επαγγέλματος και οικονομικής κατάστασης, όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 2-3).



Εικόνα 2-3: Παραγωγή Αστικών Αποβλήτων σε διαφορετικά βιοτικά επίπεδα
(Πηγή: Beigl, 2004)

VII. Πληροφόρηση-Εκπαίδευση πολιτών

Ο βαθμός συμμετοχής καθώς και η ποιότητα των συλλεγομένων υλικών αυξάνονται με την παράλληλη πληροφόρηση και εκπαίδευση των δημοτών. Γι' αυτό απαιτούνται

ενημερωτικές εκστρατείες δημοσιότητας, πληροφόρησης και εκπαίδευσης για να ευαισθητοποιήσουν, να διεγείρουν και να διατηρήσουν στους δημότες την οικολογική συνείδηση.

VIII. Κίνητρα προς τον πολίτη

Πολλές φορές κάποιας μορφής κίνητρα (οικονομικά ή σε είδος) αποτελούν στοιχείο υπενθύμισης του ότι η ανακύκλωση έχει οφέλη. Όμως χρειάζεται προσοχή σ' αυτό το θέμα, ιδιαίτερα με τους μαθητές στα σχολεία, διότι δεν είναι πάντα εφικτό να δίνονται και οικονομικά κίνητρα και μπορεί να κινδυνεύσει η επιτυχία της ανακύκλωσης σε ορισμένες περιπτώσεις γι' αυτό το λόγο.

IX. Νομικό πλαίσιο

Η απαγόρευση της χρήσης κάποιων μη ανακυκλώσιμων υλικών στη παραγωγή νέων προϊόντων ή συσκευασιών, ο καθορισμός στόχων ανακύκλωσης, η επιβολή αναλογικού αντιτίμου για τα οικιακά απορρίμματα επηρεάζουν τις επιλογές του συστήματος ανακύκλωσης.

X. Χαρακτηριστικά ανακτώμενων υλικών

Εκτός από το ποσοστό συμμετοχής σε ένα πρόγραμμα ΔσΠ σημασία έχει και η ποιότητα των υλικών δηλαδή η ομοιογένεια και η σταθερότητα του ανακτώμενου υλικού του οποίου η μορφή και η ποιότητα επηρεάζουν τη δυναμικότητα της ανακύκλωσής του. Έτσι τα ανακυκλούμενα υλικά για να γίνουν δεκτά στην αγορά θα πρέπει να πληρούν κάποιες προδιαγραφές ως προς την περιεκτικότητα των προσμίξεων που περιέχουν.

XI. Ύπαρξη αγοράς - τιμές δευτερευόντων υλικών

Οι τιμές πώλησης των υλικών από την ανακύκλωση και η εξασφάλιση σταθερής αγοράς σε συνδυασμό με το κόστος μεταφοράς προς τον τελικό αποδέκτη, παίζουν καθοριστικό ρόλο για τη βιωσιμότητα ενός προγράμματος ΔσΠ. Οι τιμές των υλικών της ανακύκλωσης εξαρτώνται από τη βιομηχανική ζήτηση, τη καθαρότητα των υλικών και τη σταθερότητα της παροχής υλικών προς τον τελικό αποδέκτη.

XII. Επιλογή υπεύθυνου φορέα

Ο φορέας διαχείρισης των προγραμμάτων ΔσΠ μπορεί να είναι το κράτος, ο ΟΤΑ ή κάποιος ιδιωτικός φορέας. Επίσης μπορεί να είναι συνδυασμός των προηγούμενων ή

να αποτελείται από εθελοντικές ομάδες (π.χ. σχολεία). Η ικανότητα του φορέα να ανταποκρίνεται άμεσα και με συνέπεια στις διακυμάνσεις του φορτίου των συλλεχθέντων ανακυκλώσιμων υλικών και στην αντίστοιχη ζήτηση της αγοράς τους με την μέγιστη δυνατή μείωση του κόστους λειτουργίας του είναι καθοριστικός παράγοντας για τη βιωσιμότητα ενός προγράμματος ΔσΠ.

2.5.6. Δείκτες απόδοσης προγράμματος ΔσΠ

Χρησιμοποιούνται κυρίως οι παρακάτω δείκτες που περιγράφουν την απόδοση ενός προγράμματος διαλογής στην πηγή:

a) Δείκτης εκτροπής

Είναι ο λόγος: (φορτίο υλικών που ανακτώνται) / (φορτίο απορριμμάτων)

Επισημαίνεται ότι στον αριθμητή τίθεται το φορτίο των υλικών που τελικά ανακτήθηκαν και αποθηκεύτηκαν προς πώληση στην αγορά ανακυκλωμένων υλικών ενώ ο παρανομαστής αφορά στις συνολικές ποσότητες απορριμμάτων που παράγονται από τα εξυπηρετούμενα νοικοκυριά (Μουσιόπουλος, 1998). Ο δείκτης εκτροπής εκφράζει τις ποσότητες των υλικών που διασώζονται από τη ταφή (εκτρέπονται από τη συνήθη πορεία τους).

b) Δείκτης ανάκτησης

Είναι ο λόγος: (βάρος υλικών-στόχων που ανακτώνται) / (συνολικό βάρος των υλικών-στόχων που περιέχονται στα απορρίμματα),

δηλαδή οι ποσότητες των υλικών-στόχων που ανακτώνται από τα εξυπηρετούμενα νοικοκυριά προς τις συνολικές ποσότητες υλικών στόχων που υπάρχουν στα απορρίμματα που παράγονται από τα εξυπηρετούμενα νοικοκυριά. Ο δείκτης ανάκτησης εκφράζει τις ποσότητες των υλικών που ανακτώνται σε σχέση με τα υλικά στόχους δηλαδή τις, σύμφωνα με το σχεδιασμό, δυνητικά ανακτήσιμες ποσότητες (Lomax, 1995).

c) Δείκτης Διαφοράς Κόστους

Είναι το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων συμπεριλαμβανομένου του προγράμματος ανακύκλωσης μείον το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων χωρίς

το πρόγραμμα ανακύκλωσης προς το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων χωρίς το πρόγραμμα ανακύκλωσης. Ο δείκτης αυτός εκφράζει την οικονομική επιβάρυνση που επιφέρει στο συνολικό σύστημα διαχείρισης των απορριμμάτων η λειτουργία του προγράμματος ανακύκλωσης (Μουσιόπουλος, 1998).

d) Δείκτης Συμμετοχής

Είναι το ποσοστό των εξυπηρετούμενων νοικοκυριών που συμμετέχουν στο πρόγραμμα τουλάχιστον μία φορά το μήνα (Lomax, 1995).

2.5.7. Μηχανική διαλογή αστικών στερεών αποβλήτων

Η πρακτική της μηχανικής διαλογής αφορά στην ανάκτηση υλικών από σύμμεικτα ΑΣΑ στα οποία περιέχονται και τα δυνητικά ανακτήσιμα. Πρόκειται για τα πιο προηγμένα συστήματα ανάκτησης υλικών και αποτελούν σημαντική λύση για τις περιπτώσεις που:

- i. δεν εφαρμόζονται προγράμματα διαλογής υλικών στη πηγή
- ii. η εφαρμογή προγραμμάτων διαλογής στη πηγή είναι μη βιώσιμη και
- iii. η ανάκτηση υλικών στην πηγή δε οδηγεί σε σημαντική ανάκτηση υλικών.

Στη συνέχεια δίδεται μία συνοπτική περιγραφή μιας μονάδας μηχανικής διαλογής υλικών από σύμμεικτα απορρίμματα.

Αρχικά τα κλειστού τύπου απορριματοφόρα ή οχήματα που φέρουν containers με σύστημα αυτοσυμπίεσης περνάνε από σύστημα ζύγισης και στη συνέχεια οδηγούνται στο τμήμα υποδοχής, που εξυπηρετεί την παραλαβή των ΑΣΑ και την εκκένωση των απορριματοφόρων. Επιπλέον παρέχει αποθηκευτική ικανότητα για τη παραλαβή της μέγιστης ποσότητας απορριμμάτων της ημέρας αιχμής και τη σταδιακή επεξεργασία τους κατά τη διάρκεια της εβδομάδας. Τα απορρίμματα από το τμήμα υποδοχής οδηγούνται στη μονάδα όπου λαμβάνει χώρα η μηχανική διαλογή των υλικών. Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται διαχωρισμός των εισερχόμενων σύμμεικτων απορριμμάτων σε πέντε κλάσματα:

- Βιοαποδομήσιμα οργανικά

- Χαρτί - Πλαστικό
- Μίγμα χαρτιού και πλαστικού
- Σιδηρούχα μέταλλα
- Μη σιδηρούχα μέταλλα (αλουμίνιο)

Ταυτόχρονα με την παραγωγή των παραπάνω χρήσιμων κλασμάτων κατά τη μηχανική διαλογή απομακρύνονται υλικά των οποίων η παρουσία είναι ανεπιθύμητη . Τα υλικά αυτά αποτελούν το ρεύμα των άχρηστων υλικών(υπολείμματα) τα οποία οδηγούνται προς υγειονομική ταφή.

Προκειμένου να επιτευχθούν οι διαχωρισμοί των παραπάνω κλασμάτων, κατά τη μηχανική διαλογή εφαρμόζονται οι ακόλουθες παραγωγικές διαδικασίες:

- διαχωρισμός βάσει μεγέθους με διαχωρισμό του ευμεγέθους από το οργανικό κλάσμα
- ελάττωση μεγέθους και εμπλουτισμός του οργανικού κλάσματος
- τεμαχισμός και εξευγενισμός του ευμεγέθους κλάσματος με διαχωρισμό του εμπεριεχομένου ελαφρού κλάσματος
- ελάττωση μεγέθους, συμπίεση, δεματοποίηση και αποθήκευση του ελαφρού κλάσματος προς παραγωγή RDF
- συμπίεση, δεματοποίηση και τελική διάθεση αχρήστων
- διαχωρισμός, συμπίεση και αποθήκευση των σιδηρούχων μετάλλων και του αλουμινίου (Λοϊζίδου, 2002).

2.5.8. Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ)

Τα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ) είναι εγκαταστάσεις όπου με συνδυασμό μεθόδων μηχανικής-χειρωνακτικής διαλογής, διαχωρίζονται τα σύμμεικτα ανακυκλώσιμα υλικά τα οποία προέρχονται από διαλογή στη πηγή και

ακολουθώς πραγματοποιείται αναβάθμιση και δεματοποίηση των διαχωρισθέντων υλικών. Τα δευτερογενή υλικά που εξάγονται από ένα ΚΔΑΥ είναι περισσότερο εμπορεύσιμα (καθαρά) απ' ό,τι εάν τα υλικά αυτά επρωθούντο απ' ευθείας στην αγορά, λόγω της πρόσθετης διαλογής-συσκευασίας. Έτσι μπορούν να επιτευχθούν οι προδιαγραφές που θέτει η βιομηχανία για την ανακύκλωση των υλικών. Αυτή τελικά η παράμετρος αποτελεί και το μεγαλύτερο όφελος των ΚΔΑΥ.

2.5.8.1. Λειτουργία ΚΔΑΥ

Το λογικό διάγραμμα λειτουργίας του Κέντρου Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών μπορεί να διαχωριστεί στα εξής επί μέρους τμήματα, ανάλογα με τις λειτουργίες του:

➤ Τμήμα Εισόδου Υλικών

Τα οχήματα συλλογής των ανακυκλώσιμων υλικών μόλις ολοκληρώσουν το δρομολόγιο αποκομιδής του περιεχομένου των κάδων προσωρινής αποθήκευσης των υλικών στόχων, οδεύουν στο χώρο του ΚΔΑΥ όπου αρχικά ζυγίζονται σε γεφυροπλάστιγγα. Αφού ζυγιστούν, κινούνται προς το εσωτερικό χώρο του κτιρίου όπου και θα εκφορτώσουν τα υλικά.

➤ Τμήμα Τροφοδοσίας

Η εκφόρτωση των υλικών γίνεται σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο υποδοχής: σιλό τροφοδοσίας. Το εισερχόμενο υλικό απαιτεί προδιαλογή, που προκύπτει από το επίπεδο ρύπανσης του εισερχομένου ρεύματος απορριμμάτων π.χ. για την απομάκρυνση μπαταριών, δοχείων χρωμάτων, πλαστικών φιλμ κ.λ.π. Στο στάδιο όμως αυτό μπορεί να γίνει και ο διαχωρισμός ογκωδών υλικών (π.χ. χαρτονιών) τα οποία εύκολα αποσπώνται από τα υπόλοιπα, ενώ παράλληλα περιορίζεται το πρόβλημα υπερφόρτωσης των γραμμών διαχωρισμού.

➤ Τμήμα Κυρίως Διαλογής

Η όλη διαδικασία διαλογής των ανακυκλώσιμων υλικών πραγματοποιείται κατά μήκος της ταινίας διαλογής, το επίπεδο της οποίας βρίσκεται σε πλατφόρμα υψηλότερα από το δάπεδο του ΚΔΑΥ. Για όλα τα υλικά πλην του σιδήρου, για τη διαλογή του οποίου υπάρχει μαγνήτης, πραγματοποιείται χειροδιαλογή (υπάρχουν

βεβαίως και αυτοματοποιημένες διατάξεις, όμως δεν χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα αυτή τη στιγμή). Το χαρτί οδεύει απευθείας προς το δεματοποιητή (συνεχής τροφοδοσίας πρέσας), ενώ τα υπόλοιπα υλικά αποθηκεύονται σε κλωβούς. Στο τέλος της γραμμής κυρίας διαλογής υπάρχει ταινία η οποία οδηγεί το υπόλειμμα σε container (συνήθως εκτός του κτιρίου).

➤ **Τμήμα Δεματοποίησης και Αποθήκευσης Ανακτώμενων Υλικών**

Τα υλικά που διαλέγονται και συλλέγονται στους κλωβούς οδηγούνται μέσω ταινίας τροφοδοσίας στη πρέσα όπου συμπιέζονται και δεματοποιούνται. Καθημερινά ζυγίζονται οι παραγόμενες ποσότητες (δέματα) σε ζυγό που διαθέτει η μονάδα και αποθηκεύονται προσωρινά. Ως χώροι προσωρινής αποθήκευσης των υλικών μπορούν να χρησιμοποιηθούν τμήματα του ΚΔΑΥ και εξωτερικοί χώροι.

2.5.8.2. Παράμετροι σχεδιασμού ΚΔΑΥ

Ο σχεδιασμός ενός ΚΔΑΥ και η επιλογή του εξοπλισμού εξαρτάται:

- α) Από τις ποσότητες και τη σύσταση κάθε κλάσματος τροφοδοσίας
- β) Από τις προδιαγραφές πρώτων υλών της βιομηχανίας ανακύκλωσης.

2.5.8.3. Προϊόντα ΚΔΑΥ (δευτερογενή υλικά)

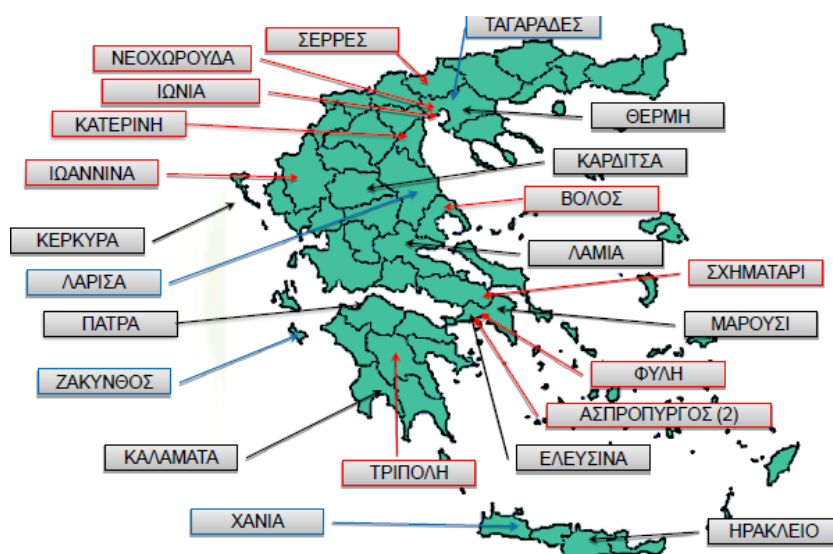
Η μορφή και οι συνθήκες κάτω από τις οποίες τα προϊόντα ενός ΚΔΑΥ διοχετεύονται προς ανακύκλωση εξαρτώνται από τις απαιτήσεις αγοράς σε συνάρτηση με την οικονομικότητα των μεθόδων επεξεργασίας. Τα είδη των τελικών προϊόντων που προέρχονται π.χ. από το εισερχόμενο ρεύμα χαρτιού, μπορούν να περιλαμβάνουν εφημερίδες, ανάμικτο χαρτί, χαρτόνι, δεματοποιημένα ή όχι. Το γυαλί μπορεί να διαχωρίζεται ανά χρώμα, τα κουτιά αλουμινίου να παραδίδονται συμπιεσμένα (ή όχι) ή τεμαχισμένα, τα πλαστικά διαχωρισμένα ανά είδη ή ανάμικτα (π.χ. PP και PS μαζί) θρυμματοποιημένα ή κοκκοποιημένα, οι σιδηρούχοι περιέκτες συμπιεσμένοι (ή όχι), από ένα μέταλλο ή διμεταλλικοί.

2.5.8.4. Χρησιμοποιούμενη τεχνολογία σε ΚΔΑΥ

Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία διακρίνεται σε:

- α) Χαμηλή τεχνολογία (σχετικά απλή). Χαμηλής δυναμικότητας μονάδες. Μικρή μηχανική υποστήριξη.
- β) Υψηλή τεχνολογία (σχετικά σύνθετη). Υψηλής δυναμικότητας μονάδες. Σημαντική μηχανική υποστήριξη. Υψηλό κεφάλαιο εγκατάστασης και λειτουργίας.

Στην Ελλάδα σήμερα λειτουργούν 24 ΚΔΑΥ(Εικόνα 2-4) που συνεργάζονται με την Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ) και μόνο το 2008 αξιοποίησαν 415.844 τόνους ανακυκλώσιμων υλικών. Τη σκυτάλη μετά παίρνουν τα εργοστάσια που κάνουν πράξη την ανακύκλωση. Μετατρέπουν δηλαδή τα ανακυκλώσιμα υλικά σε πρώτη ύλη για να τα πουλήσουν κατόπιν στις βιομηχανίες που θα κατασκευάσουν νέα προϊόντα.



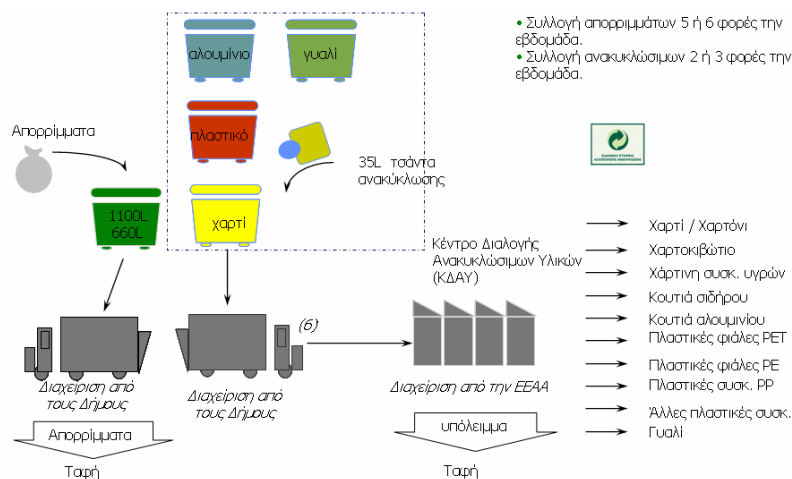
Εικόνα 2-4: Πανελλαδική Ανάπτυξη ΚΔΑΥ
(Πηγή: Εταιρεία Συστημάτων Εναλλακτικής Διαχείρισης, 2010)

2.6. Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Ανταποκρινόμενες στις διατάξεις του νόμου 2939/2001 περί «Συσκευασιών και Εναλλακτικής Διαχείρισης των Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων» οι

βιομηχανικές και εμπορικές επιχειρήσεις που είτε διαθέτουν συσκευασμένα προϊόντα στην ελληνική αγορά είτε κατασκευάζουν διάφορες συσκευασίες έχουν ιδρύσει από τον Δεκέμβριο του 2001 έναν συλλογικό φορέα, την Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ ΑΕ) για την από κοινού οργάνωση συστήματος συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης με σκοπό την αξιοποίηση των συσκευασιών που βρίσκονται στα απορρίμματα. Ο νόμος υποχρεώνει αυτές τις επιχειρήσεις να μεριμνήσουν για τη συλλογή και ανακύκλωση των συσκευασιών των προϊόντων τους. Η ΕΕΑΑ έχει αναπτύξει και υλοποιεί στη χώρα το Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ (ΣΣΕΔ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ), δηλαδή το σύστημα των μπλε κάδων ανακύκλωσης. Στο μετοχικό κεφάλαιο του συστήματος συμμετέχει κατά 35% η Κεντρική Ένωση Δήμων και Κοινοτήτων (ΚΕΔΚΕ). Το ΥΠΕΧΩΔΕ, με την υπ' αριθμόν 106453/20-02-2003 υπουργική απόφασή ενέκρινε το ΣΣΕΔ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ που οργανώνει η ΕΕΑΑ και αφορά τη συλλογή, τη μεταφορά, την επαναχρησιμοποίηση και την αξιοποίηση των αποβλήτων των συσκευασιών.

Οι ΟΤΑ, ως αρμόδιοι κατά νόμο φορείς διαχείρισης των απορριμμάτων, οφείλουν να οργανώσουν την αξιοποίηση των δημοτικών αποβλήτων συσκευασίας σύμφωνα με το Νόμο 2939/2001, δηλαδή σε συνεργασία με το προαναφερθέν συλλογικό σύστημα. Επομένως η βασικότερη παράμετρος για την επιτυχία ενός προγράμματος ανακύκλωσης υλικών συσκευασίας από τα δημοτικά απορρίμματα είναι η γόνιμη συνεργασία μεταξύ ΕΕΑΑ και Δήμου. Σύμφωνα με τις συμβατικές της υποχρεώσεις, η ΕΕΑΑ προμηθεύει τους μπλε κάδους της ανακύκλωσης (μπλε ρεύμα), τα ειδικά απορριμματοφόρα οχήματα με το λογότυπό της και αναλαμβάνει και την ενημέρωση του τοπικού πληθυσμού για το Σύστημα Ανακύκλωσης. Η ΕΕΑΑ διανέμει επίσης και ειδική τσάντα σε κάθε νοικοκυριό για προσωρινή αποθήκευση και μεταφορά των συσκευασιών στους μπλε κάδους. (Εικόνα 2-5).



Εικόνα 2-5: Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών
(Πηγή: ΕΕΑΑ, 2009)

2.6.1. Συνεργασίες της ΕΕΑΑ με τους ΟΤΑ

Οι τρόποι συνεργασίας του εγκεκριμένου συστήματος ΣΣΕΔ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ της ΕΕΑΑ ΑΕ με τους ΟΤΑ σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής είναι οι ακόλουθοι:

Α τρόπος συνεργασίας: Τα έργα εκκινούν από το μηδέν σε συνεργασία Δήμων και Συστήματος-Οι Δήμοι αναλαμβάνουν τη συλλογή.

Επένδυση: Μετά την παραχώρηση του οικοπέδου από το Δήμο, το σύστημα επενδύει για την κατασκευή του ΚΔΑΥ.

Λειτουργία:

- Συλλογή (προσωπικό, αναλώσιμα, συντήρηση): Δήμοι
- Τελική διάθεση υπολείμματος: Δήμοι
- Επεξεργασία (προσωπικό, ηλεκτρική ενέργεια, αναλώσιμα κλπ.): Σύστημα
- Ενημέρωση: Σύστημα σε συνεργασία με τον δήμο
- Διαχείριση: Σύστημα

Οι δαπάνες επένδυσης που περιλαμβάνουν το σύνολο των αποθηκευτικών μέσων (τσάντες, κάδοι, κλπ.), των οχημάτων συλλογής, των κτιριακών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων των απαιτούμενων Κέντρων Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ), χρηματοδοτούνται από το Σύστημα.

Οι Δήμοι έχουν την υποχρέωση για τη παροχή χρήσης κατάλληλου βιομηχανικού γηπέδου (γης) και τη δημιουργία πρόσβασης σε αυτό. Επίσης οι Δήμοι οφείλουν να συνεργαστούν για την έκδοση των προβλεπόμενων περιβαλλοντικών και άλλων νομικών αδειών, των οποίων το κόστος καλύπτεται από το Σύστημα. Οι Δήμοι εκτελούν τη συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών με τους δικούς τους εργαζόμενους βάσει συμφωνημένου σχεδιασμού. Οι Δήμοι καλύπτουν επίσης το κόστος καυσίμων, λιπαντικών και λοιπών αναλωσίμων της συλλογής, καθώς και το κόστος αποκομιδής και τελικής διάθεσης του υπολείμματος των ΚΔΑΥ. Τέλος, όλες οι άλλες δαπάνες λειτουργίας των έργων καλύπτονται από το Σύστημα. Ο συγκεκριμένος τρόπος συνεργασίας εφαρμόζεται ήδη στην περίπτωση του έργου Αμαρουσίου.

Β τρόπος συνεργασίας: Οι επενδύσεις των έργων γίνονται από τους Δήμους-το Σύστημα αναλαμβάνει τη λειτουργία των έργων.

Επένδυση: Οι δαπάνες επένδυσης (συλλογής και επεξεργασίας) καλύπτονται από τους Δήμους βάσει προσυμφωνημένου σχεδιασμού και προδιαγραφών.

Λειτουργία:

- i. Συλλογή: Σύστημα
- ii. Επεξεργασία: Σύστημα
- iii. Ενημέρωση: Σύστημα
- iv. Διαχείριση: Σύστημα

Το Σύστημα αναλαμβάνει τη διαχείριση των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού και καλύπτει τις δαπάνες λειτουργίας (συλλογής, επεξεργασίας, κλπ.) για τη χρονική περίοδο των έξι ετών που προβλέπει ο Νόμος.

Ο συγκεκριμένος τρόπος συνεργασίας εφαρμόζεται ήδη στην περίπτωση του έργου Πατρών.

Γ τρόπος συνεργασίας: Οι Δήμοι υλοποιούν τα προγράμματα αξιοποίησης των αποβλήτων συσκευασίας.

Πρόκειται για έργα ανακύκλωσης και αξιοποίησης υλικών συσκευασίας που έχουν οργανωθεί και κατασκευαστεί από τους δήμους, οι οποίοι και τα λειτουργούν μόνοι τους χρηματοδοτούμενοι από το Σύστημα, κατά τις προβλέψεις του νόμου 2939. Υπογραμμίζεται σαφώς ότι τα έργα αυτά εξυπηρετούν τους στόχους και τις διατάξεις του Ν. 2939.

Οι Δήμοι χρηματοδοτούνται από το Σύστημα βάσει του ακόλουθου τύπου ανά τόνο ανακτώμενου υλικού που πιστοποιημένα παραδίδεται προς αξιοποίηση στην αγορά των δευτερογενών υλικών.

**Χρηματοδότηση Δήμων=Ολικό κόστος ανακύκλωσης-Τιμή πώλησης υλικού-Εξοικονόμηση
δαπανών διαχείρισης αποβλήτων**

Όλα τα μεγέθη είναι ανηγμένα ανά τόνο δευτερογενούς (ανακτώμενου) υλικού. Διευκρινίζεται ότι αποσβέσεις που αφορούν έργα που έχουν χρηματοδοτηθεί από δημόσιους ή κοινοτικούς πόρους δε συνυπολογίζονται.

Τα ανακτώμενα απόβλητα συσκευασίας οφείλουν να τηρούν συγκεκριμένες προσυμφωνημένες προδιαγραφές. Η πιστοποίηση της αξιοποίησης γίνεται μέσω των ανάλογων παραστατικών διάθεσης του υλικού και είναι δυνατόν να διενεργούνται έλεγχοι για να διαπιστώνεται η σύμφωνη με το Ν. 2939 αξιοποίηση των υλικών.

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

3.1. Εισαγωγή στα ΓΣΠ

Η εφαρμογή στη παρούσα εργασία υλοποιήθηκε σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών οπότε ακολουθεί η περιγραφή βασικών εννοιών του συστήματος αυτού.

Στη διάρκεια των προηγούμενων δεκαετιών διαπιστώθηκε ευρέως ότι οι ανάγκες για αξιόπιστες κι ενημερωμένες πληροφορίες σχετικά με τη γη, τη κοινωνία και το περιβάλλον δε μπορούσαν να ικανοποιηθούν με τους παραδοσιακούς τρόπους συλλογής, καταγραφής, ενημέρωσης και επεξεργασίας πληροφοριών. Η εξέλιξη της τεχνολογίας των υπολογιστών, των εφαρμοσμένων μαθηματικών, της ψηφιακής χαρτογραφίας, της τηλεπισκόπησης, της γεωδαισίας, των βάσεων δεδομένων και των τεχνικών χωρικής ανάλυσης δημιούργησαν το υπόβαθρο στο οποίο στηρίχτηκαν και εξελίσσονται Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ), γνωστά ευρέως και ως Geographic Information Systems (GIS) (Μηλιαρέσης, 2006).

Οι κυριότεροι λόγοι που την τελευταία εικοσιπενταετία η τεχνολογία των ΓΣΠ γνώρισε ευρεία ανάπτυξη ήταν:

- η μεγάλη ανάπτυξη της πληροφορικής και το διαρκώς μειούμενο κόστος των αντίστοιχων μηχανημάτων και προγραμμάτων
- η βελτίωση των μαθηματικών μεθόδων ανάλυσης, ερμηνείας και πρόβλεψης των συνθηκών του γήινου περιβάλλοντος
- η διαρκώς αυξανόμενη ανησυχία για την περιβαλλοντική υποβάθμιση τόσο σε τοπικό, όσο και σε εθνικό και υπερεθνικό επίπεδο, και
- η αδυναμία επεξεργασίας με παραδοσιακούς τρόπους της πληθώρας στοιχείων και σύνθετων επεξεργασιών που απαιτούνται για τη μελέτη των φυσικών, κοινωνικών και

οικονομικών μεγεθών των σύγχρονων πολύπλοκων προβλημάτων ανάπτυξης (Μανιάτης, 2006).

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων αποτελείται από διακεκριμένες φάσεις: συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία, ανακύκλωση ή απόθεση των αποβλήτων. Η βελτιστοποίηση των δρομολογίων συλλογής των αποβλήτων είναι ένα σύνθετο πρόβλημα με έντονα οικονομικό και περιβαλλοντικό χαρακτήρα. Η επίλυση αυτού του προβλήματος αποτελεί τμήμα έρευνας που αποσκοπεί στην ανάλυση, σχεδίαση και υλοποίηση ενός μοντέλου προσομοίωσης, μέσω υπολογιστή, των διαδικασιών συλλογής, μεταφοράς και απόθεσης των αστικών απορριμμάτων και στη συνέχεια, στη χρησιμοποίηση του μοντέλου για τον εντοπισμό των πλέον αποδεκτών και οικονομικών λύσεων του προβλήματος. Το μοντέλο αυτό υλοποιείται σε περιβάλλον ΓΣΠ, το οποίο περιλαμβάνει ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση, διαχείριση και ανάλυση των χωρικών στοιχείων.

3.1.1. Ορισμός ΓΣΠ

Κατά καιρούς έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί για τα ΓΣΠ. Το 1985, ο Goodchild απέδωσε έναν μάλλον ευρύ ορισμό, σύμφωνα με τον οποίο «Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση, διαχείριση, ανάλυση και απεικόνιση χωρικών δεδομένων σχετικών με ζητήματα γεωγραφικής φύσης». Ο όρος "ολοκληρωμένος" καταδεικνύει ότι τα ΓΣΠ αντιμετωπίζονται όχι απλά και μόνο ως ένα άθροισμα μηχανημάτων και προγραμμάτων, αλλά ως μια νέα, σύνθετη τεχνολογία. Ένας παρόμοιος ορισμός δόθηκε και από τους Congalton and Green (1992) θεωρώντας ότι τα ΓΣΠ είναι «ένα ολοκληρωμένο λογισμικό σύστημα, το οποίο έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει, επικαλύπτει, διαχειρίζεται και συνδυάζει πληροφορίες που προέρχονται από χάρτες, περιγραφικά δεδομένα, δορυφορικές εικόνες και αεροφωτογραφίες». Σύμφωνα με τον Carter (1989) Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι «όλα εκείνα τα πληροφοριακά συστήματα τα οποία εστιάζουν σε χωρικά ενδιαφέροντα και φαινόμενα σε κλίμακες από όλη τη γη μέχρι τη μοναδιαία ιδιοκτησία (land parcel).

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με τα υπόλοιπα πληροφοριακά συστήματα, με το επιπλέον χαρακτηριστικό της ύπαρξης της χωρικής διάστασης». Ένας κατατοπιστικότερος ορισμός δόθηκε από την FIG (Federation Internationale des Geometres, 1983). Σύμφωνα με αυτόν: «Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι ένα εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων νομικής, διοικητικής και οικονομικής υφής και ένα όργανο για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη, το οποίο αποτελείται από τη μια από μια Βάση Δεδομένων που περιέχει στοιχεία για μια έκταση, προσδιορισμένα στο χώρο και τα οποία σχετίζονται με τη γη και από την άλλη (αποτελείται) από διαδικασίες και τεχνικές για τη συστηματική συλλογή, ενημέρωση, επεξεργασία και διανομή των στοιχείων». Η βάση ενός ΓΣΠ είναι ένα ενιαίο σύστημα γεωγραφικής αναφοράς, το οποίο επίσης διευκολύνει τη σύνδεση των στοιχείων μεταξύ τους, καθώς και με άλλα συστήματα που περιέχουν γεωγραφικά στοιχεία.

Τέλος σύμφωνα με τον Κουτσόπουλο (2002) Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών «είναι μια οργανωμένη συλλογή μηχανικών υπολογιστικών συστημάτων (hardware), λογισμικών συστημάτων (software), χωρικών δεδομένων και ανθρώπινου δυναμικού, με σκοπό τη συλλογή, καταχώρηση, ενημέρωση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση, κάθε μορφής πληροφορίας που αφορά το γεωγραφικό περιβάλλον». Βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι υποστηρίζουν τη διαδικασία του σχεδιασμού παρέχοντας τη δυνατότητα στο χρήστη, να αναλύει γεωγραφικές πληροφορίες για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό, σύμφωνα με το δικό του μοντέλο λήψης αποφάσεων.

Ο παραπάνω ορισμός μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ένα ΓΣΠ έχει τη δυνατότητα να φέρει σε πέρας τις εξής τρεις ιδιότητες (Κουτσόπουλος 2002):

- Μπορεί να αποθηκεύσει, να διαχειριστεί και να ενσωματώσει ένα μεγάλο όγκο χωρικών στοιχείων.
- Αποτελεί το πιο κατάλληλο εργαλείο χωρικής ανάλυσης, εστιαζόμενο ειδικά στη χωρική διάσταση των στοιχείων.
- Αποτελεί ένα πολύ αποτελεσματικό μηχανισμό για την επίλυση χωρικών προβλημάτων μέσα από την οργάνωση, διαχείριση και μετασχηματισμό μεγάλου όγκου στοιχείων, με τέτοιο τρόπο ώστε η πληροφορία να είναι προσιτή σε όλους.

- Επιπλέον βασικό χαρακτηριστικό των ΓΣΠ είναι ότι συνδέονται με μαθηματικά μοντέλα τα οποία είναι απαραίτητα για τη προσομοίωση κάποιων φαινομένων (π.χ. κυκλοφοριακός φόρτος) ή/και την ανεύρεση της βέλτιστης λύσης (π.χ. βέλτιστη διαδρομή οχήματος) (Καρτεράκης et al, 2005).

3.1.2. Ιστορική εξέλιξη των ΓΣΠ

Οι ρίζες των ΓΣΠ ως επιστημονικού κλάδου θα πρέπει να αναζητηθούν στην επιστήμη της θεματικής χαρτογραφίας η οποία έχει βασικό στόχο τη μετάδοση θεματικών εννοιών γεωγραφικού κυρίως ενδιαφέροντος. Οι βάσεις των ΓΣΠ όσον αφορά το πληροφορικό τους τμήμα τέθηκαν τις δεκαετίες 1959-1960 με την ανάπτυξη λογισμικών και τεχνικών αυτοματοποιημένης χαρτογραφίας, οι οποίες δεν ήταν αυτόνομες εφαρμογές αλλά συνεργαζόμενα τμήματα λογισμικού.

Το εργαστήριο χωρικής ανάλυσης και γραφικών υπολογιστή του πανεπιστημίου του Harvard αποτέλεσε το πρώτο πυρήνα ανάπτυξης ενιαίων συστημάτων ΓΣΠ τις δεκαετίες 1960-1970 ενώ ήδη από τη περίοδο αυτή κάνουν την εμφάνιση τους οι πρώτες εταιρίες κατασκευής λογισμικού και παροχής υπηρεσιών στο τομέα των ΓΣΠ. Τη δεκαετία του 1980 αναπτύσσεται σε ιδιαίτερα σημαντικό βαθμό η τεχνολογία του λογισμικού ΓΣΠ τόσο σε περιβάλλον προσωπικού υπολογιστή όσο και σε σταθμούς εργασίας.

Κατά τη δεκαετία του 1980 έχουμε ραγδαία ανάπτυξη των διεπαφών λογισμικού όπου δίνεται έμφαση στην απλότητα και τη φιλικότητα προς το μέσο χρήστη όσο και των παρεχόμενων λειτουργιών και δυνατοτήτων. Τέλος μετά τα μέσα της δεκαετίας του 1990 και στις αρχές της δεκαετίας του 2000 η έμφαση δίνεται σε νέες πρωτοπόρες δυνατότητες, σε εφαρμογές λογισμικού ΓΣΠ μέσω διαδικτύου κλπ (Χαλκιάς, 2005).

3.1.3. Τα δομικά μέρη ενός ΓΣΠ

Πολλές φορές η ολοκληρωμένη έννοια των ΓΣΠ (integrated GIS concept) επεκτείνεται για να συμπεριλάβει τόσο τα δεδομένα (που αποτελούν ουσιαστικά το πυρήνα τους), το λογισμικό και τον μηχανικό εξοπλισμό όσο και τις διαδικασίες και το ανθρώπινο δυναμικό που αποτελούν αναπόσπαστα τμήματα ενός οργανισμού, ο οποίος έχει σαν πρωταρχική του δραστηριότητα την διαχείριση πληροφορίας με την βοήθεια GIS.

Στα συστατικά μέρη ενός ΓΣΠ περιλαμβάνονται ο τεχνικός εξοπλισμός (hardware), το λογισμικό (software) και τα διαθέσιμα (resourceware). Τα τρία αυτά εργαλεία που συνθέτουν ένα ΓΣΠ βρίσκονται σε συνεχή αλληλεξάρτηση και ισορροπία. Τα σημεία εκείνα που συνθέτουν ένα ΓΣΠ δεν είναι απλά μια σύνθεση εξοπλισμού αυτοματοποίησης και προγραμμάτων (Hardware και Software), αλλά ένα σύνολο διαδικασιών και τεχνικών για τη συστηματική συλλογή, ενημέρωση, επεξεργασία και διανομή των στοιχείων. Το σημείο αυτό δείχνει με σαφήνεια ότι το σύστημα έχει άμεση σχέση με το κοινωνικό περιβάλλον, τη καθημερινή λειτουργία καθ' ενός χρήστη, την επικοινωνία ανάμεσα στους χρήστες που είναι αρμόδιοι για τη συλλογή ή/και επεξεργασία των πληροφοριών και βεβαίως με ζητήματα οικονομίας και τελικά άσκησης πολιτικής γης.

3.1.3.1. Τεχνικός εξοπλισμός

Ο τεχνικός εξοπλισμός αποτελείται από τρία μέρη: τη κεντρική μονάδα (CPU), τα περιφερειακά και το τερματικό (VDU). Η κεντρική μονάδα εξυπηρετεί όλες τις υπολογιστικές διαδικασίες και χαρακτηρίζεται από το λειτουργικό σύστημα, τη μνήμη και την ταχύτητα. Τα περιφερειακά διαφοροποιούνται σε αυτά της εισόδου, που χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή των γεωγραφικών δεδομένων (π.χ. ψηφιοποιητές, σαρωτές), της διαχείρισης, που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση και διαχείριση των στοιχείων και της εξόδου, που επιτρέπουν τη σχεδίαση και παρουσίαση των δεδομένων (π.χ. σχεδιαστές). Τέλος, το τερματικό είναι το μέσο

εκείνο με το οποίο ο χρήστης ελέγχει τον υπολογιστή και τα περιφερειακά (Κουτσόπουλος, 2002).

3.1.3.2. Λογισμικό

Οι αλγόριθμοι ενός ΓΣΠ είναι πολλοί και ποικίλοι, εντούτοις μπορούν να διακριθούν σε πέντε βασικές κατηγορίες: Λογισμικό Εισαγωγής και Επαλήθευσης Στοιχείων, που συμμετέχει στο μετασχηματισμό των στοιχείων από την αρχική μορφή τους σε αναγνωρίσιμη ψηφιακή μορφή. Η εισαγωγή των στοιχείων αφορά τόσο τα γεωγραφικά όσο και τα περιγραφικά δεδομένα.

- Λογισμικό Αποθήκευσης και Διαχείρισης Στοιχείων, που αφορά τον τρόπο με τον οποίο δομούνται και οργανώνονται τα χωρικά και μη-χωρικά στοιχεία.
- Λογισμικό Μετασχηματισμού Στοιχείων, που εστιάζει στο συντονισμό των στοιχείων και κυρίως στην ανάλυσή τους.
- Λογισμικό Παρουσίασης, που αναφέρεται στο τρόπο με τον οποίο παρουσιάζονται τα στοιχεία και τα αποτελέσματα της ανάλυσης.
- Λογισμικό Αναζητήσεων, που βοηθά το χρήστη να επικοινωνεί με τον Η/Υ, αναζητώντας λύσεις μέσα από μια σειρά ερωτήσεων.
- Λογισμικό Ανάλυσης Χώρου, που καλύπτει τις ανάγκες για εμπειρικές εφαρμογές (Κουτσόπουλος, 2002).

3.1.3.3. Διαθέσιμα

Για την επίτευξη των όσων αναφέρθηκαν παραπάνω τα διαθέσιμα παίζουν καθοριστικό ρόλο. Τα διαθέσιμα ορίζονται με τη μορφή των στοιχείων, των

ανθρώπων και της οργανωτικής υποδομής. Η ύπαρξη και μόνο ενός υπολογιστικού συστήματος δεν αρκεί εάν δεν υπάρχουν τα στοιχεία, το εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό, το οποίο θα αξιολογήσει και θα αποφασίσει το μέγεθος, το είδος και το τρόπο συλλογής και καταχώρησης της διαθέσιμης πληροφορίας και ένας οργανισμός που θα υποστηρίξει το σύνολο των διαδικασιών που απαιτεί η χρήση ενός ΓΣΠ (Κουτσόπουλος, 2002).

3.2. Βασικές έννοιες των ΓΣΠ

Τα τελευταία χρόνια, τα προβλήματα που σχετίζονται με τη διαχείριση της γεωγραφικής πληροφορίας αντιμετωπίζονται σε παγκόσμιο αλλά και σε εθνικό επίπεδο με τη βοήθεια των ΓΣΠ. Παλαιότερα, ο άνθρωπος μελετούσε το κόσμο χρησιμοποιώντας μοντέλα όπως οι χάρτες και η υδρόγειος σφαίρα. Με τη ραγδαία όμως ανάπτυξη των υπολογιστικών συστημάτων και της βιομηχανίας λογισμικού κατέστη δυνατό τα μοντέλα αυτά να εξελιχθούν και να εισαχθούν στους υπολογιστές.

Σε σύγκριση με τους απλούς χάρτες, ένα σύστημα ΓΣΠ έχει το πλεονέκτημα ότι η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται χωριστά από την αναπαράστασή τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα ίδια δεδομένα να μπορούν να αναπαρασταθούν με διαφορετικούς τρόπους. Π.χ. μπορούμε να μεγεθύνουμε το (ψηφιακό πλέον) χάρτη, να εμφανίσουμε συγκεκριμένες μόνο περιοχές, να κάνουμε υπολογισμούς αποστάσεων μεταξύ τοποθεσιών, να δημιουργήσουμε πίνακες που να δείχνουν τα διάφορα χαρακτηριστικά του χάρτη, να υπερθέσουμε επιπλέον πληροφορία πάνω στο χάρτη, ακόμα και να αναζητήσουμε ποιες είναι οι καλύτερες τοποθεσίες για να τοποθετήσουμε τους κάδους σκουπιδιών. Επιπλέον ένα σύστημα ΓΣΠ έχει όλα εκείνα τα πλεονεκτήματα από τη χρήση των Η/Υ όπως, διαχείριση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων εύκολα και γρήγορα κλπ.

Όλα τα δεδομένα σε ένα σύστημα ΓΣΠ είναι γεω-καταχωρημένα, δηλ. συνδεδεμένα με μια συγκεκριμένη γεωγραφική τοποθεσία της επιφάνειας της γης μέσω ενός συστήματος συντεταγμένων. Ένα από τα πιο συνηθισμένα συστήματα γεωγραφικών συντεταγμένων είναι αυτό του γεωγραφικού μήκους και γεωγραφικού πλάτους. Σ'

αυτό το σύστημα συντεταγμένων, κάθε τοποθεσία προσδιορίζεται σχετικά με τον ισημερινό και τη γραμμή μηδενικού γεωγραφικού μήκους που περνά από το αστεροσκοπείο Greenwich της Αγγλίας. Υπάρχουν πολλά άλλα γεωγραφικά συστήματα συντεταγμένων και κάθε ΓΣΠ σύστημα θα πρέπει να μπορεί να μετατρέπει τις συντεταγμένες από το ένα σύστημα στο άλλο.

3.2.1. Από τη πραγματικότητα στα ΓΣΠ

Ένα ΓΣΠ μπορεί να αποτυπώσει μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσει διαδραστικά ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα (αναζητήσεις δημιουργούμενες από το χρήστη), να αναλύσει τα χωρικά δεδομένα (spatial data), να τα προσαρμόσει και να τα αποδώσει σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, διαδραστικοί χάρτες στο Διαδίκτυο). Βασικό χαρακτηριστικό των ΓΣΠ είναι ότι τα χωρικά δεδομένα συνδέονται και με περιγραφικά δεδομένα, π.χ. μια ομάδα σημείων που αναπαριστούν θέσεις πόλεων συνδέεται με ένα πίνακα όπου κάθε εγγραφή εκτός από τη θέση περιέχει πληροφορίες όπως ονομασία, πληθυσμός κ.λπ.

Τα δεδομένα που σχετίζονται με τον χώρο συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή χωρικά (spatial) και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά. Σε ένα ΓΣΠ τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρίστανται με δυο τρόπους:

- **Διανυσματικά (vector):** τα δεδομένα στα δυοδιάστατα μοντέλα έχουν τη μορφή σημείων, γραμμών και πολυγώνων. Κάθε μία από τις μονάδες αυτές αποτελείται από μία σειρά συντεταγμένων σημείων. Για παράδειγμα μία γραμμή είναι η σύνθεση από συσχετισμένα σημεία, ενώ ένα πολύγωνο είναι σύνθεση από συσχετισμένες γραμμές. Στα τρισδιάστατα μοντέλα χρησιμοποιούνται επιπλέον οι επιφάνειες και οι όγκοι.

Σαν πολύγωνα αναπαριστώνται όλες οι οντότητες που έχουν όρια, όπως οι νομοί της Ελλάδας, λίμνες, οικοδομικά τετράγωνα, οικόπεδα, γεωλογικοί σχηματισμοί κ.λπ. Σαν γραμμές αναπαριστώνται οντότητες πιο λεπτές από πολύγωνα όπως ποτάμια, δρόμοι, κοινωφελή δίκτυα, ρήγματα κλπ. Σαν σημεία αναπαριστώνται οντότητες που

είναι πολύ μικρές να αναπαρασταθούν σαν πολύγωνα όπως πόλεις, υψομετρικά σημεία, θέσεις δειγματοληψίας, θέσεις πυροσβεστικών κρουνών, θέσεις εστιών ρύπανσης κλπ. Η γεωμετρία που θα υιοθετηθεί για το συμβολισμό ενός αντικειμένου εξαρτάται από την κλίμακα απεικόνισης και το σκοπό της εφαρμογής που αναπτύσσεται, δηλαδή το ίδιο αντικείμενο αναπαριστάται σαν πολύγωνο σε ένα επίπεδο και σαν μία γραμμή ή σημείο σε ένα άλλο επίπεδο. Έτσι π.χ. σε μια πολύ μεγάλη κλίμακα (1:1000) τα κτίσματα αποτυπώνονται ως πολύγωνα, ενώ σε μικρότερες κλίμακες (1:10.000) είναι ορθότερο να χρησιμοποιηθεί η γεωμετρία του σημείου. Στην ουσία τα πάντα αναπαρίστανται από γραμμές. Το σημείο είναι μια γραμμή μηδενικού μήκους, ενώ το πολύγωνο είναι μια ακολουθία γραμμών με αρχή και τέλος την ίδια κορυφή.

- Με τη μορφή καννάβου (raster): χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που το χωρικό φαινόμενο που αποτυπώνεται χαρακτηρίζεται ως συνεχής μεταβλητή (π.χ. το υψόμετρο του εδάφους, η κατανομή του θορύβου) ή σε περιπτώσεις που στο ΓΣΠ θέλουμε να ενσωματώσουμε μια δορυφορική εικόνα ή μια σαρωμένη αεροφωτογραφία. Τα δεδομένα οργανώνονται συστηματικά σε κελιά (όπως π.χ. μια ψηφιακή εικόνα). Τα ψηφιοποιημένα δεδομένα δημιουργούν μία αφαίρεση του πραγματικού κόσμου κατά την οποία τα γεωγραφικά δεδομένα αναπαρίστανται με πίνακες κελιών ή εικονοστοιχείων (pixels). Κάθε περιοχή διαιρείται σε γραμμές και στήλες. Κάθε κελί πρέπει να έχει ορθογώνιο σχήμα αλλά όχι απαραίτητα κυβικό. Επιπλέον κάθε μελί του πίνακα περιέχει συντεταγμένες και μία τιμή ιδιότητας. Η τοπολογία κάθε κελιού υπονοείται από την ταξινόμηση του πίνακα, αντίθετα προς τη διανυσματική ανάλυση στην οποία η τοπολογία αποθηκεύεται ρητά. Τα γεωγραφικά δεδομένα δεν είναι συνεχόμενα αλλά διαιρεμένα σε διακριτές μονάδες, γεγονός που κάνει τα ψηφιοποιημένα δεδομένα κατάλληλα για συγκεκριμένες γεωγραφικές λειτουργίες, π.χ. επιστρώσεις (overlays) ή υπολογισμούς περιοχών (area calculations).

Τα πλεονεκτήματα της δομής raster είναι η απλή δομή των δεδομένων της, η συμβατότητά της με τηλεπισκοπικά δεδομένα ή δεδομένα από σάρωση και οι απλές διαδικασίες χωρικής ανάλυσης. Απαιτεί όμως περισσότερο χώρο αποθήκευσης, η ποιότητα του γραφικού προϊόντος εξαρτάται από το μέγεθος του pixel και οι

προβολικοί μετασχηματισμοί και η αναπαράσταση των τοπολογικών σχέσεων είναι πιο δύσκολοι. Επίσης έχουν περιορισμένες δυνατότητες σύνδεσης με περιγραφικά χαρακτηριστικά.

Η διανυσματική δομή από την άλλη απαιτεί λιγότερο χώρο αποθήκευσης, το γραφικό προϊόν μοιάζει περισσότερο με τους αναλογικούς χάρτες και οι τοπολογικές σχέσεις διατηρούνται με ευκολία. Όμως η δομή είναι πιο περίπλοκη, κάποιες διαδικασίες ανάλυσης γίνονται με μεγαλύτερη δυσκολία, η επίθεση πολλών χαρτών είναι χρονοβόρα, ενώ η δομή αυτή δεν είναι συμβατή με τηλεπισκοπικά δεδομένα.

Επειδή τα γεωγραφικά δεδομένα συλλέγονται και αποθηκεύονται με διάφορους τρόπους, οι πηγές των δεδομένων ενδέχεται να μην είναι τελείως συμβατές μεταξύ τους. Γι' αυτό ένα ΓΣΠ πρέπει να έχει τη δυνατότητα μετατροπής των γεωγραφικών δεδομένων από τη μία μορφή στην άλλη. Η μετατροπή των διανυσματικών δεδομένων σε δεδομένα raster είναι σαφώς απλούστερη διαδικασία από την αντίστροφη.

Ως Περιγραφικά Δεδομένα μπορούν να οριστούν αυτά που περιγράφουν φαινόμενα τα οποία συμβαίνουν στο χώρο ή παραμέτρους, οι οποίες χαρακτηρίζουν το χώρο (π.χ. χρήση γης, ή κατάσταση ενός κτιρίου κ.λπ.). Τα περιγραφικά δεδομένα που περιγράφουν τα χαρακτηριστικά ή τις ιδιότητες των χωρικών δεδομένων διακρίνονται σε ποιοτικά και σε ποσοτικά. Έτσι η κατανομή π.χ. των χρήσεων γης σε ένα δήμο είναι περιγραφική πληροφορία και συγκεκριμένα ποιοτική ενώ η κατανομή του πληθυσμού στα οικοδομικά τετράγωνα είναι ποσοτική πληροφορία. Η οργάνωση και η αποθήκευση των περιγραφικών δεδομένων γίνεται σε μία ή περισσότερες βάσεις δεδομένων προκειμένου να είναι δυνατή η στατιστική επεξεργασία και αναζήτηση αυτών καθώς και η χωρική παρεμβολή των αποτελεσμάτων τους (Καλύβας, 2003).

Σε έναν αναλογικό χάρτη δεν υπάρχει δυνατότητα να αφαιρεθεί ή να προστεθεί κάποιο επίπεδο πληροφορίας. Αντιθέτως σε έναν ψηφιακό χάρτη αυτό είναι απλό διότι αποτελείται από επίπεδα πληροφορίας, ή πιο απλά από μία συλλογή γεωγραφικών χαρακτηριστικών ίδιων μεταξύ τους. Έτσι προσθέτοντας ή αφαιρώντας ένα ή περισσότερα επίπεδα πληροφορίας μπορεί κανείς να δημιουργήσει πολύ γρήγορα διάφορες εκδόσεις του ίδιου χάρτη (Κουτσόπουλος, 2002).

3.2.2. Χαρακτηριστικά (features) – επιφάνειες (surfaces)

Κάθε ένα γεωγραφικό αντικείμενο ή οντότητα (δρόμος, οικοδομικό τετράγωνο, πόλη, ποτάμι κ.τ.λ.) αποκαλείται χαρακτηριστικό (feature). Ένα επίπεδο όμως μπορεί να μη περιέχει χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα το επίπεδο της θάλασσας δεν αποτελείται από μία συλλογή γεωγραφικών οντοτήτων, αλλά είναι μία μοναδική, συνεχής έκταση, η οποία μπορεί να αλλάζει από μία περιοχή σε άλλη ανάλογα με το βάθος του νερού. Η γεωγραφική αυτή έκταση καλείται επιφάνεια. Παρόμοιες επιφάνειες μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για τη θερμοκρασία του εδάφους, το υψόμετρο και γενικά για φαινόμενα που μεταβάλλονται συνεχώς στο χώρο (continuous fields). Σε αντίθεση με τα χαρακτηριστικά, οι επιφάνειες έχουν μία αριθμητική τιμή αντί για σχήμα.

3.2.3. Συντεταγμένες χαρακτηριστικών

Η απεικόνιση μίας σημειακής οντότητας σε ένα χάρτη γίνεται με τη χρήση ενός ζεύγους x,y συντεταγμένων σε σχέση βέβαια με κάποιο σύστημα αναφοράς. Μία ευθεία γραμμή χρειάζεται προφανώς δύο ζεύγη συντεταγμένων, ένα στην αρχή και ένα στο τέλος της γραμμής. Σε περίπτωση που η γραμμή αλλάζει κατεύθυνση τότε χρειαζόμαστε ένα ζευγάρι συντεταγμένων σε κάθε αλλαγή. Τέλος ένα πολύγωνο μπορούμε να το θεωρήσουμε σαν μία γραμμή με την ίδια αρχή και τέλος.

3.2.4. Κλίμακα χαρακτηριστικών

Η κλίμακα ενός χάρτη εκφράζεται σαν λόγος και είναι η σχέση μεταξύ του μεγέθους των χαρακτηριστικών του χάρτη και του μεγέθους που έχουν τα χαρακτηριστικά στον πραγματικό κόσμο. Μία κλίμακα 1:1.000.000 σημαίνει ότι τα χαρακτηριστικά του χάρτη που απεικονίζονται στην οθόνη είναι 1.000.000 μικρότερα από ότι στην πραγματικότητα.

Σε ένα ψηφιακό χάρτη μπορεί να μεγεθυνθεί ή να σμικρυνθεί ένα χαρακτηριστικό. Σε κάθε τέτοια ενέργεια η κλίμακα του χάρτη αλλάζει. Όταν γίνεται εστίαση σε μία περιοχή τα χαρακτηριστικά της εμφανίζονται από μία κοντινή απόσταση σε μία μικρότερη περιοχή. Η λεπτομέρεια στα χαρακτηριστικά δεν αλλάζει. Η ακτογραμμή, για παράδειγμα, έχει τις ίδιες καμπύλες περιοχές, παρόλο που κάθε φορά που γίνεται εστίαση εμφανίζεται πιο ευδιάκριτα στην οθόνη.

3.2.5. Σύνδεση χαρακτηριστικών με πληροφορίες

Ένα χαρακτηριστικό (feature) μπορεί να μην έχει μόνο το σχήμα και τη γεωγραφική του τοποθεσία αλλά και ένα πλήθος άλλων χαρακτηριστικών (attributes), τα οποία δεν έχουν σχέση με τη γεωμετρία του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού. Τα περιγραφικά χαρακτηριστικά ενός επιπέδου αποθηκεύονται σε ένα πίνακα. Ο πίνακας αυτός έχει μία εγγραφή (γραμμή) για κάθε χαρακτηριστικό και κάθε εγγραφή αποτελείται από πεδία (στήλες) όπου αποθηκεύονται οι πληροφορίες των περιγραφικών χαρακτηριστικών (Κουτσόπουλος, 2002). Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των ΓΣΠ είναι η σύνδεση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών με τα περιγραφικά χαρακτηριστικά.

3.2.6. Χωρικές συνδέσεις χαρακτηριστικών

Εκτός από τις ερωτήσεις που μπορεί να εκτελέσει κανείς στο πίνακα των περιγραφικών χαρακτηριστικών μπορεί επίσης να κάνει ερωτήσεις για τις χωρικές σχέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών. Δηλαδή ποιο χαρακτηριστικό είναι κοντύτερα σε ένα άλλο, πιο χαρακτηριστικό τέμνει ένα άλλο, ή πιο χαρακτηριστικό περιέχει άλλο χαρακτηριστικά.

3.2.7. Δημιουργία νέων χαρακτηριστικών από επικαλυπτόμενες περιοχές

Οι ερωτήσεις σχετικά με τα περιγραφικά χαρακτηριστικά ή τις χωρικές σχέσεις των χαρακτηριστικών προσδιορίζουν κάποια υπάρχοντα που πληρούν ορισμένα κριτήρια. Υπάρχουν όμως ορισμένες εφαρμογές, οι οποίες απαιτούν τη δημιουργία νέων χαρακτηριστικών που προέκυψαν από το συνδυασμό επιπέδων ήδη υπαρχόντων χαρακτηριστικών. Το ερώτημα που τίθεται μπορεί να υλοποιηθεί μετά από μία σειρά κριτηρίων που έχουν καθοριστεί. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται διάφορα ενδιάμεσα επίπεδα πληροφορίας (ζώνες αποκλεισμού-φίλτρα) τα οποία εάν συνδυαστούν μεταξύ τους με επικάλυψη (overlay) παράγουν ένα επιπλέον επίπεδο, αυτό της παραγόμενης λύσης.

3.3. Βασικές διαδικασίες στα ΓΣΠ

Οι τρεις βασικές διαδικασίες που συνθέτουν ένα ΓΣΠ και εκτελούνται κατά την εφαρμογή του είναι ο καθορισμός του προβλήματος, η διαδικασία μετάβασης από στοιχεία σε πληροφορία και τα συμπεράσματα.

3.3.1. Καθορισμός Προβλήματος

Ο ακριβής προσδιορισμός του προβλήματος είναι το πιο καθοριστικό βήμα αφού περιέχει το σκοπό στον οποίο αποβλέπει η μελέτη και οριοθετεί το πρόβλημα προς επίλυση. Επιπλέον πρέπει να διατυπώνεται αναλυτικά και με σαφήνεια ώστε να παρέχεται η δυνατότητα εύρεσης της καταλληλότερης τεχνικής για την υλοποίησή του προβλήματος (Κουτσόπουλος, 2002).

3.3.2. Διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία

Το δεύτερο βήμα σε ένα ΓΣΠ είναι η διαδικασία μετάβασης από στοιχεία σε πληροφορία. Τα δεδομένα καθαυτά έχουν μικρή αξία. Για να είναι χρήσιμα πρέπει να μετατραπούν σε πληροφορίες. Ως "πληροφορία" ορίζεται το αποτέλεσμα της οργάνωσης, παρουσίασης, ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων με απώτερο στόχο την επίλυση ενός προβλήματος ή τη κατανόηση μίας κατάστασης.

Για την εξαγωγή των απαραίτητων πληροφοριών, σε γενικές γραμμές, ένα σύστημα ΓΣΠ περιλαμβάνει:

- Τεχνικές για εισαγωγή γεωγραφικής πληροφορίας σε ηλεκτρονική μορφή, δηλ. μετατροπή της σε ψηφιακή μορφή
- Τεχνικές για αποθήκευση αυτής της πληροφορίας σε συμπιεσμένη μορφή σε ψηφιακά αποθηκευτικά μέσα
- Μεθόδους αυτοματοποιημένης ανάλυσης των γεωγραφικών δεδομένων, αναζήτηση προτύπων, συνδυασμό διαφορετικών ειδών δεδομένων, δυνατότητα μετρήσεων, εύρεση των συντομότερων διαδρομών και πολλά άλλα
- Μεθόδους πρόβλεψης των αποτελεσμάτων πιθανών σεναρίων
- Τεχνικές αναπαράστασης των δεδομένων σε μορφή χαρτών, εικόνων κ.λπ.
- Δυνατότητες για έξοδο των αποτελεσμάτων σε μορφή αριθμών και πινάκων

3.3.3. Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα αναφέρονται στο κατά πόσο υλοποιήθηκε και επιτεύχθηκε ο στόχος του ΓΣΠ και ποιες είναι οι εναλλακτικές και προτεινόμενες λύσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Τα συμπεράσματα πρέπει να είναι προσεκτικά διατυπωμένα βάση των κατάλληλων στοιχείων, ενώ θα πρέπει να διατυπώνονται με σαφήνεια οι παραδοχές που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να διεξαχθούν τα συγκεκριμένα συμπεράσματα.

3.4. Γεωγραφικές Βάσεις Δεδομένων

Όλα τα λειτουργικά περιβάλλοντα ΓΣΠ έχουν κτισθεί πάνω στα θεμέλια μίας Γεωγραφικής Βάσης Δεδομένων. Η Βάση Δεδομένων είναι από τα πιο σημαντικά μέρη ενός ΓΣΠ, αφενός μεν λόγω του μεγάλου κόστους δημιουργίας και συντήρησης της, αφετέρου δε γιατί αποτελεί τη βάση για όλες τις αναλύσεις που γίνονται με σκοπό τη λήψη κάποιας απόφασης. Όλα τα υπό ανάπτυξη ΓΣΠ αποθηκεύουν τα δεδομένα σε ένα Σύστημα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων (ΣΔΒΔ, Database Management System –DBMS), το οποίο είναι ένα λογισμικό κατάλληλο για την υποστήριξη πολλών ταυτόχρονων χρηστών σε ένα ολοκληρωμένο σύνολο γεωγραφικών δεδομένων. Οι γεωγραφικές βάσεις πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να δύναται η γρήγορη και σωστή αναζήτηση.

Μία Βάση Δεδομένων θεωρείται ένα ολοκληρωμένο σύνολο δεδομένων σχετικών με ένα ειδικό θέμα. Μία Γεωγραφική Βάση Δεδομένων, είναι μία Βάση Δεδομένων που περιέχει γεωγραφικά δεδομένα. Για κάθε χαρακτηριστικό αποθηκεύονται τρεις βασικές πληροφορίες στη Βάση Δεδομένων: η γεωγραφική πληροφορία, η προβολή (projection) πάνω στην οποία εκφράζεται η γεωγραφική πληροφορία και οι ιδιότητές της. Για κάθε χαρακτηριστικό του χάρτη αποθηκεύονται επιπλέον στη Βάση Δεδομένων του ΓΣΠ οι εξής πληροφορίες: τι χαρακτηριστικό είναι, που βρίσκεται και πως σχετίζεται με άλλα χαρακτηριστικά.

Πέραν της δυνατότητας σχεδίασης/χειρισμού χαρτών, ένα σύστημα ΓΣΠ μπορεί να συνδέει εξωτερικές Βάσεις Δεδομένων με αντικείμενα που ανήκουν στο χάρτη. Αυτή η σύνδεση επιτρέπει σε όποιες αλλαγές γίνονται στις Βάσεις Δεδομένων να φαίνονται αμέσως στο χάρτη καθώς και να γίνονται ερωτήσεις στη Βάση Δεδομένων απευθείας από το χάρτη. Επίσης, διαθέτει ένα σύνολο από εργαλεία που μπορούν να διαχωρίσουν τα διάφορα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στις εξωτερικές Βάσεις Δεδομένων, εμφανίζοντας π.χ. αντικείμενα ή περιοχές που ικανοποιούν συγκεκριμένα κριτήρια με διαφορετικά χρώματα ή σχήματα.

3.4.1. Συστήματα διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων

Εφαρμογές που απαιτούν μικρές και απλές Βάσεις Δεδομένων, με δυνατότητα πρόσβασης λίγων χρηστών σε αυτές μπορεί να αποθηκευτούν σε ένα υπολογιστή με τη μορφή απλών δομών Βάσεων Δεδομένων ή αρχείων, όπως Microsoft Access, Dbase αρχείων κ.τ.λ. Όταν όμως απαιτείται η ταυτόχρονη χρήση της βάσης από πολλούς χρήστες, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα ειδικό Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων το οποίο θα εξασφαλίζει τη συνεκτικότητα και την ακεραιότητα των δεδομένων. Ένα ΣΔΒΔ λοιπόν είναι μία εφαρμογή λογισμικού για την αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων, έτσι ώστε:

- στοιχεία για τη θέση, τη τοπολογία και τα χαρακτηριστικά των γεωγραφικών οντοτήτων να δομούνται και να οργανώνονται
- να καλύπτονται πολλές και διαφορετικές ανάγκες
- να υπάρχει αποτελεσματική αποθήκευση, ανάκτηση και ενημέρωση των στοιχείων
- να αποφεύγονται οι πολλαπλές καταγραφές των ίδιων στοιχείων
- να εξασφαλίζονται συνθήκες διαρκούς, ολοκληρωμένης και ασφαλούς λειτουργίας του συστήματος

3.5. Εφαρμογές των ΓΣΠ

Οι εφαρμογές των ΓΣΠ είναι πάρα πολλές και βεβαίως προσδιορίζονται κάθε φορά από το σκοπό της έρευνας και τις ιδιαίτερες ανάγκες των χρηστών. Ένα ΓΣΠ περιγράφει μια περιοχή χρησιμοποιώντας διαφορετικά επίπεδα πληροφορίας τα οποία συνδυάζει ώστε να προσφέρει καλύτερη κατανόηση. Αποτελεί χρήσιμο εργαλείο που μπορεί να βοηθήσει τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και να διαμορφώσει μια στρατηγική περιβαλλοντικής διαχείρισης. Το φάσμα πιθανών εφαρμογών των ΓΣΠ είναι πολύ ευρύ και καλύπτει κάθε ζήτημα ανάλυσης και σχεδιασμού, όπου υπεισέρχεται ο παράγοντας «γεωγραφικός χώρος». Ο γεωγραφικός χώρος, οι πληροφορίες που τον περιγράφουν καθώς και οι ανθρώπινες δραστηριότητες που αναπτύσσονται σε αυτόν συνδέονται ενώ οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων συσχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με κάποιου είδους χωρική ανάλυση και σχεδιασμό.

Τα ΓΣΠ μπορούν να συμβάλλουν ως ολοκληρωμένα εργαλεία χωρικής ανάλυσης και σχεδιασμού σε διάφορα επιστημονικά πεδία. Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά μερικά επιστημονικά πεδία και η συμβολή των ΓΣΠ σε αυτά:

- **Περιφερειακός Σχεδιασμός.** Τα ΓΣΠ μπορούν να συμβάλλουν στη παρακολούθηση και ανάλυση περιφερειακών ανισοτήτων, σε χωροθετήσεις οικονομικών δραστηριοτήτων, στην αξιολόγηση περιφερειακών και τοπικών αναπτυξιακών προγραμμάτων καθώς και στη διαχείριση ολοκληρωμένων αναπτυξιακών προγραμμάτων και βάσεων δεδομένων που αφορούν κοινωνικοοικονομικά ζητήματα.
- **Αστικός Σχεδιασμός.** Τα ΓΣΠ βοηθούν σημαντικά σε θέματα όπως η χωρική ανάλυση αστικών περιοχών (π.χ. δήμοι, γειτονιές), η διαχείριση ολοκληρωμένων προγραμμάτων αστικής ανάπτυξης, η διαδικασία ανάπλασης, η πολιτική χρήσεων γης, η δόμηση και το κτηματολόγιο.
- **Συγκοινωνίες-Μεταφορές.** Στον τομέα των μεταφορών και συγκοινωνιών, τα ΓΣΠ συμβάλλουν στη καλύτερη διαχείριση των συστημάτων μεταφορών (οδικών, ακτοπολικών και αεροπορικών) και των αστικών συγκοινωνιών, όπως και σε πολιτικές πρόληψης ατυχημάτων.
- **Τεχνικές Υποδομές.** Το εργαλείο των ΓΣΠ δίνει τη δυνατότητα για αποτελεσματικότερη διαχείριση των δικτύων ενέργειας, τηλεπικοινωνιών, ύδρευσης-αποχέτευσης, προσδιορισμό περιοχών εξυπηρέτησης και περιοχών κατάλληλων για χωροθετήσεις και κατανομές.
- **Εκπαίδευση και Υγεία.** Η συμβολή των ΓΣΠ κρίνεται σημαντική και σε αυτό το επιστημονικό πεδίο, καθώς διευκολύνει τις πολιτικές διαχείρισης παροχών εκπαίδευσης, υγείας και πρόνοιας, τη διαχείριση περιοχών με ειδικά χαρακτηριστικά, καθώς και τον προσδιορισμό περιοχών για χωροθετήσεις και κατανομές κέντρων εξυπηρέτησης.
- **Δασικές Υπηρεσίες, Πυροσβεστική και Αστυνομία.** Σε θέματα προστασίας και ασφάλειας σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης, τα ΓΣΠ διευκολύνουν τις πολιτικές πρόληψης και αντιμετώπισης έκτακτων αναγκών, ενώ μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό των βέλτιστων διαδρομών με σκοπό την ελαχιστοποίηση διαδρομών και κόστους.
- **Αγορά Εργασίας.** Όσον αφορά στην αγορά εργασίας με τη συμβολή των ΓΣΠ, καθίσταται αποτελεσματικότερη η χωρική ανάλυση αγορών εργασίας, η σύζευξη

προσφοράς και ζήτησης, οι πολιτικές απασχόλησης, ανεργίας και επαγγελματικής κατάρτισης, η καταγραφή των μετακινήσεων τύπου εργασίας-κατοικίας και κινητικότητας του εργατικού δυναμικού.

- Χωροθετήσεις αναπτυξιακών δραστηριοτήτων. Τα ΓΣΠ μπορούν να συμβάλλουν στην εύρεση κατάλληλων θέσεων εντός μιας συγκεκριμένης περιοχής, με σκοπό τη χωροθέτηση αναπτυξιακών δραστηριοτήτων (π.χ. οικισμός, αιολικό πάρκο, Χώρος Διάθεσης Απορριμμάτων κλπ).
- Περιβάλλον. Σχετικά με το περιβάλλον, οι εφαρμογές των ΓΣΠ καλύπτουν τους περισσότερους περιβαλλοντικούς τομείς. Τα ΓΣΠ προσφέρουν δυνατότητες για καλύτερη διαχείριση των φυσικών διαθεσίμων.

Η συμβολή των ΓΣΠ στα παραπάνω πεδία εφαρμογών καταδεικνύουν ότι διαθέτουν ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων και μπορούν εν γένει να συμβάλλουν στην ολοκληρωμένη καταγραφή, οργάνωση, διαχείριση και ανάλυση των κοινωνικών, οικονομικών, πολιτιστικών και περιβαλλοντικών δεδομένων, τα οποία καθίσταται απαραίτητα για τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων σε αστικό και περιφερειακό επίπεδο (Brimicombe, 2003).

3.6. ΓΣΠ και Διαχείριση ΑΣΑ

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ χρειάζεται να ενσωματώνει δυναμικά τα δημογραφικά στοιχεία και τις αναμενόμενες πληθυσμιακές μεταβολές, ενώ σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και οι προοπτικές ανάπτυξης της υπό μελέτη περιοχής. Η ανάγκη αξιόπιστων στοιχείων επιδρά καταλυτικά στη διαδικασία κατάστρωσης μίας πολιτικής στο σχεδιασμό του συστήματος διαχείρισης. Βάσει αυτών θα εντοπισθούν οι ατέλειες του συστήματος, η οικονομική βιωσιμότητα και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και τους πολίτες. Η βελτιστοποίηση των πολιτικών διαχείρισης απορριμμάτων πρωταρχικά βασίζεται στις εκτιμήσεις της υφιστάμενης πραγματικότητας σχετικά με την ποσοτική και ποιοτική παραγωγή απορριμμάτων, αλλά και στη μελλοντική πρόβλεψη των ποσοτικών αυτών δεδομένων, ώστε η διαχείριση να έχει μακροπρόθεσμη και ασφαλή περιβαλλοντικά προοπτική. Η

διαδικασία συγκέντρωσης και επικαιροποίησης γενικών πληροφοριών σε επίπεδο πόλης και περιφέρειας αναφέρεται ως χαρτογράφηση των απορριμμάτων. Κύριοι άξονες αυτής της πληροφόρησης είναι:

- ο κοινωνικοοικονομικός (μορφωτικό επίπεδο, θέσεις εργασίας)
- ο δημογραφικός (πληθυσμός, μέσο μέγεθος νοικοκυριών και τύπος όπως ηλικιωμένοι, αλλοδαποί κ.α.)
- ο οικιστικός (είδος κτισμάτων, πυκνότητα κατοικιών)
- ο αναπτυξιακός (κατάσταση περιοχής όπως αστική, βιομηχανική ή τουριστική σε συνδυασμό και με τις μελλοντικές προοπτικές ανάπτυξης)

Δεν πρέπει ακόμα να παραγνωρίζεται το γεγονός ότι η παραγωγή απορριμμάτων δεν είναι σταθερή ούτε ομοιόμορφα κατανεμημένη κατά τη διάρκεια του χρόνου. Η σωστή εκτίμηση και η ενσωμάτωση των χωροχρονικών μεταβολών παραγωγής απορριμμάτων έχει άμεσο αντίκτυπο στην επιλογή των κατάλληλων μεθόδων συλλογής, μεταφοράς και διάθεσής τους, όσο και για την εκτίμηση της μακροβιότητας των εγκαταστάσεων διαχείρισης. Σε αυτή την κατεύθυνση χρειάζεται να ερευνηθούν οι ενδεχόμενες καταστάσεις του συστήματος σε διαφορετικά σενάρια που θα απεικονίζουν τη συμπεριφορά και την ενδεχόμενη δυσλειτουργία του, τις καλύτερες και τις χειρότερες συνθήκες. Τα μαθηματικά υποδείγματα είναι αναγκαίο να ενσωματώνουν και χρονικά χαρακτηριστικά.

Η βελτίωση και η αξιοπιστία των προγραμμάτων διαχείρισης αποβλήτων διάγει μέσα από τον σαφή καθορισμό ποσοτικών στοιχείων. Ενώ όμως συλλέγονται και καταγράφονται πληθώρα στοιχείων της υφιστάμενης κατάστασης που αφορούν στη ποιότητα και τη ποσότητα των απορριμμάτων, επειδή δεν υπάρχει συστηματικός και ενιαίος τρόπος καταγραφής, τα στοιχεία αυτά παρουσιάζουν αποκλίσεις και δεν είναι ουσιαστικά συγκρίσιμα για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε ευρύτερη κλίμακα. Αυτό είναι κάτι που απασχολεί τη διεθνή επιστημονική κοινότητα, καθώς οι περισσότερες έρευνες όταν αναφέρονται σε πρωτογενή δεδομένα τονίζουν την αδυναμία αυτή.

Οι υπηρεσίες στο τομέα της διαχείρισης των ΑΣΑ συμπεριλαμβάνονται πλέον στα δημόσια αγαθά που παρέχει η σύγχρονη κοινωνία. Η αποδοτική διαχείριση των ΑΣΑ σχετίζεται άμεσα με τη ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών στους πολίτες, όπως

τη συχνότητα συλλογής, τους τύπους των απορριμμάτων που συλλέγονται, τις θέσεις των κάδων ή των χώρων συλλογής. Το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων ήδη από τις αρχές του 1970 είχε αρχίσει να θεωρείται μεταξύ των υψηλότερων δημόσιων δαπανών (Marks and Liebman, 1971). Ωστόσο τα τελευταία χρόνια υπάρχουν αλλαγές και στη γενικότερη δομή του συστήματος, αυξάνοντας το κόστος διαχείρισης. Σύμφωνα με τους Loudwing and Black (1968) για ένα τυπικό σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων το 85% των δαπανών αφορά τη συλλογή τους και μόνο το 15% τη τελική διάθεση. Πρόσφατες μελέτες όμως αναφέρουν ότι στα σύγχρονα συστήματα οι δαπάνες συλλογής περιορίστηκαν στο 65% με ταυτόχρονη αύξηση του κόστους τελικής διάθεσης (Sahoo et al, 2005). Αυτή η διαφοροποίηση οφείλεται κυρίως στις νέες τεχνολογίες επεξεργασίας που εφαρμόζονται, οι οποίες είναι κατά κανόνα ακριβότερες επιλογές και επομένως αυξάνουν το κόστος του συστήματος. Ως εκ τούτου η λεπτομερής ανάλυση και σωστή διαχείριση των απορριμμάτων είναι αναγκαία, ώστε να εξασφαλιστεί η οικονομική βιωσιμότητα του συστήματος αλλά και να διασφαλίζονται ικανοποιητικά επίπεδα παροχής υπηρεσιών στους πολίτες και να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις. Υφίσταται η ανάγκη δηλαδή να μοντελοποιηθούν τέτοια συστήματα διαχείρισης ΑΣΑ. Η πιο κοινή μεθοδολογία, όπως προκύπτει από τη μελέτη της βιβλιογραφίας, που χρησιμοποιείται για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας και της διαχείρισης του προγραμματισμού απορριμμάτων είναι ο σχεδιασμός και η κατασκευή ενός ολοκληρωμένου συστήματος βασισμένου σε ένα περιβάλλον ΓΣΠ

Τα ΓΣΠ παρέχουν δυνατότητες για την αναλυτική μοντελοποίηση των οδικών δικτύων καθώς και αρκετούς αλγορίθμους για ερωτήσεις σε χωρικά δίκτυα (network algorithms). Οι δυνατότητες αυτές των ΓΣΠ και η χρήση τους ως Συστήματα Υποστήριξης Απόφασης στο τομέα της διαχείρισης των ΑΣΑ περιγράφονται στη συνέχεια.

3.6.1. Χωροθέτηση εγκαταστάσεων διαχείρισης, επεξεργασίας και διάθεσης ΑΣΑ

Η διαδικασία χωροθέτησης αυτών των εγκαταστάσεων είναι μια σύνθετη διαδικασία που απαιτεί το συνδυασμό πολλών παραμέτρων για την επιλογή του κατάλληλου

τόπου επεξεργασίας ή/και διάθεσης των απορριμμάτων. Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι η ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στη δημόσια υγεία, το περιβάλλον και παράλληλα η οικονομική βιωσιμότητα της δραστηριότητας αυτής. Σύμφωνα με τον Παναγιωτόπουλο (2002) για το καθορισμό των υποψήφιων περιοχών χρησιμοποιούνται περιορισμοί ή προδιαγραφές, που αναφέρονται και ως κριτήρια αποκλεισμού δεδομένου ότι καθορίζονται περιοχές όπου δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση μονάδων επεξεργασίας απορριμμάτων. Τέτοιες περιοχές μπορεί να είναι: αστικές περιοχές, αεροδρόμια, προστατευόμενες οικολογικά περιοχές, αρχαιολογικοί χώροι, φυσικά μνημεία και πάρκα, κ.α. Στη συνέχεια από τους μη αποκλειόμενους χώρους επιλέγεται εκείνος που ικανοποιεί τα κριτήρια επίδοσης ή κριτήρια συγκριτικής αξιολόγησης, σε μεγαλύτερο βαθμό. Η κατάταξη των υποψήφιων περιοχών γίνεται με κριτήρια που έχουν συγκεκριμένους συντελεστές βαρύτητας και λαμβάνουν υπόψη υδρολογικές παραμέτρους, χρήσεις γης, γεωλογικά, περιβαλλοντικά, χωροταξικά, κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια.

3.6.2. Χωροθέτηση κάδων

Η μελέτη και ο σχεδιασμός ενός συστήματος οφείλει να καλύψει τις ανάγκες προσωρινής τοποθέτησης των απορριμμάτων που παράγουν καθημερινά τα νοικοκυριά, τα καταστήματα, οι οργανισμοί κ.λπ μέχρι αυτά να συλλεγούν και να μεταφερθούν από το δήμο στους χώρους επεξεργασίας και τελικής διάθεσης κατά κοινωνικά αποδεκτό τρόπο.

Η χωρόθεση των κάδων απορριμμάτων αποτελεί ίσως το λιγότερο διαδεδομένο πεδίο εφαρμογής με τη χρήση ΓΣΠ. Η τοποθέτηση γίνεται τις περισσότερες φορές αυθαίρετα. Η δυναμική χρήση των ΓΣΠ αναδεικνύει την αναγκαιότητα του σωστού προγραμματισμού και σχεδιασμού στο τομέα της προσωρινής αποθήκευσης.

3.6.3. Δρομολόγηση οχημάτων

Το πρόβλημα της δρομολόγησης οχημάτων έχει να κάνει με την εύρεση αποδοτικών διαδρομών για την διανομή υπηρεσιών και αγαθών σε συγκεκριμένα σημεία του οδικού δικτύου. Τα πιο βασικά χαρακτηριστικά τα οποία ξεχωρίζουν τα προβλήματα δρομολόγησης (Bodin, Golgen, 1981) είναι: η θέση των σημείων (stops) από τα οποία θα περάσει η διαδρομή, οι ιδιότητες του οχήματος το οποίο θα δρομολογηθεί και το κριτήριο το οποίο καθορίζει αν μια διαδρομή είναι καλή ή όχι. Τα χαρακτηριστικά αυτά επηρεάζουν τα σχετικά δεδομένα που χρειάζονται και το βαθμό δυσκολίας της εύρεσης μιας καλής διαδρομής.

Μερικά από τα πρώτα πακέτα λογισμικού για δρομολόγηση (routing software) χρησιμοποιούσαν την απόσταση της ευθείας γραμμής (straight line distance) για να υπολογίσουν την απόσταση μεταξύ σημείων. Η μέθοδος αυτή πολλές φορές δεν ήταν ικανοποιητική. Αργότερα τα πακέτα κατάφεραν να υπολογίσουν την αληθινή απόσταση μιας διαδρομής χρησιμοποιώντας το μήκος ή κάποιο άλλη μεταβλητή (π.χ. κίνηση των δρόμων), δίνοντας έτσι λύση στο παραπάνω πρόβλημα. Η τελευταία μέθοδος απαιτεί αρκετά δεδομένα όπως δεδομένα ορίων ταχύτητας στους δρόμους, μονοδρομήσεις κ.α., είναι πιο πολύπλοκη αλλά είναι αυτή που δίνει πραγματικές λύσεις.

3.6.4. Ανάλυση χωρικών δικτύων

Τα κλασσικά ΓΣΠ επεκτείνουν τις δυνατότητες τους για να μοντελοποιούν και να αναλύουν χωρικά δίκτυα (network analysis). Τα χωρικά δίκτυα μοντελοποιούνται με γράφο. Στην περίπτωση των οδικών δικτύων οι ακμές του γράφου αντιστοιχούν στους δρόμους ενώ οι κόμβοι στις διασταυρώσεις. Το βάρος των ακμών του γράφου μπορεί να αναπαριστά το μέγεθος της κίνησης στους δρόμους, πάντα μιλώντας για οδικά δίκτυα, ενώ βάρη μπορεί να τεθούν και στους κόμβους. Τα βάρη στους κόμβους μπορούν να αναπαριστούν για παράδειγμα την καθυστέρηση από ένα σηματοδότη ή από τη δυσκολία μια στροφής.

Όσον αφορά στους αλγορίθμους, ενώ παλιότερα υποστήριζαν μόνο την εύρεση συντομότερου μονοπατιού (shortest path algorithms) τώρα με τη προσθήκη επεκτάσεων παρέχουν και τη δυνατότητα ερωτήσεων σε χωρικά δίκτυα (network algorithms). Μερικοί από αυτούς είναι:

- ✓ Εύρεση της καλύτερης διαδρομής που να περνά από μια σειρά τοποθεσιών (stops) του δικτύου (πρόβλημα πλανόδιου πωλητή - travelling salesman problem).
- ✓ Κατανομή (allocation) ενός μέρους του δικτύου σε μια τοποθεσία που αποτελεί πηγή τροφοδοσίας.
- ✓ Καθορισμός αν δύο θέσεις του δικτύου επικοινωνούν μεταξύ τους.
- ✓ Καθορισμός (spatial interaction) του πόσο εύκολο και συμφέρον είναι να προσπελασθεί μια θέση του δικτύου.
- ✓ Υπολογισμός των αποστάσεων μεταξύ ενός συνόλου σημείων αφετηρίας και ενός συνόλου σημείων προορισμού.
- ✓ Καθορισμός της θέσης της πηγής στο δίκτυο και της κατανομής της ζήτησης σε αυτήν (location-allocation).

3.7. ArcGIS Desktop 9.3

Το ArcGIS αποτελεί μία ολοκληρωμένη προσέγγιση της εταιρίας Environmental Systems Research Institute (ESRI) στο χώρο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Δημιουργήθηκε για να καλύψει τις ανάγκες των χρηστών ΓΣΠ, προσφέροντας μία κλιμακωτή, περιεκτική και ενιαία πλατφόρμα εισαγωγής, ανάλυσης, επεξεργασίας, συντήρησης και διάχυσης των γεωγραφικών δεδομένων. Διαθέτει ένα βαθμωτό περιβάλλον εργασίας που παρέχει μία ολοκληρωμένη σειρά εργαλείων για έναν ή περισσότερους χρήστες σε desktop, σε servers, στο διαδίκτυο και στο ύπαιθρο.

Το ArcGIS είναι ένα σύγχρονο λογισμικό desktop GIS το οποίο αποτελείται μια σειρά εφαρμογών. Τρεις από αυτές είναι βασικές, και είναι:

- i. **ArcMap:** Είναι η εφαρμογή που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία, τροποποίηση, ανάλυση και παρουσίαση των γεωγραφικών δεδομένων. Στο περιβάλλον λειτουργίας του ArcMap υπάρχει μια περιοχή εμφάνισης των χωρικών δεδομένων (map display), και μια περιοχή διαχείρισης του υπομνήματος (Table Of Content) στην οποία παρατίθενται τα ονόματα και τα σύμβολα των δεδομένων. Επίσης περιέχονται διάφορες μπάρες εργαλείων και μενού επιλογών. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να μετακινηθούν σύμφωνα με τις προτιμήσεις του χρήστη. Στο ArcMap κάθε εργασία αποθηκεύεται σε ένα αρχείο το οποίο καλείται map document (.mxd).
- ii. **ArcCatalog:** Η εφαρμογή ArcCatalog χρησιμοποιείται για την πλοήγηση και τη διαχείριση των γεωγραφικών δεδομένων. Με το ArcCatalog παρέχεται η δυνατότητα προσπέλασης και προεπισκόπησης δεδομένων αποθηκευμένων στο τοπικό υπολογιστικό σύστημα, σε δίκτυο ή ακόμα και στο διαδίκτυο. Επίσης υποστηρίζεται η άμεση πρόσβαση σε χάρτες και δεδομένα. Με την εφαρμογή ArcCatalog υλοποιείται η οργάνωση της βάσης γεωγραφικών δεδομένων. Για τη πρόσβαση σε δεδομένα μέσω του ArcCatalog υλοποιούνται συνδέσεις (connections) με την εφαρμογή του CatalogeTree που είναι παρόμοιο με το Windows Explorer. Μετά την εύρεση των δεδομένων μπορεί να γίνει προεπισκόπηση τους (preview) ή ακόμη άμεση μεταφορά τους (drag and drop) στην εφαρμογή ArcMap για εμφάνιση-χαρτογραφική απόδοση και ανάλυση. Επίσης η εφαρμογή ArcCatalog περιλαμβάνει εργαλεία για εστίαση, μετακίνηση και αναγνώριση.
- iii. **ArcToolbox:** Η εφαρμογή ArcToolbox παρέχει εξειδικευμένα εργαλεία επεξεργασίας δεδομένων. Σε γενικές γραμμές τα εργαλεία αυτά είναι εργαλεία μετατροπών δεδομένων και εργαλεία διαχείρισης. Οι αντίστοιχες διαδικασίες ενεργοποιούνται είτε μέσω διαλογικών παραθύρων (wizards) είτε μέσω απλών εργαλείων και εντολών.

3.7.1. Η επέκταση Network Analyst

Το Network Analyst είναι μια επέκταση (extension) του λογισμικού ArcGIS και της εφαρμογής του ArcMap που παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας και αποδοτικής

χωρικής ανάλυσης γεωγραφικών δικτύων (π.χ. οδικό δίκτυο, υδρολογικό δίκτυο, ηλεκτρικό δίκτυο, κ.τ.λ.) καθώς επίσης και τη δημιουργία διαφορετικών τύπων δρομολόγησης λύσεων. Προσομοιώνει ρεαλιστικά μοντέλα δικτύων επιτρέποντας στους χρήστες να ορίσουν τις πραγματικές συνθήκες του δικτύου μέσα από ένα σύνολο παραμέτρων όπως η απαγόρευση στροφών, τα όρια ταχύτητας, οι μονοδρομήσεις, οι υπερυψωμένες ή υπόγειες διαβάσεις, η απαγόρευση της κυκλοφορίας σε δρόμους λόγω εμποδίων και οι κυκλοφοριακές συνθήκες σε διαφορετικές ώρες της ημέρας. Το κοινό σημείο όλων των προβλημάτων που καλείται να διαχειριστεί είναι η ανάγκη για μετάβαση από ένα σημείο σε ένα άλλο με ένα βέλτιστο τρόπο. Για την επίλυση τέτοιου είδους προβλημάτων απαιτείται η ύπαρξη κάποιου δικτύου.

Ένα δίκτυο (network) είναι ένα σύνολο από διασυνδεδεμένες γραμμικές χωρικές οντότητες οι οποίες δομούν ένα ενιαίο πλαίσιο (Χαλκιάς, 2005). Δηλαδή ένα δίκτυο αποτελείται από άρρηκτα συνδεδεμένα ευθύγραμμα τμήματα, καθένα εκ των οποίων περιλαμβάνει πληροφορία σχετικά με το κόστος που επιφέρει στη δρομολόγηση η διάβαση του συγκεκριμένου τμήματος. Τα δίκτυα χρησιμοποιούνται για τη περιγραφή μετακινήσεων από μία θέση σε μία άλλη. Οι δρόμοι μίας πόλης, το αποχετευτικό δίκτυο μίας πόλης και τα ρέματα μίας υδρολογικής λεκάνης αποτελούν κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα δικτύων.

Το Network Analyst ενσωματώνει ένα γραφικό περιβάλλον εργασίας που παρέχει πρόσβαση στις δυνατότητες του προγράμματος των δικτύων στις οποίες περιλαμβάνονται:

- a. Η εύρεση της συντομότερης διαδρομής μεταξύ δυο σημείων: προσδιορίζεται η συντομότερη διαδρομή (ως προς την απόσταση) στο αστικό οδικό δίκτυο για τη μετάβαση από ένα σημείο σε κάποιο άλλο. Πρέπει να σημειωθεί ότι λαμβάνεται υπόψη η μονοδρομηση των οδών και οι πεζόδρομοι.
- b. Η εύρεση της πιο κοντινής υπηρεσίας: προσδιορίζονται οι πιο κοντινές υπηρεσίες και υποδεικνύεται η καλύτερη διαδρομή προς αυτές. Για τη λήψη αυτών των αποτελεσμάτων ο χρήστης αρκεί να προσδιορίσει την τοποθεσία σε ένα γραμμικό θέμα και το όνομα του σημειακού θέματος που απεικονίζει τις ζητούμενες υπηρεσίες.

- c. Η εύρεση της βέλτιστης διαδρομής: όπως για παράδειγμα ο προσδιορισμός των συντομότερων δρομολογίων των σχολικών λεωφορείων, νοσοκομειακών οχημάτων, απορριματοφόρων, κ.α.
- d. Ανάλυση του χρόνου πρόσβασης: όπως για παράδειγμα ποιες ζώνες απέχουν τρία λεπτά, πέντε λεπτά και δέκα λεπτά από ένα fast food εστιατόριο και πόσοι πελάτες βρίσκονται σ' αυτές τις ζώνες.
- e. Παραγωγή οδικών οδηγιών: παράγονται πλήρεις και εύχρηστες οδηγίες για τη διάσχιση οποιασδήποτε διαδρομής, είτε είναι διαδρομή μεταξύ δύο ή περισσότερων σημείων είτε διαδρομή προς τη πιο κοντινή υπηρεσία. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το τρόπο αναφοράς του χρόνου και του μήκους διάσχισης, το τρόπο αναφοράς των ονομάτων των δρόμων κατά τη διαδρομή και αν θα ενσωματωθούν ορόσημα.
- f. Προβλέψεις σε περιπτώσεις αυξημένης δραστηριότητας στο δίκτυο: όπως για παράδειγμα εκτιμήσεις μεταφοράς νερού και ιζημάτων σε ένα υδρογραφικό δίκτυο μετά από ένα ακραίο καιρικό φαινόμενο.
- g. Εφαρμογές κατανομής πόρων: όπως είναι η διαίρεση μιας γεωγραφικής περιοχής σε τομείς έτσι ώστε να εξυπηρετείται σε ίσους χρόνους από μία ταχυδρομική υπηρεσία (Χαλκιάς, 2005).

3.7.2. Οργάνωση διαδρομών στα δίκτυα

Στα δίκτυα οι βελτιστοποιημένες διαδρομές αφορούν την εύρεση λύσεων με σκοπό τον καθορισμό ενός αποδοτικού τρόπου διάσχισης του συστήματος από ένα προορισμό στον επόμενο. Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης μπορεί να χρησιμοποιούν διαφορετικά μέτρα σύγκρισης βάση μεταβλητών που εισάγει ο χρήστης όπως η συνολική απόσταση της διαδρομής (απόσταση κάθε ευθύγραμμου τμήματος), ο χρόνος που απαιτείται για την διάσχιση κάθε τμήματος ή ο χρόνος που απαιτείται για την κάλυψη της συνολικής διαδρομής λαμβάνοντας υπόψη πιθανούς περιορισμούς όπως μονόδρομους, αποφυγή αναστροφών και αντιστάσεις στους δρόμους, τα οποία επηρεάζουν το τελικό υπολογισμό της βέλτιστης διαδρομής. Το network analyst υπολογίζει μια διαδρομή και στη συνέχεια την αναπαριστά γραφικά στην οθόνη του

υπολογιστή συνοδευμένη από ένα αρχείο με τις οδηγίες διάσχισης προς όλα τα σημεία.

Το Network Analyst αντιμετωπίζει το πρόβλημα εύρεσης βέλτιστης διαδρομής μεταξύ περισσότερων των δύο σημείων ως ένα στιγμιότυπο του προβλήματος του πλανόδιου πωλητή (Travelling Salesman Problem, TSP), το οποίο αφορά στην εύρεση της διαδρομής που πρέπει να ακολουθήσει ο πλανόδιος πωλητής που επιθυμεί να επισκεφθεί όλες τις πόλεις της περιοχής του, μία μόνο φορά την καθεμιά, και να επιστρέψει στη πόλη από την οποία ξεκίνησε με το ελάχιστο δυνατό κόστος, δεδομένου του κόστους μεταφοράς μεταξύ των διαφόρων πόλεων. Φυσικά θέλει να γλιτώσει χρόνο και ενέργεια γι' αυτό ψάχνει το κοντινότερο δρόμο για αυτό το ταξίδι.

Το πρόβλημα, σε υπολογιστικούς όρους, μπορεί να αναπαρασταθεί με ένα γράφο με τους κόμβους να αντιστοιχούν στις πόλεις και τις ακμές στους άμεσους δρόμους μεταξύ των πόλεων ενώ κατάλληλα σχεδιασμένοι αλγόριθμοι υποστηρίζουν τη λύση του προβλήματος.

Η θεωρία των γράφων χρησιμοποιείται για τη γραφική αναπαράσταση των γεωγραφικών δικτύων και κατά συνέπεια για την ανάλυσή τους. Ένας από τους πρώτους που πειραματίστηκε με τη θεωρία γράφων ήταν ο Leonhard Euler στις αρχές του 18^{ου} αιώνα.

Στο Ευκλείδειο (Euclidean) TSP η απόσταση μεταξύ των πόλεων ορίζεται όπως η ευκλείδεια απόσταση. Αυτό σημαίνει αυτό για δύο πόλεις με συντεταγμένες (x_1, y_1)

και (x_2, y_2) αντίστοιχα έχουμε $d_{12} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$.

Το Ευκλείδειο (Euclidean) TSP έχει το πλεονέκτημα ότι ένα σύνολο πόλεων μαζί με τις χωρικές συντεταγμένες τους μας παρέχει ένα σύνολο συνδέσμων (edges) μεταξύ των κόμβων που είναι πάντα επαρκές για τη δημιουργία ενός πλήρους συνδεδεμένου γράφου. Επιπλέον είναι συμμετρικό, που σημαίνει ότι η απόσταση μεταξύ του A και του B είναι ίση με την απόσταση μεταξύ του B και του A. Η άρση αυτού του περιορισμού διευρύνει τη χρήση του TSP σε πολύ περισσότερες εφαρμογές.

Ωστόσο, όπως ο Καραδήμας et al. (2007) υπογράμμισε, το πρόβλημα της βελτιστοποίησης της δρομολόγησης στα δίκτυα συλλογής ΑΣΑ είναι ένα ασύμμετρο TSP πρόβλημα (ATSP), λόγω των περιορισμών οδικού δικτύου. Δηλαδή η απόσταση μεταξύ δύο οποιοδήποτε κόμβων-σημείων στα οποία βρίσκονται κάδοι δεν είναι απαραίτητα ίδια και στις δύο κατευθύνσεις. Αυτό είναι προφανές αφού σε ένα πραγματικό οδικό δίκτυο υπάρχουν μονόδρομοι και πεζόδρομοι που πρέπει να ληφθούν υπόψη για να θεωρηθούν οι λύσεις που θα προκύψουν από την εφαρμογή των αλγορίθμων αξιόπιστες. Η απόσταση σε ένα συμμετρικό TSP είναι συνήθως η γεωγραφική απόσταση μεταξύ δύο σημείων. Στο ασύμμετρο TSP μπορεί να αναπαριστάνει το χρόνο που χρειάζεται ο πωλητής στο ταξίδι μεταξύ δύο σημείων. Μια κυκλοφοριακή συμφόρηση ή μια ανηφορική προσπάθεια θα μπορούσε να σημαίνει ότι χρειάζεται σημαντικά περισσότερος χρόνος για να μετακινηθούμε από το σημείο B στο σημείο A σε σχέση με την αντίστροφη διαδρομή.

3.7.3. Σχεδιασμός δρομολογίων συλλογής

Στο πρόβλημα βελτιστοποίησης της συλλογής των ΑΣΑ το απορριμματοφόρο θεωρείται ο πωλητής του προβλήματος TSP και τα σημεία στα οποία βρίσκονται οι κάδοι θεωρούνται οι πόλεις από τις οποίες πρέπει να περάσει ο πωλητής-απορριμματοφόρο. Επίσης, οι θέσεις των κάδων θεωρούνται οι κόμβοι και το κόστος που συνδέεται με κάθε ζεύγος κόμβων είναι η απόσταση ή ο χρόνος διάσχισης του αντίστοιχου τμήματος. Η μετακίνηση του απορριμματοφόρου μεταξύ δύο διαδοχικών κόμβων αποτελεί μία σύνδεση. Κάθε αλληλουχία κόμβων και συνδέσεων αποτελεί μία διαδρομή συλλογής.

Σκοπός της δρομολόγησης είναι ο σχεδιασμός των δρομολογίων έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μεγιστοποίηση του φορτίου που συλλέγεται και μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου. Συνεπώς μας ενδιαφέρει η ελαχιστοποίηση του χρόνου μεταξύ των στάσεων αλλά και του χρόνου φόρτωσης σε κάθε στάση.

Η επίλυση του προβλήματος δρομολόγησης και στηρίζεται σε δύο κριτήρια (Lakshumi et al, 2006):

- i. Κριτήριο απόστασης: Στο σχεδιασμό της διαδρομής λαμβάνεται υπόψη μόνο η θέση στην οποία βρίσκονται οι κάδοι. Ο κυκλοφοριακός φόρτος του οδικού δικτύου δεν εξετάζεται σε αυτή την περίπτωση.
- ii. Κριτήριο χρόνου: Συνολικός χρόνος ταξιδιού σε κάθε τμήμα του οδικού δικτύου θεωρείται το άθροισμα του χρόνου λειτουργίας του απορριμματοφόρου και του χρόνου εκκένωσης των κάδων. Ο χρόνος λειτουργίας του απορριμματοφόρου υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη το μήκος του δρόμου και τη ταχύτητα απορριμματοφόρου στο δρόμο. Ο χρόνος για την εκκένωση των κάδων είναι ο συνολικός χρόνος που χρειάζεται το απορριμματοφόρο για τη φόρτωση, το άδειασμα και την εκφόρτωση των κάδων. Σε αυτή τη περίπτωση λαμβάνονται υπόψη το μήκος, το πλάτος και ο κυκλοφοριακός φόρτος σε κάθε τμήμα της οδού.

Ο συνολικός χρόνος αποκομιδής αναλύεται στο χρόνο φόρτωσης, που απαιτείται για τη φόρτωση του οχήματος από την πρώτη στάση μέχρι την εκκένωση του τελευταίου κάδου, στο χρόνο μεταφοράς, που απαιτείται για τη μετακίνηση του οχήματος από τον τελευταίο κάδο στο χώρο απόθεσης των απορριμμάτων, στο χρόνο απόθεσης που απαιτείται για την εκκένωση των απορριμμάτων στο χώρο απόθεσης και στους άλλους χρόνους π.χ. καθυστέρηση λόγω κίνησης ή βλάβης.

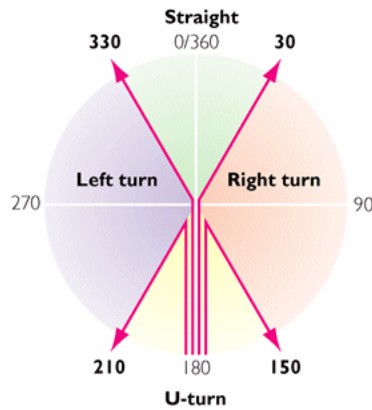
Η εύρεση των διαδρομών συλλογής προϋποθέτει τη γνώση των χωροταξικών στοιχείων και συγκεκριμένα του οδικού δικτύου της πόλης. Οι οδοί που προορίζονται για την κυκλοφορία των απορριμματοφόρων, πρέπει να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Κόλιας, 1993):

- i. Ελάχιστο πλάτος 4 μέτρα.
- ii. Ακτίνα καμπυλότητας 10,5 μέτρα.
- iii. Μέγιστη κλίση 12% στις θέσεις που δεν επιτρέπεται το σταμάτημα και 10% στις άλλες.
- iv. Ικανότητα για φόρτωση οδών με φορτίο 13τον/άξονα.

Η περιοχή χωρίζεται σε τομείς και κατόπιν προσδιορίζονται με ακρίβεια τα δρομολόγια. Κατά το σχεδιασμό και τον έλεγχο των διαδρομών θα πρέπει να γίνονται αποδεκτές και να λαμβάνονται υπόψη οι εξής οδηγίες:

- Οι διαδρομές πρέπει να είναι σταθερές και να μη παρουσιάζουν επικαλύψεις.
- Το σημείο εκκίνησης της διαδρομής θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο χώρο διανυκτέρευσης του οχήματος.
- Ο συνολικός χρόνος συλλογής και μεταφοράς στο χώρο απόθεσης θα πρέπει να είναι σταθερός για κάθε διαδρομή του συστήματος συλλογής.
- Σε περιπτώσεις συλλογής και από τις δύο πλευρές του δρόμου (όταν έχουμε δρόμους μονής κατεύθυνσης) σε δρόμους μεγάλης κλίσης η διαδρομή του οχήματος πρέπει να έχει κατεύθυνση από το υψηλότερο σημείο στο χαμηλότερο ώστε να επιτυγχάνεται η ασφάλεια, η ταχύτητα συλλογής αλλά και η μικρότερη φθορά του οχήματος και η εξοικονόμηση ενέργειας.
- Πρέπει να αποφεύγεται η συλλογή σε ώρες με μεγάλη κίνηση στους δρόμους.
- Σε περιπτώσεις συλλογής και από τις δύο πλευρές του δρόμου σχεδιάζονται μεγάλες ευθείες διαδρομές κατά μήκος του δικτύου, πριν αρχίσουν οι παρακαμπτήριες στροφές.
- Προτιμώνται οι δεξιόστροφες διαδρομές, όταν πρέπει να καλυφθούν δρόμοι γύρω από ένα οικοδομικό τετράγωνο.
- Οι αναστροφές απαγορεύονται (Παναγιωτακόπουλος, 2002)

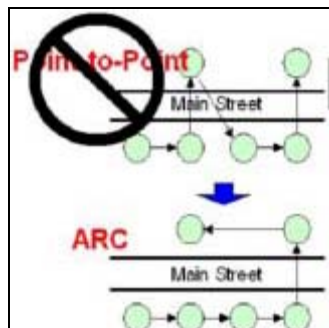
Οι στροφές είναι σημαντικές στη μοντελοποίηση δικτύων μεταφοράς. Στη πραγματικότητα τα οδικά δίκτυα έχουν ένα πλήθος περιορισμών που αφορούν τις αριστερές/δεξιές στροφές και τις επιτόπιες αναστροφές και δεν επιτρέπουν στα οχήματα να ταξιδεύουν ελεύθερα προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Οι στροφές καταγράφουν πληροφορία για μία ακολουθία δύο ή περισσότερων συνδεδεμένων ακμών και χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση κοστών και/ή απαγορεύσεων στο δίκτυο. Ο τρόπος καθορισμού των στροφών φαίνεται στη παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3-1), έτσι π.χ. αριστερές θεωρούνται οι στροφές όπου η γωνία στροφής είναι μεταξύ 210 και 330 μοιρών κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού.



Εικόνα 3-1: Καθορισμός στrophών στο δίκτυο
(Πηγή: <http://edndoc.esri.com>)

Κατά το σχεδιασμό γίνεται προσπάθεια να δημιουργηθούν ελάχιστες νεκρές διαδρομές. Η νεκρή διαδρομή ορίζεται ως ο νεκρός χρόνος όταν κινείται το όχημα αλλά δεν είναι σε υπηρεσία, π.χ. ο χρόνος μετακίνησης των απορριμματοφόρων από το αμαξοστάσιο έως τον πρώτο κάδο και από τον τελευταίο κάδο έως το χώρο απόθεσης, από το χώρο απόθεσης, έως το αμαξοστάσιο ή την επιστροφή τους για νέο κύκλο συλλογής.

Στις διαδρομές συλλογής ΑΣΑ το όχημα κινείται στη μία πλευρά του δρόμου και πραγματοποιεί στάσεις μόνο στη δεξιά πλευρά του δρόμου. Εξαιρέσεις επιτρέπονται στις οδούς μονής κυκλοφορίας. Επομένως οι διαδρομές συλλογής ΑΣΑ απαιτούν λύσεις δρομολόγησης τόξου (Arc) όπως φαίνεται και στη παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3-2) και όχι λύσεις από σημείο σε σημείο (Point to Point).



Εικόνα 3-2: Οικιακές διαδρομές συλλογής ΑΣΑ
(Πηγή: Kraas, 2006)

Ο σχεδιασμός των δρομολογίων αποκομιδής εξαρτάται από διάφορους παραμέτρους, μεταξύ των οποίων, οι πιο σημαντικές είναι:

- i. Τεχνικά χαρακτηριστικά οχήματος:
 - Τύπος (πρέσα, μύλος, δορυφορικό, γερανοφόρο, κ.λπ.)
 - Απαιτούμενο μέγεθος πληρώματος.
 - Χωρητικότητα.
 - Ηλικία.
- ii. Γεωγραφικά χαρακτηριστικά του δήμου:
 - Τοπογραφικά όρια.
 - Φυσικά εμπόδια.
 - Γεωγραφικές ιδιαιτερότητες (στους λόφους τα οχήματα πρέπει να εκκινούν τη συλλογή από το υψηλότερο σημείο και να κατεβαίνουν όσο αυξάνει το φορτίο τους).
- iii. Χαρακτηριστικά οδικής κυκλοφορίας:
 - Οδοσήμανση εντός των ορίων του δήμου.
 - Κυκλοφοριακή κίνηση.
 - Κεντρικές οδικές αρτηρίες.
 - Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας.
 - Δύσβατοι οδοί.
 - Στενοί οδοί, όπου η προσέλευση των οχημάτων είναι αδύνατη ή απαιτεί οχήματα μικρών διαστάσεων.
- iv. Χωροθέτηση κάδων:
 - Σημεία χωροθέτησης των κάδων.
 - Θέσεις παραγωγών απορριμμάτων.
 - Περιοχές εμπορικής/βιοτεχνικής/βιομηχανικής δραστηριότητας.
 - Είδος παραγωγών απορριμμάτων (οικίες, νοσοκομεία, εμπορικά κέντρα, ιδρύματα, πάρκα, κ.λπ.)

Στόχος του σχεδιασμού των δρομολογίων θα πρέπει να είναι:

- ✓ Συλλογή όλων των απορριμμάτων.
- ✓ Ελαχιστοποίηση της καλυπτόμενης απόστασης από τα οχήματα αποκομιδής.
- ✓ Ελαχιστοποίηση του συνολικού χρόνου αποκομιδής (με ταυτόχρονη μείωση των νεκρών χρόνων).
- ✓ Ελαχιστοποίηση του κόστους αποκομιδής.
- ✓ Περιορισμός της αντίδρασης των πολιτών.
- ✓ Περιορισμός της ηχορύπανσης.
- ✓ Ελαχιστοποίηση του αριθμού των οχημάτων προς δρομολόγηση.
- ✓ Ελαχιστοποίηση των διαδρομών κάθε οχήματος.
- ✓ Ελαχιστοποίηση του απαιτούμενου προσωπικού αποκομιδής.

Ο σωστός σχεδιασμός των δρομολογίων, όπως προαναφέρθηκε, ελαχιστοποιεί τις διαδρομές ανά δρομολόγιο, γεγονός σημαντικό διότι έτσι περιορίζονται οι εκπομπές καυσαερίων στην ατμόσφαιρα, μειώνεται η όχληση στην οδική κυκλοφορία, μειώνονται οι ηχητικές οχλήσεις και εξοικονομούνται καύσιμα και ημερομίσθια (Καραγιαννίδης , Ξηρογιαννοπούλου , Αδηλενίδου Π, 2006).

Το κόστος αποκομιδής αναφέρεται στα έξοδα του προσωπικού, συντήρησης και κίνησης (π.χ. καύσιμα) των απορριμματοφόρων, στα διανυόμενα km ανά όχημα και στις ώρες απασχόλησης του προσωπικού για την ολοκλήρωση μιας διαδρομής.

Για τη βελτιστοποίηση της δρομολόγησης των απορριμματοφόρων οχημάτων επιλέγονται, υπολογίζονται και αναπαρίστανται γεωγραφικά (Karagiannidis, Pardali, Perkoulidis , Papadopoulos , 2004):

- α) τα σημεία όπου θα σταματήσει το απορριμματοφόρο όχημα για να εκκενώσει τους κάδους ,
- β) η προς βελτιστοποίηση μεταβλητή (διαδρομή, χρόνος δρομολόγησης) και
- γ) η βέλτιστη διαδρομή του απορριμματοφόρου οχήματος.

Τα κυριότερα δεδομένα που απαιτούνται από το σύστημα δρομολόγησης και σχεδιασμού είναι:

- ✓ Τα όρια του τομέα της συλλογής απορριμμάτων
- ✓ Η θέση των σημείων συλλογής απορριμμάτων

- ✓ Οι οδοί στη περιοχή που πρέπει να συλλεχθούν τα απορρίμματα
- ✓ Οι πληροφορίες για τους περιορισμούς στο δρομολόγιο κατά μήκος μιας διαδρομής
- ✓ Το χρονικό διάστημα συλλογής και μη κατά μήκος μιας οδού
- ✓ Η θέση του χώρου στάθμευσης των απορριμματοφόρων και των χώρων διάθεσης των απορριμμάτων
- ✓ Η παραγωγή στερεών αποβλήτων σε κάθε οδό
- ✓ Ο διαθέσιμος στόλος και οι ικανότητες των απορριμματοφόρων
- ✓ Η συχνότητα της υπηρεσίας για κάθε σημείο συλλογής

3.7.4. Χωροθέτηση κάδων συλλογής

Η χωροθέτηση των κάδων επηρεάζει άμεσα το επίπεδο και τη ποιότητα καθαριότητας της πόλης και καθορίζει τη συχνότητα και τα δρομολόγια αποκομιδής. Η μελέτη και ο σχεδιασμός της τοποθέτησης των κάδων, που συνδέεται και με τον αριθμό που τελικά θα επιλεγεί, οφείλει να καλύψει τις ανάγκες προσωρινής τοποθέτησης των απορριμμάτων που παράγει καθημερινά ο δήμος και τη βέλτιστη δρομολόγηση των οχημάτων αποκομιδής (ελαχιστοποίηση της διάρκειας των δρομολογίων). Συγκεκριμένα το σύστημα προσωρινής αποθήκευσης πρέπει να είναι σχεδιασμένο ώστε:

- ❖ Να μη δημιουργεί αισθητικές ενοχλήσεις στους πολίτες από τη θέα των απορριμμάτων μέσα στη πόλη.
- ❖ Να προστατεύει τη δημόσια υγεία από εστίες μόλυνσης προερχόμενες από την ανεξέλεγκτη έκθεση των απορριμμάτων σε κοινόχρηστους χώρους (πεζοδρόμια, δρόμοι, πλατείες κ.α.).
- ❖ Να μη δημιουργεί οχλήσεις από τις διαδικασίες εκκένωσης και συλλογής (θόρυβος, διασκόρπιση σκουπιδιών, δυσοσμίες).
- ❖ Να διευκολύνει την υπηρεσία καθαριότητας ώστε να έχει εύκολη και άνετη πρόσβαση στο σημείο κατά τη διάρκεια της συλλογής.
- ❖ Να μη παρεμποδίζει τη κυκλοφορία των οχημάτων.

- ❖ Να μεγιστοποιεί την ασφάλεια στους δρόμους αναφορικά με την κίνηση των πεζών και των οχημάτων.

Σε επίπεδο δημοτών παρατηρείται η απαίτηση οι κάδοι να τοποθετούνται σε κοντινή απόσταση από τις οικίες ώστε η διάθεση των απορριμμάτων να μην αποτελεί παράγοντα φόρτισης της καθημερινής ζωής των δημοτών και από την άλλη παρατηρείται άρνηση αποδοχής των κάδων άμεσα μπροστά στις οικίες λόγω της όχλησης που προκαλούν είτε αισθητικά είτε σε πραγματικές διαστάσεις, γεγονός που δύναται να μειώσει την αξία των ακινήτων και ολόκληρης της περιοχής (Karagiannidis, et al, 2004). Για να επιτευχθεί το βέλτιστο όφελος από την υπηρεσία αποκομιδής απορριμμάτων οι κάδοι πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε οι πολίτες να μην είναι υποχρεωμένοι να καλύπτουν μία μεγάλη απόσταση από τα σπίτια τους για να αποθέσουν τα απορρίμματα τους ενώ ταυτόχρονα ο αριθμός των κάδων πρέπει να είναι ανάλογος προς τα παραγόμενα απορρίμματα έτσι ώστε κανένας κάδος να μην παραμένει κενός κατά τη διάρκεια της ημέρας γιατί έτσι αυξάνεται το κόστος συλλογής.

Η χωροθέτηση των κάδων σε μια περιοχή πρέπει να λαμβάνει υπόψη:

- τη διευκόλυνση-εξυπηρέτηση των κατοίκων (μεγιστοποίηση),
- την εύκολη πρόσβαση σε αυτούς (μεγιστοποίηση),
- την προκαλούμενη όχληση (ελαχιστοποίηση),
- τις μετακινήσεις των οχημάτων από κάδο σε κάδο (μεγιστοποίηση),
- τη μοντελοποίηση χωροθέτησης, και
- τη δικαιοσύνη της χωροθέτησης ως προς τους πολίτες

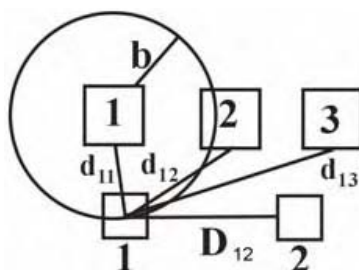
Στη λήψη απόφασης σχετικά με την χωροθέτηση των κάδων θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η χωρητικότητα των κάδων.

Η απόσταση μεταξύ των κάδων καθορίζεται από τη χωρητικότητα και τον αριθμό των κάδων στην εξυπηρετούμενη περιοχή. Η απόσταση του κάδου από τις κατοικίες έχει ως άνω όριο το σημείο διευκόλυνσης, που αντιπροσωπεύει τη μέγιστη απόσταση που η απόρριψη των απορριμμάτων εξακολουθεί να είναι βολική για τους πολίτες.

Οι κάτοικοι στις θέσεις 1,2 και 3 εξυπηρετούνται από τον κάδο 1 και οι αποστάσεις τους από τη θέση του κάδου είναι d_{11} , d_{12} και d_{13} αντίστοιχα (Εικόνα 3-3). Η παράμετρος b μπορεί είναι το «σημείο διευκόλυνσης». Η παράμετρος D είναι η απόσταση μεταξύ δύο συνεχόμενων σημείων τοποθέτησης κάδων, π.χ. D_{12} η απόσταση μεταξύ σημείων 1 και 2 (Karagiannidis et al, 2004). Ο δείκτης διευκόλυνσης είναι:

$$C = C(\max\{d_{ij}\}) = \{0,1\} = \{OXI, NAI\}$$

Ο δείκτης διευκόλυνσης C παίρνει τιμή ίση με 1 ($C = 1 = NAI$) όταν η απόσταση του πιο απομακρυσμένου κάδου από το χώρο κατοικίας είναι χαμηλότερη του σημείου διευκόλυνσης b . Στην αντίθετη περίπτωση λαμβάνει τη μηδενική τιμή.



Εικόνα 3-3: Σχηματική αναπαράσταση κατοικιών-κάδων
(Πηγή: Karagiannidis et al, 2004)

Η ΕΕΑΑ (2006) εκτιμά ότι ο απαιτούμενος αριθμός των κάδων είναι ένας κάδος ανά 310 εξυπηρετούμενους πολίτες ενώ άλλοι μελετητές αναφέρουν τους 250 κατοίκους ανά κάδο (Λαζαρίδη, 2007). Ο αριθμός αυτός αναφέρεται σε δύο δρομολόγια την ημέρα, συνεπώς πρέπει να διαιρεθεί δια του δύο για να προκύψει ο αριθμός ανά δρομολόγιο.

Η επιλογή της θέσης των κάδων πρέπει να βασίζεται επίσης στις ακόλουθες αρχές:

- Η μέγιστη απόσταση μεταξύ των κάδων είναι μεταξύ 100-120 m και η μέγιστη απόσταση βαδίσματος για απόθεση στο κάδο 50-60 m.
- Τοποθέτηση των κάδων κατά κύριο λόγο στις γωνίες μεγάλων δρόμων για την ελαχιστοποίηση των απαιτούμενων στάσεων.

- Έλεγχος σημείων σημαντικής απόθεσης (π.χ. super markets) και ειδική αντιμετώπισή τους.
- Τοποθέτηση των κάδων σε πυκνό κάνναβο με στόχο την υψηλότερη απόδοση του συστήματος συλλογής με το μικρότερο δυνατό κόστος ανά συλλεγόμενο τόνο.
- Τοποθέτηση των κάδων στη δεξιά πλευρά του δρόμου (με βάση τη κατεύθυνση της οδού) με στόχο την αποκομιδή τους με ασφάλεια, λιγότερη μετακίνηση τους και απρόσκοπτη διέλευση των οχημάτων.
- Τοποθέτηση έως και επτά κάδων ανά οικοδομικό τετράγωνο (Κόλιας, 1003).

Αθροιστικά των παραπάνω αρχών είναι (Κουσκούρης, 2003):

- Δε τοποθετούνται κάδοι κοντά σε διασταυρώσεις όπου εμποδίζεται το οπτικό πεδίο του διερχόμενου οδηγού.
- Δε τοποθετούνται κάδοι πλησίον εξόδου parking αντίθετα από τη φορά της μονοδρόμησης.
- Σε περίπτωσης γειτνίασης πολυκατοικίας και μονοκατοικίας, ο κάδος τοποθετείται πλησιέστερα στη πολυκατοικία.
- Οι κάδοι τοποθετούνται κατά κανόνα έμπροσθεν της εισόδου των πολυκατοικιών ή κατά την κρίση της υπηρεσίας στη μεσοτοιχία δύο γειτονικών πολυκατοικιών. Δεν τοποθετούνται κάδοι σε πεζοδρόμια πλάτους μικρότερου του ενός μέτρου.
- Σε δρόμους όπου το εύρος τους δεν επιτρέπει τη διέλευση του απορριμματοφόρου οχήματος, οι κάδοι τοποθετούνται κοντά στις διασταυρώσεις με τους δρόμους διέλευσης υπό την προϋπόθεση ότι δεν εμποδίζουν την ορατότητα.
- Σε δρόμους όπου το πλάτος των πεζοδρομίων είναι μικρότερο των δύο μέτρων ή κλίση των δρόμων είναι πάνω από 10% τοποθετείται προστατευτικό κιγκλίδωμα για τον κάδο επί του οδοστρώματος, ενώ για πεζοδρόμια πλάτους μεγαλύτερου των δύο μέτρων δημιουργείται εσοχή. Η σαφώς καθορισμένη θέση των κάδων βοηθάει επιπλέον την υπηρεσία καθαριότητας στη καλύτερη διαχείρισή τους (αντικατάσταση, συντήρηση, καθαρισμός κ.τ.λ.).
- Δε τοποθετούνται κάδοι σε αδιέξοδο και γενικά όπου δεν είναι δυνατή η πρόσβαση του απορριμματοφόρου.

- Δε πρέπει να δυσκολεύεται η διέλευση τυφλών και πρέπει να είναι δυνατή η πρόσβαση στους κάδους σε άτομα με ειδικές ανάγκες.

Με σκοπό την προστασία και διευκόλυνση του πολίτη και την αποτελεσματική συλλογή των απορριμμάτων από τα συνεργεία αποκομιδής, η τοποθέτηση των κάδων θα πρέπει να αποφεύγεται σε: γωνίες δρόμων, σηματοδότες, διαβάσεις πεζών, ράμπες ατόμων με ειδικές ανάγκες, στάσεις λεωφορείων, ράμπες ασθενοφόρων, σχολεία, εκκλησίες, πάρκα, αθλητικούς χώρους, παιδικές χαρές, ακάλυπτα οικόπεδα, εγκαταλειμμένα σπίτια, και χώρους υγειονομικού ενδιαφέροντος (Καραγιαννίδης, Ξηρογιαννοπούλου, Αδηλενίδου, 2006).

3.8. Ανασκόπηση σε επιστημονικές έρευνες

Στη σχετική βιβλιογραφία η πιο κοινή μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας σχεδιασμού της διαχείρισης απορριμμάτων είναι η σχεδίαση και κατασκευή ολοκληρωμένων συστημάτων που βασίζονται στα ΓΣΠ. Στο πλαίσιο αυτό, πολλά συστήματα εφαρμόστηκαν για να εξυπηρετήσουν διάφορους σκοπούς, όπως την επιλογή των κατάλληλων Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Ramuu and Kennedy 1994, Kao and Lin 1996, Siddiqui et al. 1996, Charnpratheep et al. 1997, Haastруп et al. 1998, Maniezzo et al. 1998, Leao et al. 2001, Ramasamy et al. 2002, Al-Jarrah and Abu-Qdais 2006), την αξιολόγηση της βέλτιστης σχέσης μεταξύ του αριθμού και του μεγέθους των σταθμών μεταφόρτωσης, του πληθυσμού που εξυπηρετείται από το δίκτυο υπηρεσιών, της μέσης απόστασης από τους σταθμούς και της μέσης απόστασης που διανύουν τα οχήματα συλλογής (Chang and Wei, 1999), την ακριβή εκτίμηση παραγωγής ΑΣΑ χρησιμοποιώντας τη πυκνότητα και το εισόδημα του πληθυσμού (Vijay et al. 2005), καθώς και τη πρόβλεψη της παραγωγής ΑΣΑ (Chang et al. 1993, Katsamaki et al. 1998, Dyson and Chang 2005). Η σχέση μεταξύ των κοινωνικο-οικονομικών γνωρισμάτων μιας περιοχής και της ποσότητας των απορριμμάτων που παράγεται εξετάζεται από τον Emery et al. (2003). Οι Ahluwalia and Nema (2006) αντιμετώπισαν με ολοκληρωμένο τρόπο τα ζητήματα που περιλαμβάνονται στο προγραμματισμό και το

σχεδιασμό ενός συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών. Οι Klang et al. (2006) διερεύνησαν τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η ανάλυση συστημάτων, σε ένα νομό της Σουηδίας, και υιοθετήθηκε από τις τοπικές δημοτικές αρχές σα στήριγμα στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Επιπλέον ο Higgs (2006) παρουσίασε μεθόδους που βασίζονται στο συνδυασμό ΓΣΠ και πολυκριτηριακών τεχνικών αξιολόγησης που μπορεί να περιλαμβάνουν τη συμμετοχή των πολιτών σε διάφορα στάδια της διαδικασίας λήψης αποφάσεων σχετικά με την χωροθέτηση των εγκαταστάσεων για τη διαχείριση των απορριμμάτων. Επίσης μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για την τοποθέτηση κάδων ανακύκλωσης σύμφωνα με κοινωνικοοικονομικές παραμέτρους, όπως για το γυαλί (Gonzalez-Torre and Adenso-Diaz, 2005) ή το χαρτί (Bach et al, 2004). Οι μελέτες αυτές εξετάζουν το σύστημα ανακύκλωσης από τη κοινωνική σκοπιά (Everett, 1994) και σε σχέση με θέματα που αφορούν τη συμμετοχή του πολίτη και τη περιβαλλοντική εκπαίδευση (Miller, 1999, Read, 1999, Moloney, 2002, Perrin και Barton, 2001).

Κάποιος βαθμός αβεβαιότητας σχετίζεται πάντα με τη διαχείριση των ΑΣΑ. Η παραγωγή ΑΣΑ εξαρτάται από το κοινωνικο-οικονομικό προφίλ των κατοίκων, τις ιδιαιτερότητες και τους περιορισμούς της περιοχής μελέτης, καθώς και τα σφάλματα κατά την εκτίμηση των παραμέτρων (Chang et al, 2000). Ασαφείς μαθηματικές μέθοδοι για την αντιμετώπιση των συστηματικών αβεβαιοτήτων αναπτύσσονται ευρέως τα τελευταία χρόνια. Για παράδειγμα, ο Huang et al. (1995) ανέπτυξε τη προσέγγιση Grey Fuzzy Integer Programming (Γκρίζα Ασαφή Προσέγγιση Προγραμματισμού Ακέραιων Αροθμών) για να αντιμετωπίσει ένα υποθετικό πρόβλημα διαχείρισης ΑΣΑ στον Καναδά. Ο Fabbicino (2001) παρουσίασε ένα νέο μαθηματικό μοντέλο, για τη βέλτιστη οικονομική διαχείριση των ΑΣΑ. Ο Teixeira et al. εφάρμοσε μια προσέγγιση για τη χωριστή συλλογή τριών τύπων απορριμμάτων: γυαλί, χαρτί και πλαστικό/μέταλλο. Η προσέγγιση έχει τρεις φάσεις: ορίζει μια περιοχή ευθύνης για κάθε όχημα, υπολογίζει τη ποσότητα των ΑΣΑ που συλλέγεται κάθε μέρα και επιλέγει τη θέση των στάσεων και την ακολουθία τους.

Η χρήση ΓΣΠ παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής και παρουσίασης όλων των χωρικά μεταβαλλόμενων πληροφοριών που επηρεάζουν έμμεσα ή άμεσα τη διαχείριση των

ΑΣΑ, τη δυνατότητα βελτιστοποίησης των δρομολογίων αποκομιδής και της χωροθέτησης των κάδων, το σχεδιασμό και την εφαρμογή προγραμμάτων ανάκτησης υλικών και τη διερεύνηση εναλλακτικών σεναρίων για χωροθέτηση των εγκαταστάσεων. Η ψηφιακή απεικόνιση περιλαμβάνει τις χρήσεις οικοπέδων-κτιρίων, τη μέση ημερήσια παραγωγή αποβλήτων ανά κτίριο, τη χωροθέτηση κάδων τόσο για σύμμεικτα απορρίμματα όσο και για ανακυκλώσιμα, τους παραγωγούς εξω-οικιακών απορριμμάτων και τη διαστασιολόγηση και δρομολόγηση απορριμματοφόρων οχημάτων (Karagiannidis A., Pardali S., Perkoulidis G., Papadopoulos A., 2004).

Για την εκτίμηση των παραγόμενων ποσοτήτων των ΑΣΑ μίας περιοχής, χρησιμοποιείται κατά βάση ο πραγματικός πληθυσμός της περιοχής σε σχέση και με το συντελεστή παραγωγής απορριμμάτων ανά κάτοικο και ημέρα. Ο μέσος ημερήσιος ρυθμός απορριμμάτων κρίνεται ρεαλιστικός ή μη από το τρόπο προσδιορισμού του. Μία συνήθης μέθοδος αφορά το ζύγισμα στο τέλος της ημέρας του συνολικού φορτίου όλων των απορριμματοφόρων που ενήργησαν σε μία περιοχή που παρέχει την ημερήσια παραγωγή των στερεών απορριμμάτων για το σύνολο των κατοίκων της περιοχής. Η ημερήσια παραγωγή απορριμμάτων ανά κάτοικο προκύπτει από τη διαίρεση του συνολικού φορτίου με τον αριθμό των κατοίκων της εξεταζόμενης περιοχής. Οι εμπορικές μονάδες όμως παράγουν σημαντική ποσότητα απορριμμάτων ανάλογα και με το τύπο τους (σούπερ μάρκετ, καταστήματα κ.α.). Κατά συνέπεια παρατηρείται διαφοροποίηση της μέσης ημερήσιας παραγωγής απορριμμάτων σε περιοχές αμιγούς κατοικίας σε σχέση με τις ιδιαίτερα εμπορικές περιοχές και πρέπει να γίνεται διάκριση μεταξύ τους.

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο δήμο Αθηναίων (Karadimas N.V., Loumos V. G., 2007) προτείνεται ένα μοντέλο για τον επαναπροσδιορισμό του συστήματος προσωρινής αποθήκευσης των αστικών αποβλήτων και συγκεκριμένα για τον επαναπροσδιορισμό του αριθμού των αναγκαίων κάδων και της θέσης του κάθε κάδου, ώστε να εξυπηρετεί πλήρως τη περιοχή ευθύνης του. Στο μοντέλο γίνεται διάκριση μεταξύ της αστικής και εμπορικής παραγωγής στερεών αποβλήτων και αναπτύσσεται μία ενοποιημένη προσέγγιση για την αντιπροσώπευση της παραγωγής των ΑΣΑ για κάθε εμπορική δραστηριότητα. Ως εκ τούτου εκτελείται μια ακριβής

εκτίμηση της παραγωγής των απορριμμάτων βασισμένη στη κατανομή του πληθυσμού, αλλά και στις εμπορικές δραστηριότητες αντίστοιχα.

Για τον υπολογισμό της παραγωγής ΑΣΑ από όλες τις εμπορικές δραστηριότητες κατηγοριοποιήθηκαν οι εμπορικές μονάδες σύμφωνα με τη παραγωγή των απορριμμάτων τους και υπολογίστηκαν οι συντελεστές Α,Β,Γ,Δ με τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{"Number Of Citizens"} * 1\text{kg} + A * \text{"TotAreaA"} + B * \text{"TotAreaB"} + C * \text{"TotAreaC"} + D * \text{"TotAreaD"} = \text{TotWaste}$$

όπου ο όρος NumberofCitizens αντιπροσωπεύει τους κατοίκους μιας καθορισμένης περιοχής και ο όρος TotArea A (B,Γ,Δ,) είναι η συνολική επιφάνεια που καταλαμβάνουν οι εμπορικές δραστηριότητες της κατηγορίας Α (B, Γ, Δ) σε m². Ο όρος TotWaste (σε kg) αντιπροσωπεύει το συνολική ποσότητα των δημοτικών απορριμμάτων που παράγεται σε ένα μέρος της εξεταζόμενης περιοχής (μπορεί να περιλαμβάνει οποιοδήποτε αριθμό προ-επιλεγμένων οικοπέδων). Επιπλέον η μέση παραγωγή ΑΣΑ για κάθε πολίτη στο δήμο Αθηναίων (απορρίμματα κατοικιών) τίθεται 1 kg/κατ/μέρα, σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του δήμου. Οι συντελεστές Α,Β,Γ,Δ υπολογίστηκαν με τη μέθοδο των Ελαχίστων Τετραγώνων.

Οι τελικές θέσεις των κάδων και ο αριθμός τους υπολογίζονται με βάση το συνολικό ποσό των αστικών απορριμμάτων που ισούται με το άθροισμα των παραγόμενων απορριμμάτων από τις κατοικίες και τη παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων που προκύπτει από την εμπορική χρήση της κάθε περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη τους οποιοδήποτε περιορισμούς του οδικού δικτύου (αδιέξοδα, στενοί δρόμοι, μονόδρομοι κ.α.) και τη χωρητικότητα των κάδων που χρησιμοποιεί ο δήμος.

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Ινδία (Ritesh V., Apurba G., Ajay S.K., Sukumar D., 2005), όπου ο δήμος είναι αρμόδιος για τη συλλογή των στερεών αστικών απορριμμάτων, με τη χρήση ΓΣΠ πραγματοποιήθηκε η ακριβής εκτίμηση παραγωγής ΑΣΑ και η βέλτιστη χωροθέτηση των κάδων που μπορεί να οδηγήσει σε ένα πιο ορθολογικό και αποτελεσματικό σχεδιασμό της συλλογής, μεταφοράς και διάθεσης των απορριμμάτων. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της

πυκνότητας του πληθυσμού και του εισοδήματός του, ενώ περιελάμβανε και την ενσωμάτωση του ακανόνιστου δικτύου τριγώνων (Triangular Irregular Network-TIN). Η απόσταση μεταξύ των κάδων δεν υπερβαίνει τα 500 m, η μέγιστη απόσταση που θα διανύουν οι κάτοικοι για να φτάσουν σε ένα κάδο είναι 250 m και τα απορριμματοφόρα οχήματα κινούνται με τη φορά που μειώνεται η κλίση των δρόμων, ιδίως όταν είναι φορτωμένα, στο τέλος της διαδρομής. Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε αποτελείται από δύο φάσεις. Η πρώτη φάση περιλαμβάνει τη ψηφιοποίηση του χάρτη της περιοχής μελέτης, τη προετοιμασία του χάρτη κάθε εισοδηματικής ομάδας, η οποία παρουσιάζει χαρακτηριστικά γνωρίσματα πολυγώνων και κατηγοριοποιούνται σε υψηλές, μεσαίες και χαμηλές εισοδηματικές ομάδες και άλλες μικτές ομάδες, τη προετοιμασία του χάρτη πυκνότητας πληθυσμού και τη προετοιμασία του οδικού δικτύου. Η δεύτερη φάση περιλαμβάνει την πραγματοποίηση υπολογισμών με τη χρήση του προγράμματος του GIS-Arc Macro Language (AML) για την εκτίμηση της παραγωγής απορριμμάτων και τη κατανομή τους σε κάθε κάδο, του τύπου και του μεγέθους των κάδων που θα χρησιμοποιηθούν ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα υπερχειλίσσης ή μη επάρκειας τους και της τελικής τους θέσης. Σε αυτό οδήγησε η υπέρθεση όλων των θεματικών επιπέδων των δεδομένων και ο αποκλεισμός των περιοχών οι οποίες δεν συμβάλλουν στην παραγωγή στερεών απορριμμάτων π.χ. υδάτινες μάζες. Τα αποτελέσματα εξασφαλίζουν το λειτουργικό και οικονομικό σχεδιασμό του συστήματος συλλογής των αστικών στερεών αποβλήτων.

Ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης, όπως είναι η βελτιστοποίηση των δρομολογίων συλλογής των απορριμμάτων, έγκειται συνήθως στη μεγιστοποίηση ή την ελαχιστοποίηση της τιμής μιας συνάρτησης f που αποτελεί την αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος. Η αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος βελτιστοποίησης είναι το μήκος της διαδρομής που εκτελεί το απορριμματοφόρο κατά την αποκομιδή των κάδων. Οι μεταβλητές x_i (για $i=1, 2, \dots, x_k$) καλούνται μεταβλητές απόφασης και συμβολίζονται ως $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Ένα σύνολο περιορισμών καθορίζει τις αποδεκτές λύσεις S . Το S ονομάζεται χώρος λύσεων. Ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της συνάρτησης $f(x)$ όταν $x \in S$.

Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται από το Network Analyst για τον υπολογισμό της βέλτιστης διαδρομής στη συλλογή ΑΣΑ είναι ο αλγόριθμος του Dijkstra. Ο ΝΑ βελτιώνει την αρχική λύση με χρήση μετα-ευρετικών τεχνικών. Οι μετα-ευρετικοί αλγόριθμοι είναι ευρετικοί αλγόριθμοι, με την έννοια ότι δεν εξασφαλίζουν την εύρεση της βέλτιστης λύσης σε ένα πρόβλημα, ευνοούν δηλαδή περισσότερο τη ταχύτητα παρά την ακρίβεια. Γενικά, όμως, πλεονεκτούν σε σχέση με τους παραδοσιακούς ευρετικούς αλγορίθμους, διότι επιτρέπουν να γίνονται δεκτές, υπό προϋποθέσεις, και χειρότερες λύσεις από τις προηγούμενες, από τις οποίες ξεκινά νέα αναζήτηση των λύσεων. Ως εκ τούτου δίνεται η δυνατότητα απεγκλωβισμού από ένα τοπικό ελάχιστο, διερεύνησης μεγαλύτερου τμήματος του χώρου των λύσεων και, επομένως, αυξάνεται η πιθανότητα εύρεσης καλύτερης λύσης.

Ο αλγόριθμος Αναζήτησης Ταμπού (Tabu Search-TS), ο γενετικός αλγόριθμος (Genetic Algorithm-GA), η βελτιστοποίηση με Σύστημα Αποικίας Μυρμηγκιών (Ant Colony System-ACO) και η Προσομοιωμένη Ανόπτηση (Simulated Annealing-SA) ανήκουν στους μετα-ευρετικούς αλγόριθμους. Οι αλγόριθμοι αυτοί μπορούν να εφαρμοστούν στην επίλυση του προβλήματος βελτιστοποίησης της συλλογής ΑΣΑ, δηλαδή είναι αλγόριθμοι προσαρμοσμένοι για την επίλυση ATSP προβλημάτων όπως είναι το πρόβλημα βελτιστοποίησης της συλλογής ΑΣΑ.

Σε μελέτη που εφάρμοσε ο Καραδήμας Ν. (2007) στο δήμο Αθηναίων παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή των τεσσάρων αλγορίθμων (TS, GA, ACS και SA) στο πρόβλημα βελτιστοποίησης της συλλογής απορριμμάτων. Ο ACS παράγει τις καλύτερες λύσεις για το πρόβλημα, αφού υπολογίζει τη διαδρομή με το μικρότερο μήκος, σε σχέση με τους άλλους τρεις αλγόριθμους. Ακολουθεί ο GA, ο SA και τέλος ο TS παράγει τα χειρότερα αποτελέσματα. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι παρόλο που ο ACS παράγει τις καλύτερες λύσεις για το πρόβλημά απαιτεί πολύ υπολογιστικό χρόνο για την εκτέλεσή του (διπλάσιο ή τριπλάσιο από τους SA και GA). Συγκρίνοντας το αποτέλεσμα της εμπειρικής μεθόδου που εφαρμόζεται στο δήμο Αθηναίων με τα αποτελέσματα των αλγορίθμων, φαίνεται ότι οι τρεις αλγόριθμοι (ACS, GA και SA) παράγουν αρκετά καλύτερα αποτελέσματα (μικρότερο μήκος διαδρομής και λιγότερος χρόνος για την συλλογή των απορριμμάτων) σε σχέση με την εμπειρική μέθοδο.

Στο Παράρτημα Β γίνεται μία σύντομη περιγραφή των τεσσάρων ευρετικών αλγορίθμων για τη καλύτερη κατανόηση της εφαρμογής τους.

Οι Chalkias, Lasaridi (2009) μελέτησαν τη βελτιστοποίηση του συστήματος συλλογής των αποβλήτων με τη τεχνολογία GIS, στο Δήμο Νίκαιας χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα πεδίου. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει την αντικατάσταση και ανακατανομή των κάδων απορριμμάτων καθώς και τον επαναπρογραμματισμό των διαδρομών αποκομιδής των αποβλήτων. Η εύρεση της βέλτιστης διαδρομής αφορά στην ελαχιστοποίηση του χρόνου συλλογής των αποβλήτων, της διανυόμενης απόστασης, της κατανάλωσης καυσίμων και τις εκπομπές αερίων ρύπων, δηλαδή τον περιορισμό στα οικονομικά και περιβαλλοντικά κόστη. Η συλλογή και μεταφορά των αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μερίδιο του συνολικού κόστους διαχείρισης των αποβλήτων, επειδή το μεγαλύτερο μέρος των αποβλήτων οδηγούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής με πολύ χαμηλό κόστος λειτουργίας, χωρίς καμία προ-επεξεργασία των υλικών και/ή ανάκτηση ενέργειας, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις γίνεται ακόμη απόρριψη των αποβλήτων σε παράνομες χωματερές.

Εξετάστηκαν δύο διαφορετικά σενάρια συλλογής αποβλήτων. Το σενάριο 1 αφορά τη βελτιστοποίηση των διαδρομών διατηρώντας την υφιστάμενη θέση και τον αριθμό των κάδων απορριμμάτων. Το σενάριο 2 εισάγει διαφορετικούς τύπους κάδων, τους ανακατανέμει και στη συνέχεια πραγματοποιεί την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής. Τα αποτελέσματά των δύο σεναρίων συγκρίθηκαν με το εμπειρικό μοντέλο που εφαρμόζει δήμος (σενάριο 0). Το σενάριο 2 μείωσε κατά 12,5% το μήκος της διαδρομής σε σύγκριση με το εμπειρικό μοντέλο και το χρόνο αποκομιδής κατά 17% (σαν χρόνος αποκομιδής λαμβάνεται το άθροισμα του χρόνου για τη μετακίνηση του απορριμματοφόρου μεταξύ των στάσεων-θέσεων των κάδων και του χρόνου που απαιτείται για την εκκένωση κάθε κάδου). Στο σενάριο 1 η μείωση της διανυόμενης απόστασης έφτασε το 5,5% σε σχέση με την εμπειρική διαδρομή ενώ ο χρόνος αποκομιδής μειώθηκε κατά 3%.

Περιορίζοντας τη μελέτη στο στάδιο της αποκομιδής των αποβλήτων, αναμένεται η κατανάλωση καυσίμων να σχετίζεται περισσότερο με το χρόνο αποκομιδής και τον

αριθμό των κάδων παρά με τη διανυόμενη απόσταση, καθώς το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου στο στάδιο αυτό δαπανάται για τη φόρτωση και την εκκένωση των κάδων. Η κατανάλωση καυσίμων και οι αντίστοιχες εκπομπές αέριων ρύπων, σχετίζονται γραμμικώς με τον αριθμό των κάδων, την κίνηση των απορριμματοφόρων μεταξύ των κάδων και τον χρόνο για τη φόρτωση και την εκκένωση των κάδων (σε αυτό συμβάλλει το γεγονός ότι η περιοχή μελέτης είναι μάλλον επίπεδη με μέσο υψόμετρο ~ 50 m). Ως εκ τούτου, ακόμη και για την ίδια διανυόμενη απόσταση, αλλαγές στον αριθμό των στάσεων, δηλαδή στον αριθμό των κάδων που συλλέγονται, έχουν επιπτώσεις στην κατανάλωση καυσίμων.

Η εξάρτηση του χρόνου αποκομιδής από τον αριθμό των στάσεων αποτελεί τον κύριο επεξηγηματικό παράγοντα για τις διαφορές στο ποσοστό της μείωσης της απόστασης και του χρόνου στο σενάριο 1 και το σενάριο 2. Στο σενάριο 1 η μείωση της απόστασης είναι μεγαλύτερη από την εξοικονόμηση χρόνου, γιατί ο αριθμός και η θέση των κάδων παραμένουν ίδιοι, όπως στο εμπειρικό μοντέλο, επομένως η εξοικονόμηση καυσίμων ήταν μικρότερη. Στο σενάριο 2 είναι μεγαλύτερη η εξοικονόμηση χρόνου παρά η μείωση της χιλιομετρικής απόστασης, οπότε στη κατανάλωση καυσίμων και τις εκπομπές αέριων ρύπων σημειώνεται μεγαλύτερη μείωση.

4.1. Η υπό μελέτη περιοχή

Η Αγία Παρασκευή βρίσκεται στο 9^ο με 10^ο χιλιόμετρο της λεωφόρου Αθηνών-Μαραθώνος, στους πρόποδες του Υμηττού. Έχει έκταση 10 km² και συνορεύει με τους δήμους Χολαργού, Χαλανδρίου, Γέρακα και Γλυκών Νερών (Εικόνα 4-1). Ο πληθυσμός της πόλης με βάση την απογραφή του 2001 φτάνει τις 56.000 κατοίκους, ο πραγματικός πληθυσμός όμως με βάση στοιχεία του δήμου υπολογίζεται στις 80.000 περίπου.



Εικόνα 4-1: Αεροφωτογραφία δήμου Αγίας Παρασκευής
(Πηγή: Google Earth, 15/07/2010)

Η Διεύθυνση Καθαριότητας του δήμου για τη συλλογή των σύμμεικτων απορριμμάτων έχει διαιρέσει τη περιοχή σε 9 μη-επικαλυπτόμενες υποπεριοχές-τομείς. Ένα συνεργείο του δήμου (οδηγός απορριμματοφόρου και δύο εργάτες) είναι υπεύθυνο για τη συλλογή και μεταφορά των απορριμμάτων από κάθε τομέα στο ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων. Πραγματοποιείται ένα δρομολόγιο σε κάθε τομέα που περιλαμβάνει εκκίνηση από το χώρο στάθμευσης των οχημάτων καθαριότητας στην

οδό Μπενάκη, τη συλλογή των απορριμμάτων στο τομέα και τη μεταφορά τους στο ΧΥΤΑ. Τα όρια των 9 τομέων έχουν καθοριστεί εμπειρικά. Οι τομείς καθορίζονται κυρίως με βάση τις παραγόμενες ποσότητες απορριμμάτων και το μέγεθος και τη χωρητικότητα του στόλου των απορριμματοφόρων, επομένως ο διαχωρισμός των τομέων έγινε με κύριο άξονα την εκτέλεση ενός μόνο δρομολογίου αποκομιδής απορριμμάτων. Η χάραξη της διαδρομής που ακολουθεί το απορριμματοφόρο καθώς και ο αριθμός και η θέση των κάδων έγινε επίσης με εμπειρικό τρόπο. Παράμετροι όπως ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση του προγράμματος συλλογής των απορριμμάτων, τα χιλιόμετρα που διανύει το απορριμματοφόρο και το κόστος των καυσίμων που καταναλώνει δεν λαμβάνονται υπόψη.

Η επίλυση του προβλήματος της βελτιστοποίησης της συλλογής των σύμμεικτων απορριμμάτων εφαρμόστηκε σε έναν από τους 9 τομείς του δήμου και συγκεκριμένα στη περιοχή ευθύνης που οριοθετείται από τη συμβολή των οδών Δήμητρας, Αρτέμιδος, Αγίου Ιωάννου, Τασσοπούλου, Αιγαίου Πελάγους, Γραβιάς, Χλόης, Ηλιακοπούλου και Μεσογείων (Εικόνα 4-2). Η επιλογή του συγκεκριμένου τομέα έγινε επειδή παρουσιάζει συνοχή ως προς τους δρόμους από τους οποίους διέρχεται το απορριμματοφόρο και δε παρουσιάζει επικάλυψη με κάποια άλλη περιοχή ευθύνης αποκομιδής δηλαδή το οδικό δίκτυο που περιβάλλει τη περιοχή σχηματίζει ένα σαφώς ορισμένο πολύγωνο και η συλλογή πραγματοποιείται αποκλειστικά σε αυτό χωρίς να συμπεριλαμβάνει άλλα μεμονωμένα τμήματα οδικού δικτύου εκτός των ορίων του.



Εικόνα 4-2: Τομέας εφαρμογής δρομολόγησης
(Πηγή: Google Earth, 15/07/2010)

Η εφαρμογή της δρομολόγησης στη περιοχή μελέτης πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το Network Analyst, μία επέκταση του ArcGIS Desktop που βοηθά στη διεξαγωγή χωρικών αναλύσεων που βασίζονται στα δίκτυα (π.χ. δρόμους, λεωφόρους, ποτάμια, γενικούς αγωγούς, ηλεκτρικά δίκτυα, κτλ.). Με το εργαλείο αυτό εργασίες όπως η εύρεση της βέλτιστης διαδρομής, η δημιουργία κατεύθυνσης διαδρομών, η εύρεση της πιο κοντινής υπηρεσίας ή ο καθορισμός περιοχών εξυπηρέτησης με βάση το χρόνο προσπέλασής τους απλουστεύονται σημαντικά. Το ArcGIS Network Analyst βοηθά στην δυναμική μοντελοποίηση των πραγματικών συνθηκών των δικτύων και στην επίλυση προβλημάτων δρομολόγησης οχημάτων που περιλαμβάνουν περιορισμούς κατευθύνσεων, όρια ταχύτητας και συνθήκες κυκλοφορίας σε διαφορετικές ώρες της μέρας. Το ArcGIS Network Analyst χρησιμοποιεί ένα προχωρημένο Μοντέλο Δεδομένων Δικτύου (Network Data Model) που επιτρέπει την χρήση ρεαλιστικών συνόλων δεδομένων που περιλαμβάνουν πολλαπλά χαρακτηριστικά, όπως κόστος, περιορισμοί και ιεραρχία. Μπορούν να οριστούν ποικίλα χαρακτηριστικά κόστους, όπως απόσταση, χρόνος και ορατότητα σύμφωνα με τις απαιτήσεις ανάλυσης.

4.2.Απαιτούμενα στοιχεία για την αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης

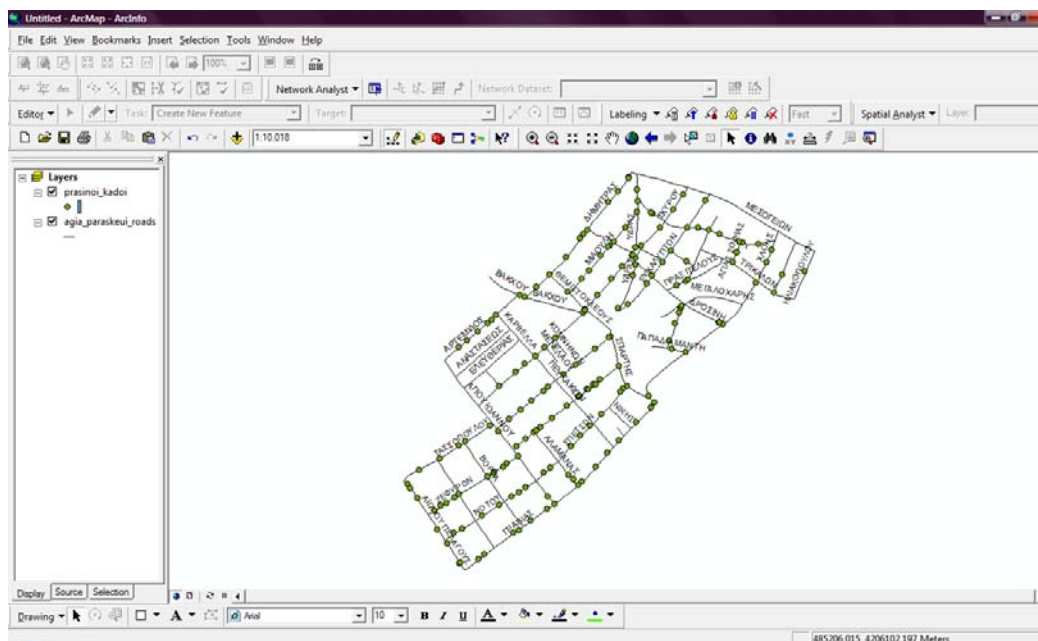
Πρωταρχικής σημασίας στοιχείο για την εφαρμογή της δρομολόγησης είναι η ύπαρξη ενός πλήρους οδικού δικτύου όπου όλοι οι δρόμοι είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους (ύπαρξη συνεκτικότητας στο δίκτυο) ώστε να είναι δυνατή η αποτελεσματική προσομοίωσή του. Το οδικό δίκτυο ορίζεται από τους νοητούς άξονες (centerlines) στο κέντρο του δρόμου. Η αναπαράσταση των δρόμων επιτρέπει τη χρήση μαθηματικών μοντέλων για την επίλυση του δικτύου. Για τη δημιουργία του χαρτογραφικού υπόβαθρου του δήμου Αγίας Παρασκευής σε ψηφιακή μορφή το οποίο περιέχει το οδικό δίκτυο της περιοχής, χρησιμοποιήθηκε το Plex.Earth Tools, ένα πρόγραμμα για την εισαγωγή και ενσωμάτωση έγχρωμων γεωαναφερμένων εικόνων από το Google Earth απευθείας μέσα στο πρόγραμμα AutoCAD, για την κάλυψη της επιθυμητής περιοχής του τομέα αποκομιδής. Με τη χρήση των αεροφωτογραφιών έγινε η ψηφιοποίηση των αξόνων του οδικού δικτύου στο AutoCAD και στο Σύστημα Αναφοράς Greek Grid (ΕΓΣΑ'87). Στη συνέχεια ακολούθησε η εισαγωγή και επεξεργασία του στο ArcMap με τη δημιουργία του αντίστοιχου γραμμικού θεματικού επιπέδου (shapefile).

Για την επίλυση του προβλήματος βελτιστοποίησης έπρεπε να ληφθούν υπόψη τα τοπολογικά στοιχεία του οδικού δικτύου του τομέα. Έτσι, με επιτόπια έρευνα προσδιορίστηκαν οι δρόμοι διπλής κυκλοφορίας, οι μονόδρομοι και η κατεύθυνση

τους, οι πεζόδρομοι και οι αδιέξοδοι οδοί καθώς και οι δρόμοι οι οποίοι λόγω του πλάτους τους (μικρότερο των 4 m) καθιστούν απαγορευτική τη διέλευση των απορριμματοφόρων από αυτούς, στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα (input) στο πρόβλημά μας.

Από το προσωπικό της Διεύθυνσης Καθαριότητας του δήμου χρησιμοποιήθηκαν πρωτογενή στοιχεία σε αναλογική μορφή για τους 9 τομείς ευθύνης στους οποίους έχει χωρισθεί ο δήμος και για το αριθμό των κάδων σε κάθε τομέα.

Η υπηρεσία δεν έχει στη διάθεση της δεδομένα (και για αυτό δε κατέστη δυνατή η παραχώρησή τους) για τα δρομολόγια των απορριμματοφόρων που σχετίζονται άμεσα με την εφαρμογή με στόχο την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής και αρχικά με στοιχεία που αφορούν στη κατάσταση των κάδων, το είδος και την ακριβή θέση τους. Έτσι κρίθηκε απαραίτητη η μελέτη και καταγραφή στοιχείων απευθείας στο πεδίο. Προσδιορίστηκε λοιπόν γεωγραφικά η θέση των κάδων στο τομέα εφαρμογής με τη χρήση GPS χειρός και έγινε η εισαγωγή τους στο σημειακό θεματικό επίπεδο στο ArcMap. (Εικόνα 4-3) Αξίζει να σημειωθεί βέβαια ότι ο αριθμός και η ακριβής θέση των κάδων αλλάζουν συχνά, λόγω των αυθαίρετων μετακινήσεων των κάδων από τους πολίτες με βάση προσωπικές τους επιθυμίες, ενώ συχνό φαινόμενο αποτελεί η κλοπή και καταστροφή των κάδων. Επίσης σε πολλά σημεία στη περιοχή είναι τοποθετημένοι περισσότεροι του ενός κάδοι, κάτι που συνεπάγεται πρόσθετο χρόνο καθυστέρησης του απορριμματοφόρου για την εκκένωση όλων των κάδων. Ο αριθμός των κάδων του τομέα είναι 237 και όλοι είναι κυλιόμενοι μεταλλικοί ή πλαστικοί χωρητικότητας 1.100 lt οι οποίοι συλλέγονται μηχανικά από τους ανυψωτικούς μηχανισμούς των απορριμματοφόρων.



Εικόνα 4-3: Η θέση των κάδων στο τομέα μελέτης

Μετά την επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων δημιουργήθηκε το αρχείο του οδικού δικτύου του τομέα που περιέχει τις χωρικές πληροφορίες και τις περιγραφικές ιδιότητες από το οποίο προήλθε η βάση δεδομένων του δικτύου δρομολόγησης. Για την εισαγωγή του στο Network Analyst στο πίνακα περιγραφών (table) του οδικού δικτύου δημιουργήθηκε ένα πεδίο με την ονομασία των οδών (στα ελληνικά και τα αγγλικά και τις πιθανές παραλλαγές της ονομασίας της οδού), ένα πεδίο με την αρίθμηση των οδών ενώ προστέθηκε το πεδίο "Oneway", στο οποίο καθορίζεται η φορά κίνησης επί της οδού. Το πεδίο "Oneway" λαμβάνει τις τιμές: TF όταν η φορά διάσχισης της οδού είναι αντίθετη με τη φορά που έχει ψηφιοποιηθεί η οδός, FT όταν η φορά διάσχισης της οδού είναι όμοια με τη φορά της ψηφιοποίησης, N όταν η οδός είναι απροσπέλαστη και κενό όταν η διάσχιση της οδού μπορεί να γίνει και από τις δύο κατευθύνσεις. Επίσης προστέθηκε το πεδίο "Length" το οποίο αποθηκεύει το μήκος κάθε ακμής του δικτύου και το πεδίο "Minutes" που αποθηκεύει τη τιμή που προκύπτει από τη διαίρεση του μήκους της ακμής με τη μέση ταχύτητα κίνησης στην ακμή και αντιπροσωπεύει τον απαιτούμενο χρόνο για τη διάσχιση της ακμής. Στο πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 4-1) συνοψίζεται η περιγραφή και ο τύπος των πεδίων που περιλαμβάνει ο πίνακας περιγραφών του οδικού δικτύου.

Όνομα πεδίου	Περιγραφή	Τύπος
FID	Μοναδικός κωδικός εγγραφής	Object ID
Shape	Είδος σχήματος	Geometry
NAME_GR	Ονοματολογία οδού στα ελληνικά	string
NAME	Ονοματολογία οδού στα αγγλικά	String
Notes	Σημαντικές παρατηρήσεις	String
Oneway	Κατεύθυνση οδού	String
Minutes	Χρόνος διάσχισης οδού	Float
Length	Μήκος οδού	Double
From left	Αρίθμηση οδού από αριστερά	Double
To left	Αρίθμηση οδού προς αριστερά	Double
From right	Αρίθμηση οδού από δεξιά	Double
To right	Αρίθμηση οδού προς δεξιά	Double

Πίνακας 4-1: Πίνακας του οδικού δικτύου στο τομέα εφαρμογής

Για την εφαρμογή της δρομολόγησης απαραίτητο είναι και το αρχείο των στάσεων που πραγματοποίησε το απορριματοφόρο, δηλαδή η θέση των κάδων στο τομέα. Επειδή οι στάσεις μπορεί να αντιστοιχούν σε περισσότερους του ενός κάδους, στο πίνακα των στάσεων προστέθηκε το πεδίο Num_kadoi στο οποίο καταγράφεται ο αριθμός των κάδων σε κάθε στάση και το πεδίο "Time" στο οποίο καταγράφεται ο χρόνος παραμονής του απορριματοφόρου σε κάθε στάση, ο οποίος προκύπτει από τον αριθμό των κάδων στη στάση επί το μέσο χρόνο που απαιτείται για τη φόρτωση, την εκκένωση και την επαναφορά των κάδων και ο οποίος για κάδους χωρητικότητας 1.100 lt είναι 1 min (Πίνακας 4-2).

Όνομα πεδίου	Περιγραφή	Τύπος
FID	Μοναδικός κωδικός εγγραφής	Object ID
Shape	Είδος σχήματος	Geometry
Time	Χρόνος εξυπηρέτησης	Double
Num_kadoi	Αριθμός κάδων που εξυπηρετεί	Double

Πίνακας 4-2: Πίνακας των κάδων στο τομέα εφαρμογής

Το επόμενο στάδιο της εφαρμογής περιλαμβάνει τον υπολογισμό της βέλτιστης διαδρομής που θα ακολουθήσει το απορριματοφόρο για την επίσκεψη όλων των στάσεων του τομέα ώστε να πραγματοποιηθεί με τον αποδοτικότερο τρόπο η αποκομιδή των απορριμμάτων και εν συνεχεία να συγκριθεί το αποτέλεσμα της εφαρμογής με τη σημερινή κατάσταση συλλογής απορριμμάτων στο δήμο.

4.3. Μεθοδολογία μοντέλου δρομολόγησης

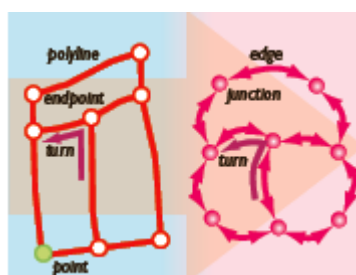
Για τη δημιουργία του μοντέλου δρομολόγησης αρχικά κατασκευάστηκε η Network Dataset (Βάση Δεδομένων Δικτύου) και αυτό γιατί τα δίκτυα που χρησιμοποιούνται από το ArcGIS Network Analyst αποθηκεύονται με αυτή τη μορφή. Η Network Dataset είναι ένα σύνολο από ακμές, διασταυρώσεις και στροφές που προσομοιώνουν το δίκτυο μετακίνησης των οχημάτων. Η Network Dataset αναπτύσσει ένα αυξημένης συνεκτικότητας μοντέλο που επιτρέπει την εμπεριστατωμένη ανάλυση του δικτύου, όπως την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής και τη κατανομή των πόρων, ακόμη και σε σύνθετα δίκτυα όπως ο συνδυασμός του οδικού δικτύου, του δικτύου του μετρό και της κυκλοφορίας των πεζών (<http://edndoc.esri.com>).

Στις Network Datasets τα δεδομένα ορίζονται από κλάσεις χαρακτηριστικών του δικτύου οι οποίες μπορεί να βρίσκονται σε γεωβάσεις (geodatabases), σε σχηματικά αρχεία (shapefiles) ή σε μορφή έξυπνης συμπίεσης δεδομένων (StreetMap). Στη συγκεκριμένη εφαρμογή η Network Dataset κατασκευάστηκε από το shapefile του οδικού δικτύου του τομέα αποκομιδής δηλαδή το πρωτογενές αρχείο των ακμών είναι το γραμμικό shapefile.

Μία Network Dataset κατασκευάζεται από ένα ή περισσότερα πρωτογενή αρχεία (network sources) συνδυασμένα ώστε να παράγουν ένα σύνολο από στοιχεία του συνολικού αρχικού δικτύου των οποίων η συνεκτικότητα υπολογίζεται και αποθηκεύεται σε ένα νέο λογικό δίκτυο, αναπαριστάμενο από ένα εσωτερικό σύνολο δικτυακών πινάκων.

Τα στοιχεία του νέου δικτύου και η συνεκτικότητά τους υπολογίζονται με την εύρεση της γεωμετρικής σύμπτωσης των σημείων (points), των άκρων και των κορυφών των τεθλασμένων γραμμών (polylines) (<http://edndoc.esri.com>).

Όταν δημιουργείται επομένως μία Network Dataset σχεδιάζεται ένα λογικό δίκτυο, δηλαδή ένα σύνολο σημείων (points) και τεθλασμένων γραμμών (polylines) μετατρέπεται σε ένα σύνολο συνδεδεμένων διασταυρώσεων (junctions), ακμών (edges) και στροφών (turns) αλλά χωρίς καμία γεωμετρία ή συντεταγμένες (Εικόνα 4-4).

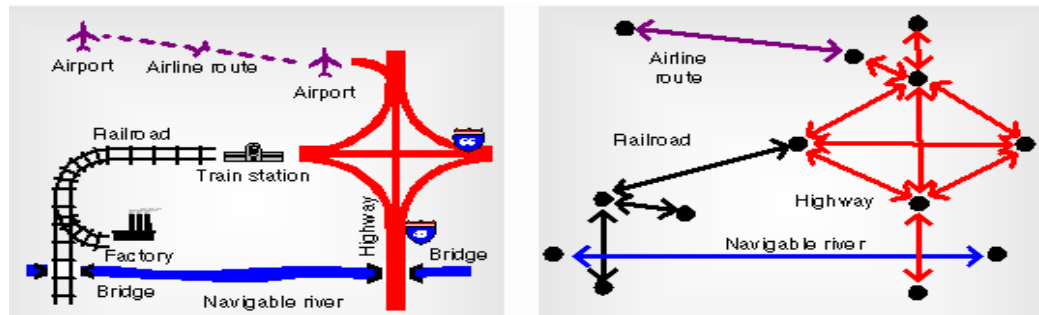


Εικόνα 4-4: Δημιουργία λογικού δικτύου από τις κλάσεις των χαρακτηριστικών του αρχικού δικτύου

(Πηγή: <http://edndoc.esri.com>)

Οι ακμές αποτελούν στοιχεία του δικτύου που συνδέουν διασταυρώσεις μέσω των οποίων ρέουν οι πόροι. Κάθε ακμή έχει ακριβώς δύο διασταυρώσεις. Οι διασταυρώσεις ενώνουν ακμές και διευκολύνουν τη ροή των πόρων. Σε μία διασταύρωση μπορεί να καταλήγουν δύο ή περισσότερες ακμές. Οι στροφές καταγράφουν πληροφορίες για μια σειρά δύο ή περισσότερων συνδεδεμένων ακμών και εισάγουν περιορισμούς, όπως η απαγόρευση των αριστερών στροφών και η απαγόρευση των αναστροφών (<http://edndoc.esri.com>).

Στο παρακάτω παράδειγμα (Εικόνα 4-5) ένα πραγματικό γεωγραφικό δίκτυο αποτελείται από γραμμικά χαρακτηριστικά που αντιπροσωπεύουν δίκτυα μεταφορών και σημειακά χαρακτηριστικά που προσομοιώνουν την ροή των πόρων. Το αντίστοιχο λογικό δίκτυο αποτελείται από ακμές και διασταυρώσεις. Οι ακμές ενώνονται στις διασταυρώσεις μέσω των οποίων μετακινούνται τα μέσα.

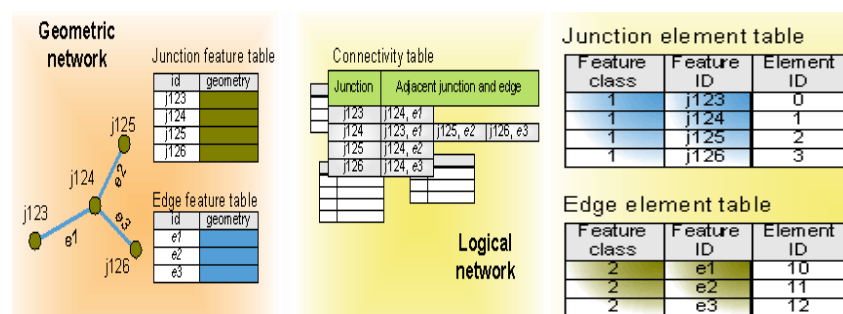


Εικόνα 4-5: Παράδειγμα μετατροπής πραγματικού γεωγραφικού δικτύου σε λογικό δίκτυο

(Πηγή: <http://edndoc.esri.com>)

Στο ArcGIS οι κλάσεις των χαρακτηριστικών μπορούν να συμμετέχουν σε ένα δίκτυο και επειδή έχουν γεωμετρία μπορούν να χαρτογραφηθούν, για αυτό το δίκτυο ονομάζεται γεωμετρικό.

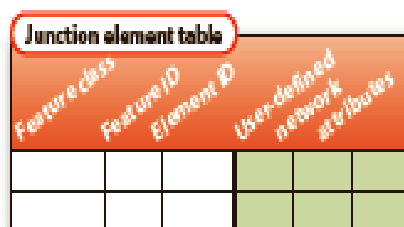
Ένα λογικό δίκτυο είναι ένας δικτυακός γράφος αποθηκευμένος σε πίνακες. Οι πίνακες αυτοί αναπαράγονται και η συνεκτικότητά τους καθορίζεται εκ νέου κάθε φορά που δημιουργείται μια Network Dataset. Το λογικό δίκτυο περιλαμβάνει τον πίνακα των διασταυρώσεων και τον πίνακα των ακμών (Εικόνα 4-6). Κάθε στοιχείο του πίνακα προσδιορίζεται με ένα μοναδικό κωδικό, ο οποίος είναι ένας αριθμός που δημιουργεί η γεωβάση. Το λογικό δίκτυο περιλαμβάνει επίσης τον πίνακα συνεκτικότητας που καταγράφει πώς συνδέονται μεταξύ τους τα χαρακτηριστικά του δικτύου. Για κάθε διασταύρωση του δικτύου στο πίνακα συνεκτικότητας καταγράφονται οι ακμές που στο ένα άκρο τους συνδέονται με αυτή τη διασταύρωση και οι διασταυρώσεις στο άλλο άκρο των ακμών.



Εικόνα 4-6: Οι πίνακες στο γεωμετρικό και λογικό δίκτυο

(Πηγή: <http://edndoc.esri.com>)

Οι ιδιότητες που αποδίδονται στα στοιχεία (ακμές, διασταυρώσεις) του λογικού δικτύου προέρχονται από τις ιδιότητες των πρωτογενών χαρακτηριστικών που αποτελούν τη πηγή των δεδομένων και χρησιμοποιούνται για το καθορισμό της συνεκτικότητας του δικτύου, των περιορισμών στη μετακίνηση πάνω σε αυτό και τον υπολογισμό του κόστους διάσχισης των ακμών (χρόνος, απόσταση). Οι ιδιότητες προστίθενται ως πεδία στους πίνακες του λογικού δικτύου (Εικόνα 4-7).



Feature class	Feature ID	Element ID	User-defined network attributes

Εικόνα 4-7: Προσθήκη ιδιοτήτων στον πίνακα των διασταυρώσεων
(Πηγή: <http://edndoc.esri.com>)

Οι εσωτερικές λεπτομέρειες του λογικού δικτύου δεν αποκαλύπτονται στο χρήστη. Για παράδειγμα, ποτέ δεν θα μπορέσει να επεξεργαστεί τις διασταυρώσεις και τις ακμές άμεσα ούτε στοιχεία της ταυτότητά τους. Αντ' αυτού μπορεί να επεξεργαστεί τα δεδομένα στις κλάσεις χαρακτηριστικών του δικτύου. Οι διασταυρώσεις και οι ακμές θα ανακατασκευαστούν γρήγορα στο επόμενο χτίσιμο του δικτύου. Ο σκοπός του λογικού δικτύου είναι να παρέχει τη δομή των δεδομένων που απαιτούνται για την ανάλυση του δικτύου, όπως η εύρεση της βέλτιστης διαδρομής.

4.4. Δημιουργία Network Dataset

Η κατασκευή μιας Network Dataset μοιάζει με τη κατασκευή μιας τοπολογίας. Ορίζεται ένα σύνολο από κλάσεις χαρακτηριστικών, καθορίζονται οι ιδιότητες και κατασκευάζεται ένας γράφος. Οι ιδιότητες των κλάσεων των χαρακτηριστικών του δικτύου επηρεάζουν τον τρόπο προσδιορισμού των στοιχείων του δικτύου από τη σύμπτωση χαρακτηριστικών, τη βελτίωση του συνεκτικού μοντέλου και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του αλγόριθμου επίλυσης.

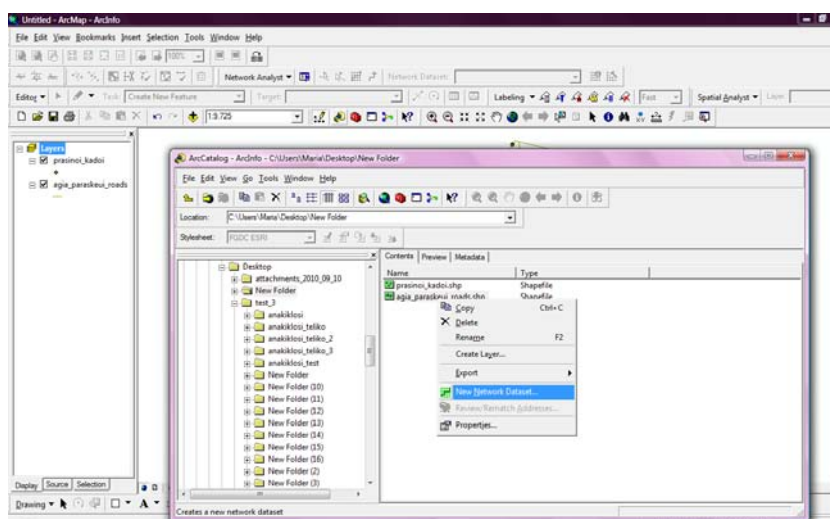
Τα παρακάτω βήματα αφορούν στη δημιουργία μιας Network Dataset.

Βήμα 1: Ορισμός των πηγών δεδομένων

Μία Network Dataset μπορεί να προέρχεται από μία γεωβάση (geodatabase) ή από ένα σχηματικό αρχείο (shapefile). Ένα shapefile υποστηρίζει μία κλάση χαρακτηριστικών ενώ η geodatabase υποστηρίζει πολλαπλές κλάσεις σημειακών ή γραμμικών χαρακτηριστικών όπως και κλάσεις που αφορούν χαρακτηριστικά των στρωφών.

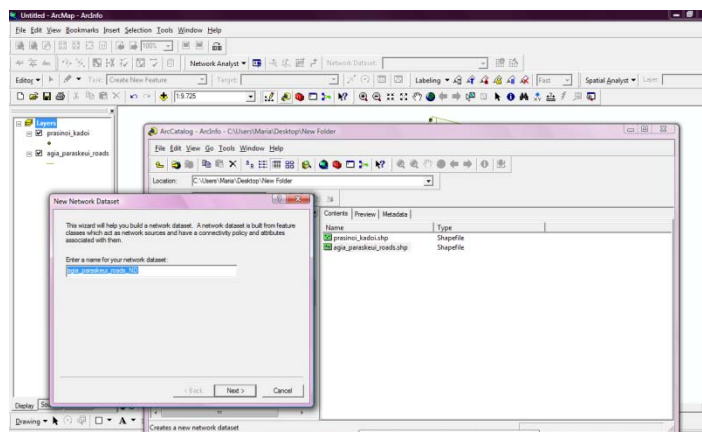
Για τη μοντελοποίηση σύνθετων δικτύων και πολλαπλών κλάσεων σημειακών ή γραμμικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιείται η geodatabase. Στη περίπτωση μιας κλάσης γραμμικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιείται το shapefile για γρήγορη και απλή ανάλυση του δικτύου.

Αφού έγινε εκκίνηση του ArcCatalog με δεξί κλικ στο αρχείο `agia_paraskeui_roads` που περιέχει το οδικό δίκτυο του τομέα εφαρμογής επιλέχτηκε New Network Dataset (Εικόνα 4-8).



Εικόνα 4-8: Δημιουργία νέας Network Dataset

Το όνομα της Network Dataset είναι το `agia_paraskeui_roads_ND` (Εικόνα 4-9).

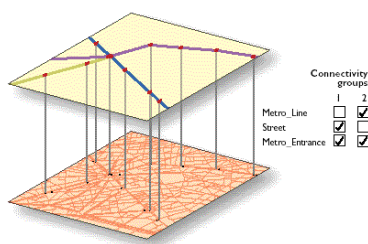


Εικόνα 4-9: Ονομασία νέου Network Dataset

Βήμα δεύτερο: Ορισμός ομάδων συνεκτικότητας και τακτικών

Για ένα σύνολο από πηγές δεδομένων μπορεί να οριστεί εάν αυτές θα περιληφθούν σε μια ή περισσότερες ομάδες συνεκτικότητας. Είναι δυνατό επίσης να επιλεγεί ο τρόπος κατασκευής των ακμών από τις αρχικές γραμμές και αν θα δημιουργηθούν διασταυρώσεις στα σημεία που δύο γραμμές έχουν κοινή κορυφή ή στα άκρα των ακμών. Αυτή η επιλογή σχετίζεται με το αν τα χαρακτηριστικά είναι δισδιάστατα ή όχι και τον τρόπο μοντελοποίησης των διασταυρούμενων αντικειμένων.

Κάθε ακμή συμμετέχει σε ακριβώς μία ομάδα συνεκτικότητας και κάθε διασταύρωση σε μία ή περισσότερες ομάδες συνεκτικότητας. Οι διασταυρώσεις που συμμετέχουν σε δύο ή περισσότερες ομάδες συνεκτικότητας είναι ο μόνος τρόπος που ακμές διαφορετικών ομάδων συνεκτικότητας μπορούν να συνδεθούν. Οι ομάδες συνεκτικότητας χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση σύνθετων δικτύων μεταφοράς. Στο σύνθετο δίκτυο του μετρό και του οδικού δικτύου στο παρακάτω παράδειγμα (Εικόνα 4-10), οι γραμμές του μετρό και οι σταθμοί του μετρό ανήκουν στην ίδια ομάδα συνεκτικότητας.



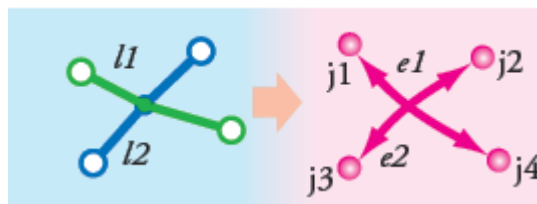
Εικόνα 4-10: Παράδειγμα σύνθετου δικτύου

(Πηγή : <http://webhelp.esri.com>)

Οι σταθμοί του μετρό ανήκουν και στις δύο ομάδες συνεκτικότητας και αποτελούν το σύνδεσμο μεταξύ των δύο ομάδων συνεκτικότητας. Οποιαδήποτε διαδρομή μεταξύ

των δύο ομάδων συνεκτικότητας πρέπει να διέρχεται μέσω ενός κοινού και στις δύο ομάδες σταθμού του μετρώ. Οι ομάδες συνεκτικότητας χρησιμοποιούνται για το διαχωρισμό διαφόρων δικτύων μεταφορών, όπως το μετρό και οι δρόμοι, που δεν συνδέονται παρά σε ειδικές διασταυρώσεις όπως οι σταθμοί του μετρώ.

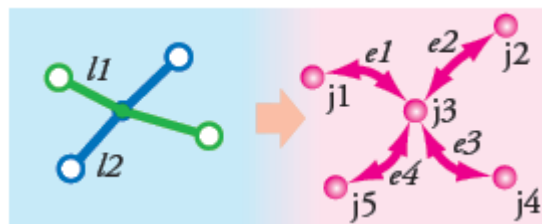
Ακμές της ίδιας ομάδας συνεκτικότητας μπορεί να συνδέονται με δύο τρόπους. Εάν οριστεί "endpoint" (άκρου) συνεκτικότητα, οι γραμμές γίνονται ακμές που επικαλύπτονται μόνο εάν υπάρχει κοινό σημείο τομής, δηλαδή μία κορυφή στη διασταύρωση. Η σύνδεση των ακμών επιτρέπεται μόνο στα άκρα τους. Στη περίπτωση αυτή οι τεθλασμένες γραμμές (polylines) l_1 και l_2 γίνονται ακμές e_1 και e_2 (Εικόνα 4-11).



Εικόνα 4-11: Συνεκτικότητα "endpoint"

(Πηγή : <http://webhelp.esri.com>)

Εάν οριστεί "any vertex" (οποιασδήποτε κορυφής) συνεκτικότητα τα γραμμικά στοιχεία χωρίζονται σε πολλαπλές ακμές στα κοινά σημεία τομής τους. Σε αυτή τη περίπτωση οι τεθλασμένες γραμμές (polylines) l_1 και l_2 που διασταυρώνονται σε μία κοινή κορυφή θα διασπαστούν στις τέσσερις ακμές e_1 , e_2 , e_3 και e_4 με τη δημιουργία μίας διασταύρωσης στη κοινή κορυφή (Εικόνα 4-12).

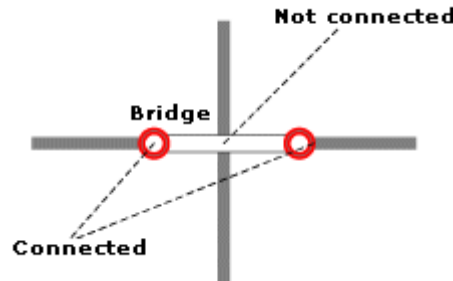


Εικόνα 4-12: Συνεκτικότητα "any vertex"

(Πηγή : <http://webhelp.esri.com>)

Η δημιουργία δικτύων με "endpoint" συνεκτικότητα είναι ένας τρόπος για τη μοντελοποίηση επικαλυπτόμενων χαρακτηριστικών, όπως οι γέφυρες και οι δρόμοι. Σε αυτή την περίπτωση οι δύο πηγές δεδομένων συμμετέχουν στην ίδια ομάδα συνεκτικότητας. Στο οδικό δίκτυο ορίζεται "Any vertex" συνεκτικότητα ώστε να επιτρέπεται η σύνδεση των γραμμών και η δημιουργία διασταυρώσεων όπου δύο

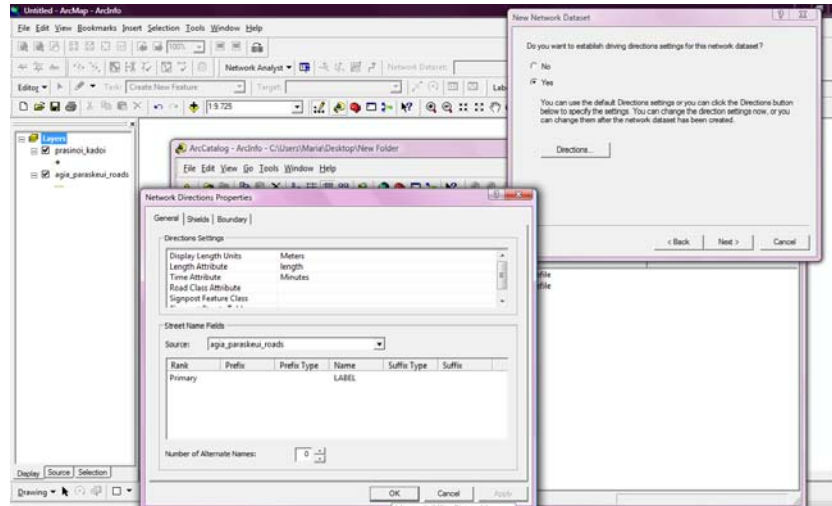
γραμμές έχουν κοινή κορυφή. Για τις γέφυρες ορίζεται "endpoint" συνεκτικότητα. Αυτό σημαίνει ότι οι γέφυρες συνδέονται με άλλες ακμές και δημιουργούνται διασταυρώσεις μόνο στα άκρα των ακμών. Κατά συνέπεια, ένας δρόμος που διέρχεται κάτω από μια γέφυρα δεν θα συνδέεται με τη γέφυρα (Εικόνα 4-13).



Εικόνα 4-13: Παράδειγμα συνεκτικότητας "endpoint" και "any vertex" σε ένα σύνθετο δίκτυο

(Πηγή : <http://webhelp.esri.com>)

Έγινε δεκτή στην εφαρμογή η εξορισμού επιλεγμένη "endpoint" συνεκτικότητα διότι στο τομέα αποκομιδής τα απορριμματοφόρα οχήματα κινούνται μόνο στο οδικό δίκτυο το οποίο αποτελείται από δρόμους που συνδέονται σε διασταυρώσεις και δε περιλαμβάνει γέφυρες και ανισόπεδους κόμβους (Εικόνα 4-14).



Εικόνα 4-14: Επιλογή τύπου συνεκτικότητας στη Network Dataset

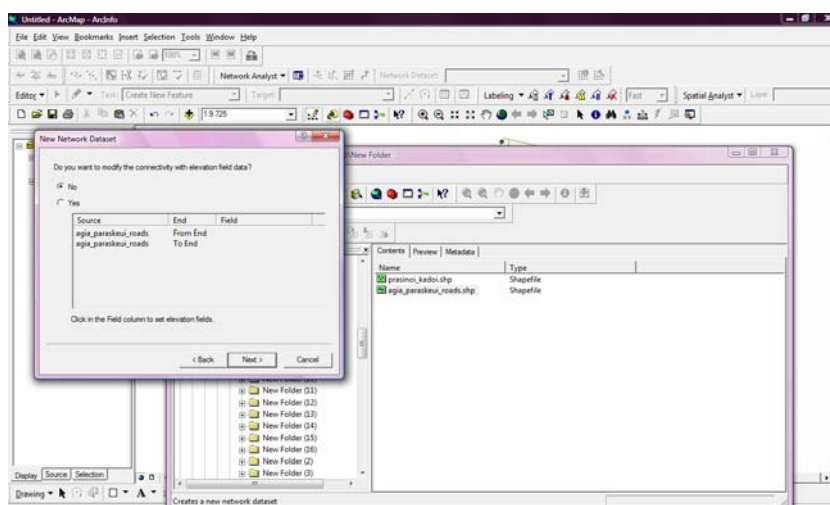
Βήμα 3: Χρήση πεδίων ανύψωσης (elevation fields)

Τα πεδία ανύψωσης χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση διασταυρούμενων αντικειμένων, όπως γέφυρες, σήραγγες και υπερυψωμένες διαβάσεις. Κοινά άκρα ακμών με την ίδια τιμή στο πεδίο ανύψωσης συνδέονται μόνο αν ανήκουν στην ίδια

ομάδα συνεκτικότητας. Οι ενδιαμέσες κορυφές των ακμών δεν έχουν τιμή στο πεδίο ανύψωσης. Αν τα κοινά άκρα των ακμών έχουν διαφορετική τιμή στο πεδίο ανύψωσης δεν συνδέονται (π.χ. γέφυρες, σήραγγες). Το πεδίο ανύψωσης περιέχει λογικές τιμές ανύψωσης για τη δημιουργία συνεκτικότητας και δε παρέχει πληροφορίες για το υψόμετρο των γραμμικών χαρακτηριστικών.

Η ανύψωση σχετίζεται με το επίπεδο του εδάφους. Η συντριπτική πλειονότητα των ακμών και των διασταυρώσεων έχουν υψόμετρο 0, που αντιπροσωπεύει το επίπεδο του εδάφους. Τα υπερυψωμένα άκρα μίας γέφυρας ή μιας διάβασης έχουν υψόμετρο 1. Ένας ανισόπεδος κόμβος έχει υψόμετρο με τιμές από 0 έως 3 ενώ μία υπόγεια σήραγγα έχει υψόμετρο -1.

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή δεν έγινε χρήση των πεδίων ανύψωσης (Εικόνα 4-15).



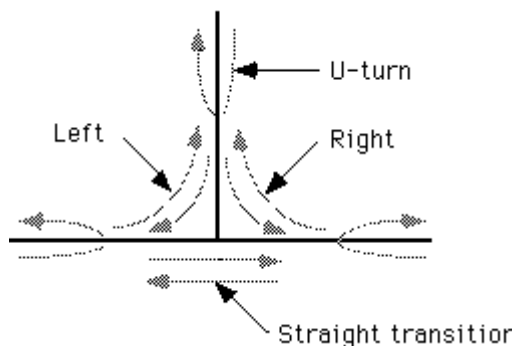
Εικόνα 4-15: Επιλογή μη χρησιμοποίησης πεδίων ανύψωσης

Βήμα 4: Προσθήκη στροφών

Οι στροφές έχουν σημαντικό ρόλο στη μοντελοποίηση των οδικών δικτύων. Σε ένα μη καθοδηγούμενο δίκτυο τα οχήματα μπορούν να κινούνται ελεύθερα προς οποιαδήποτε κατεύθυνση, στην πραγματικότητα όμως αυτό δεν μπορεί να συμβεί αφού στα οδικά δίκτυα ισχύουν περιορισμοί που αφορούν τις αριστερές και δεξιές στροφές και τις αναστροφές. Οι περιορισμοί αυτοί προσομοιώνονται με τη προσθήκη των στροφών.

Η προσθήκη των στροφών λοιπόν γίνεται για την απαγόρευση εκτέλεσης συγκεκριμένων κινήσεων πάνω στο δίκτυο, όπως η απαγόρευση των αριστερών στροφών, αλλά και για την εισαγωγή πρόσθετου χρόνου στον αλγόριθμο επίλυσης για τη εκτέλεση συγκεκριμένων ελιγμών δηλαδή για τη μοντελοποίηση του πρόσθετου κόστους διάσχισης του οδικού δικτύου. Οι πληροφορίες που αφορούν στις στροφές (περιορισμοί και καθυστερήσεις) ενισχύουν τη ποιότητα ανάλυσης του δικτύου

Στροφές μπορούν να πραγματοποιηθούν σε κάθε διασταύρωση που συνδέει ακμές (Σχήμα 4-1). Υπάρχουν n^2 δυνατοί τύποι στροφών σε κάθε διασταύρωση του δικτύου, όπου n είναι ο αριθμός των ακμών που καταλήγουν σε μία διασταύρωση. Ακόμη και σε διασταύρωση με μια μόνο ακμή είναι δυνατή η αναστροφή.



Σχήμα 4-1: Δυνατές στροφές σε μία διασταύρωση
(Πηγή : <http://edndoc.esri.com>)

Στο ArcGIS Network Analyst υπάρχουν δύο τρόποι για να μοντελοποιηθούν οι στροφές. Ο πρώτος αφορά στον ορισμό των στροφών με μία κλάση χαρακτηριστικών στροφών (turn feature class). Όταν δημιουργείται μια κλάση χαρακτηριστικών στροφών μπορεί να καθοριστεί ο μέγιστος αριθμός των ακμών που συμμετέχουν σε μια στροφή. Το ArcGIS Network Analyst υποστηρίζει στροφές με ανώτατο όριο τις είκοσι ακμές. Ο προεπιλεγμένος μέγιστος αριθμός των ακμών είναι πέντε.

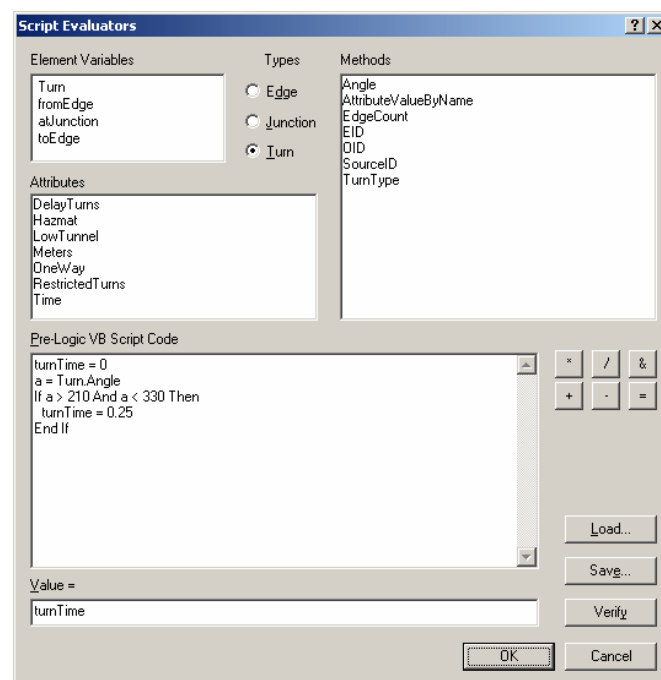
Για τον ορισμό των στροφών με τη χρήση turn feature class είναι απαραίτητος επίσης και ένας πίνακας στροφών (turn tables) που δείχνει τον τρόπο ορισμού διαφόρων τύπων στροφών και τον απαιτούμενο χρόνο (Πίνακας 4-3). Αρνητική τιμή του χρόνου υποδηλώνει ότι η στροφή είναι απαγορευμένη.

Situation	Representation	Turntable				
		FROM NODE#	TO ARC#	TO ARC#	ANGLE	TIME IMPEDANCE (seconds)
U-Turn 		20	6	6	180	20
Stop sign 		20	6	7	0	15
		20	6	8	90	20
		20	6	9	-90	10
No Right Turn 		20	6	9	-90	-1
		20	6	7	0	5
		20	6	8	90	10

Πίνακας 4-3: Πίνακας στροφών με αντιστάσεις
(Πηγή : <http://edndoc.esri.com>)

Ο δεύτερος τρόπος που μπορούν να οριστούν οι στροφές αφορά στην επιλογή των γενικών στροφών (global turns). Οι γενικές στροφές είναι κανόνες που μπορούν να ορισθούν και να αναπαραχθούν σε όλο το δίκτυο, όπως ότι όλες οι αριστερές στροφές να έχουν μια καθυστέρηση της τάξης των 15 δευτερολέπτων. Ένας τέτοιος κανόνας δίνει προτεραιότητα στις δεξιές στροφές. Το πλεονέκτημα των γενικών στροφών είναι ότι δε χρειάζεται η δημιουργία turn feature class στο δίκτυο.

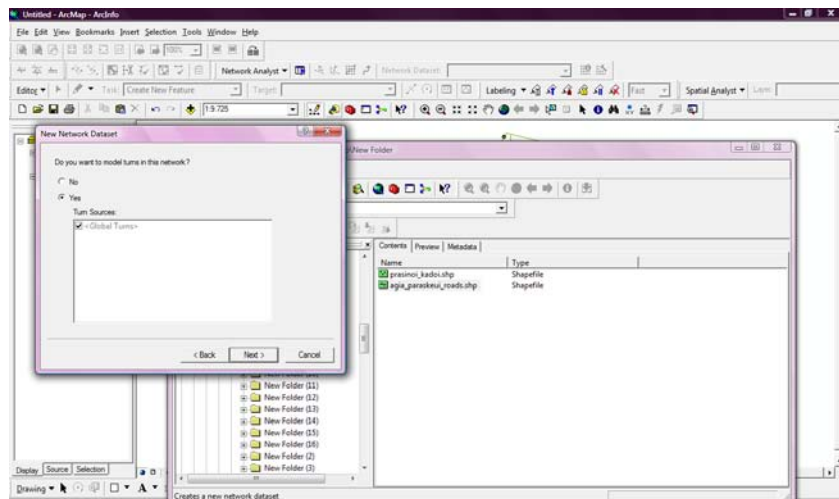
Η χρήση του VBScript αποτιμητή (evaluator) μοντελοποιεί αυτές τις χρονικές κυρώσεις στις αριστερές στροφές. Ακολουθεί ένα παράδειγμα VBScript αποτιμητή που προσθέτει κύρωση 15 δευτερολέπτων (0.25 minutes) σε όλες τις στροφές του δικτύου που είναι αριστερές (Εικόνα 4-16).



Εικόνα 4-16: VBScript αποτιμητής που προσθέτει κύρωση στις στροφές
(Πηγή: <http://edndoc.esri.com>)

Γίνεται προσπέλαση όλων των στροφών του δικτύου και όταν η γωνία στροφής είναι μεταξύ 210 και 330 μοιρών κατά τη φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού (αριστερή στροφή) προστίθεται ο επιπλέον χρόνος των 15 δευτερολέπτων.

Έγινε η επιλογή των Global Turns και με τον τρόπο αυτό δεν δημιουργήσαμε ατομικά turn features για κανόνες (Εικόνα 4-17).

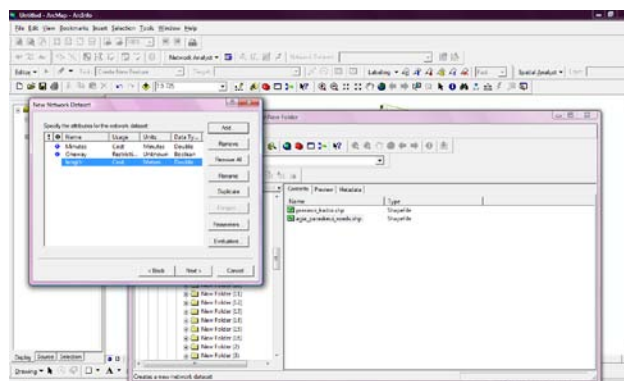


Εικόνα 4-17: Αποδοχή επιλογής Global Turns

Βήμα 5: Καθορισμός των χαρακτηριστικών του δικτύου

Μπορεί να γίνει προσθήκη χαρακτηριστικών του δικτύου ως ιδιότητες της Network Dataset (Network attributes). Όλες οι διασταυρώσεις, οι ακμές και οι στροφές έχουν τις ίδιες ιδιότητες, με διαφορετικές ενδεχομένως τιμές. Οι εφαρμογές του δικτύου περιλαμβάνουν την επιλογή της μονοδρόμησης, του απαιτούμενου χρόνου για τη διάσχιση ενός δεδομένου τμήματος του οδικού δικτύου, του μήκους ενός τμήματος του οδικού δικτύου, της ταχύτητας διάσχισης και της ταξινόμησης του οδικού δικτύου.

Ακολουθεί η απεικόνιση των ιδιοτήτων που ορίστηκαν για το Network Dataset του δικτύου μας (Εικόνα 4-18). Ειδικότερα, η ιδιότητα oneway αφορά τον περιορισμό κινήσεων σε δρόμους μονής κατευθύνσεις, η ιδιότητα length αποθηκεύει την απόσταση διάσχισης μέσα στο δίκτυο και η ιδιότητα minutes αποθηκεύει το χρόνο διάσχισης με τις όποιες καθυστερήσεις στις στάσεις.



Εικόνα 4-18: Ιδιότητες της Network Dataset

Οι ιδιότητες του δικτύου διαθέτουν τέσσερα βασικά πεδία ορισμού: το όνομα (name), τον τύπο χρήσης (usage), τη μονάδα κόστους (units) και το τύπο δεδομένων (data type). Αφού οριστούν τα πεδία στη συνέχεια πρέπει να τους ανατεθούν τιμές.

Με τον τύπο χρήσης καθορίζεται η χρήση του χαρακτηριστικού στην ανάλυση του δικτύου, η οποία μπορεί να είναι κόστος (cost), περιγραφή (descriptor), περιορισμός (restriction) ή ιεραρχία (hierarchy).

- κόστος (cost): ορισμένες ιδιότητες χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση και τη μοντελοποίηση των αντιστάσεων όπως ο χρόνος μετακίνησης (ο χρόνος διάσχισης ενός δρόμου) ή η ζήτηση (ο όγκος των σκουπιδιών που συλλέγονται από ένα δρόμο). Αυτές οι ιδιότητες είναι ανάλογες με το μήκος της ακμής. Για παράδειγμα, αν ο χρόνος μετακίνησης μοντελοποιείται σαν κόστος, τότε η διάσχιση της μισής ακμής θα διαρκέσει το ήμισυ του χρόνου που απαιτείται για τη διάσχιση ολόκληρης της ακμής. Τα χαρακτηριστικά κόστους δεν μπορεί να λαμβάνουν λογικές διακριτές τιμές, δηλαδή να είναι τύπου Boolean .

Η ανάλυση του δικτύου συχνά περιλαμβάνει την ελαχιστοποίηση του κόστους κατά τον υπολογισμό μιας διαδρομής (γνωστή ως εύρεση βέλτιστης διαδρομής). Τέτοια παραδείγματα είναι η εύρεση της ταχύτερης διαδρομής (ελαχιστοποίηση του χρόνου ταξιδιού) ή της συντομότερης διαδρομής (ελαχιστοποίηση της απόστασης). Ως κόστος επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν περιβαλλοντικές μονάδες όπως είναι η κατανάλωση καυσίμου και οι εκπομπές CO₂. Ο χρόνος οδήγησης και η απόσταση έχουν τύπο χρήσης κόστος.

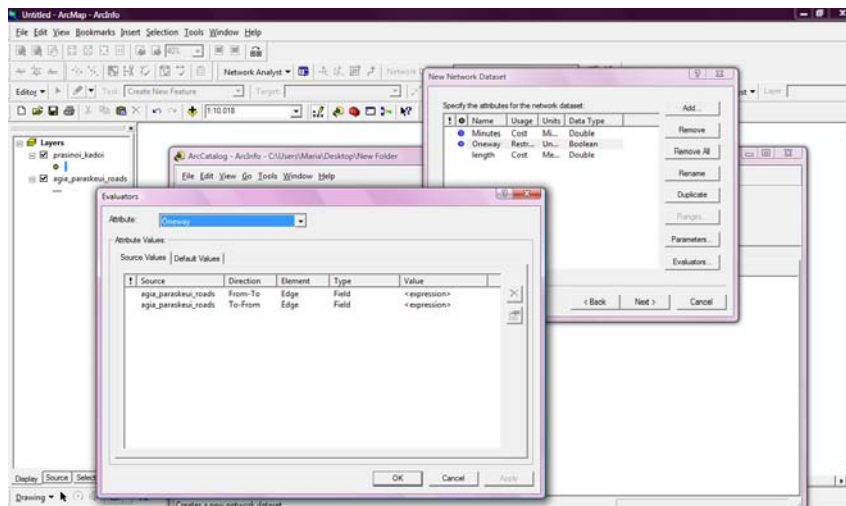
- περιγραφή (descriptor): σε αντίθεση με το κόστος, η περιγραφή δεν επιμερίζεται. Αυτό σημαίνει ότι η τιμή της δεν εξαρτάται από το μήκος της ακμής. Ένα παράδειγμα είναι ο αριθμός των λωρίδων σε ένα οδικό δίκτυο.
- περιορισμός (restriction): οι περιορισμοί αφορούν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα οι μονόδρομοι και ο τύπος δεδομένων είναι Boolean.
- ιεραρχία (hierarchy): η ιεραρχία κατηγοριοποιεί τις ακμές του δικτύου. Ένα οδικό δίκτυο μπορεί να έχει μια ιεραρχία για το διαχωρισμό των δρόμων ταχείας κυκλοφορίας από τους τοπικούς δρόμους. Στο ArcGIS Network Analyst, τα διαφορετικά επίπεδα ιεραρχίας μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες: δρόμοι ταχείας κυκλοφορίας (1), λεωφόροι (2) και τοπικές οδοί (3). Στην ανάλυση ενός δικτύου μπορεί να μην επιλεγεί η δυνατότητα ιεράρχησης του οδικού δικτύου. Οι ιεραρχίες είναι πάντα ακέραιοι (Integer).

Η μονάδα κόστους μπορεί να είναι απόστασης ή χρόνου (π.χ. centimeters, meters, miles, minutes, seconds) και ο τύπος δεδομένων μπορεί να είναι boolean, integer, float (κινητής υποδιαστολής απλής ακρίβειας), ή double (κινητής υποδιαστολής διπλής ακρίβειας).

Σε κάθε χαρακτηριστικό που ορίζεται στο δίκτυο πρέπει να ανατεθούν τιμές. Ένας τρόπος είναι με τη χρήση αποτιμητή. Υπάρχουν τέσσερα είδη αποτιμητών: ο αποτιμητής πεδίου (field), αποτιμητής παράστασης πεδίου (field expression), ο αποτιμητής σταθεράς (constant) και ο VBScript αποτιμητής.

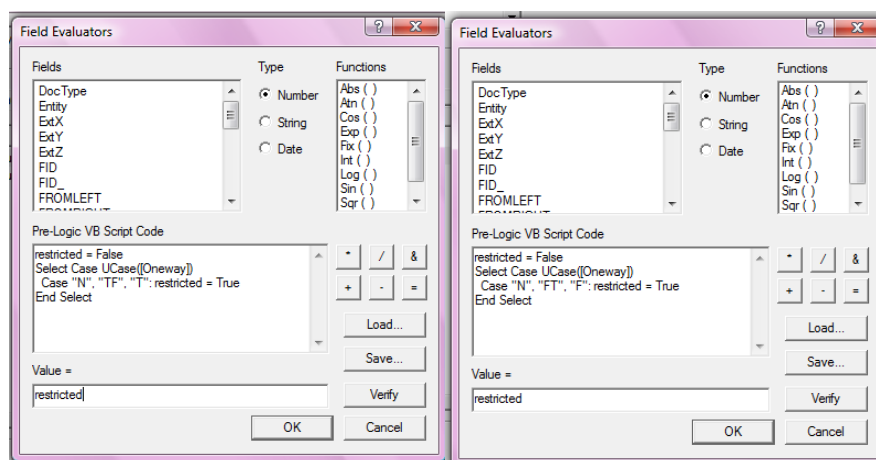
- ο αποτιμητής πεδίου είναι πιο συνηθισμένος τρόπος για να την ανάθεση τιμών σε ένα χαρακτηριστικό του δικτύου μέσα από ένα πεδίο του δικτύου. Για παράδειγμα ένας αποτιμητής πεδίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που η τιμή αναφέρεται σε μια μέτρηση, όπως μέτρα.
- ο αποτιμητής παράστασης πεδίου μπορεί να λάβει μια παράσταση σαν τιμή αντί της τιμής ενός πεδίου. Για παράδειγμα εάν οι μονάδες του χαρακτηριστικού του δικτύου είναι σε μέτρα αλλά οι μονάδες στη πηγή των δεδομένων είναι σε πόδια δημιουργείται μια παράσταση για να μετατραπούν τα πόδια σε μέτρα.
- ο αποτιμητής σταθεράς αναθέτει μία σταθερά στο στοιχείο. Αυτή μπορεί να είναι αριθμός (0, 1, 2) για το κόστος, τη περιγραφή και την ιεραρχία ή μια boolean έκφραση για την απαγόρευση.
- ο VBScript αποτιμητής χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση σύνθετων χαρακτηριστικών. Σε αντίθεση με τους άλλους αποτιμητές, ο VBScript αποτιμητής δεν αναθέτει τιμές όταν κατασκευάζεται το δίκτυο, αλλά όταν μια ανάλυση του δικτύου απαιτεί τη χρήση αυτού του χαρακτηριστικού. Εάν οι τιμές ενός χαρακτηριστικού αλλάζουν συνεχώς, ο VBScript αποτιμητής μπορεί να διασφαλίσει τη χρήση των ενημερωμένων χαρακτηριστικών για την ανάλυση του δικτύου.

Οι τιμές που ανατέθηκαν στην ιδιότητα "Oneway" που μοντελοποιήθηκε στο δίκτυο της εφαρμογής παρουσιάζονται στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 4-19).



Εικόνα 4-19 : Τιμές για την ιδιότητα Oneway

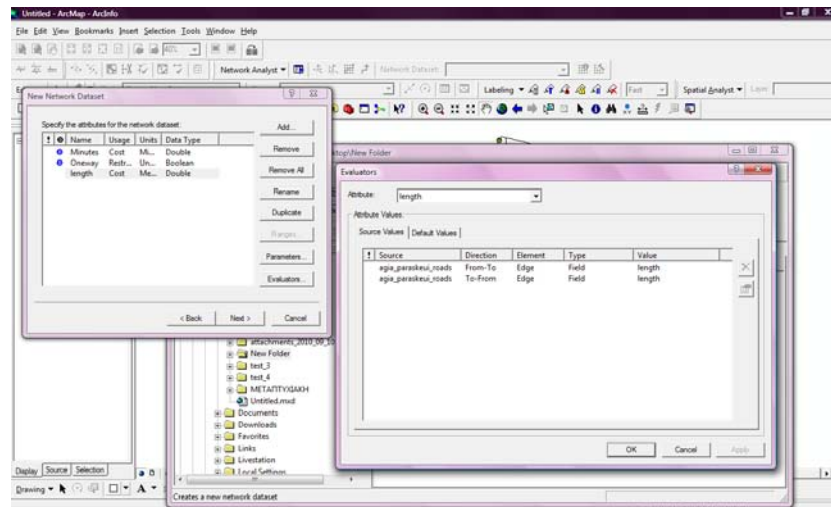
Στις ακμές του δικτύου "agia_paraskeui_roads" με κατεύθυνση "From-To" έγινε ανάθεση του πεδίου "Length" του οδικού δικτύου που αποθηκεύει το μήκος των ακμών το οποίο συνδυάστηκε με μία παράσταση VBScript για τη παραγωγή των τιμών, όπως και για τις ακμές "To-From". Οι δύο εκφράσεις του VBScript που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται στη παρακάτω εικόνα (Εικόνα 4-20).



Εικόνα 4-20: VBScript αποτιμητής για τον ορισμό των δρόμων μονής κυκλοφορίας

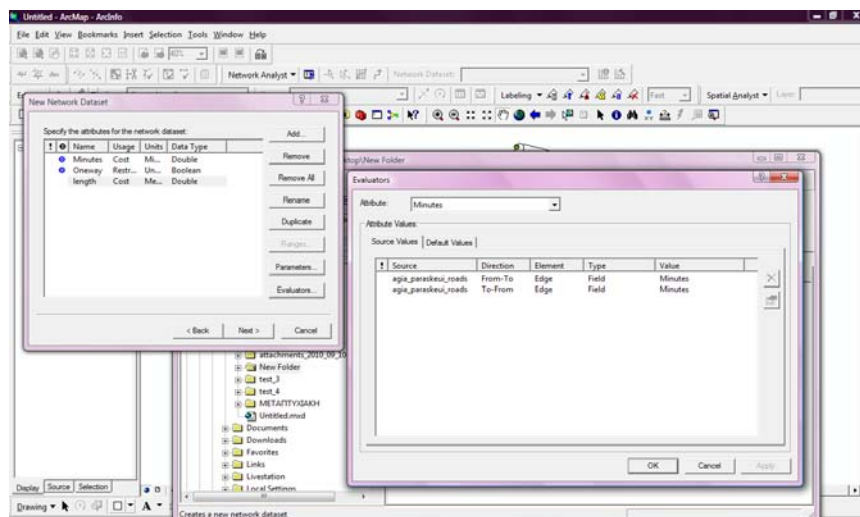
Με τη VBScript παράσταση γίνεται χρήση μίας ακμής (*restricted = true*) όταν στη περίπτωση "agia_paraskeui_roads from-to" το πεδίο "Oneway" έχει μία από τις τιμές "N", "TF" ή "T", και στην περίπτωση "agia_paraskeui_roads to-from" το πεδίο "Oneway" έχει κάποια από τις τιμές "N", "FT" ή "F".

Για την ιδιότητα "Length" στις ακμές του δικτύου "agia_paraskeui_roads" έγινε ανάθεση του πεδίου "Length" του δικτύου, ώστε να αποθηκεύεται το συνολικό μήκος της διαδρομής με την προσθήκη κάθε νέας ακμής (Εικόνα 4-21).



Εικόνα 4-21: Τιμές για την ιδιότητα "Length"

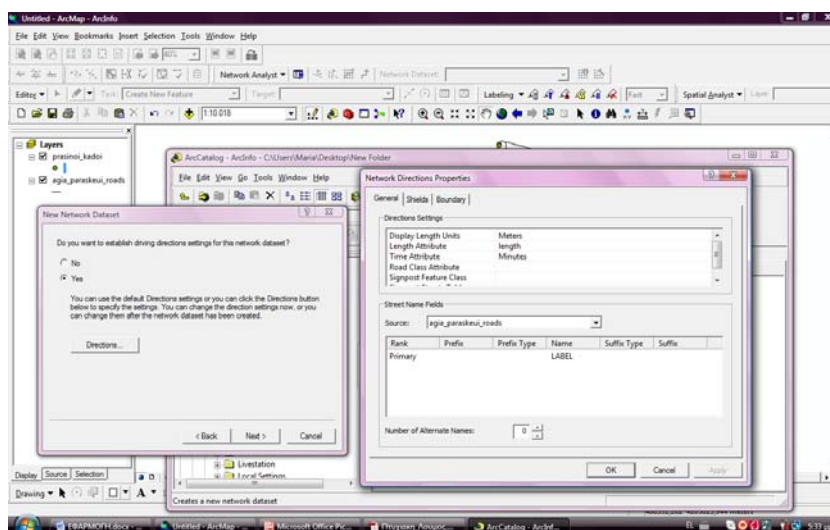
Για την ιδιότητα "Minutes" στις ακμές του δικτύου "agia_paraskeui_roads" έγινε ανάθεση του πεδίου "Minutes" του δικτύου, ώστε να αποθηκεύεται ο συνολικός χρόνος για την ολοκλήρωση της διαδρομής με την προσθήκη κάθε νέας ακμής(Εικόνα 4-22).



Εικόνα 4-22: Τιμές για την ιδιότητα "Minutes"

Ακολουθεί το παράθυρο διαλόγου driving directions όπου μέσω της θετικής επιλογής το Network Analyst βρίσκει αυτόματα από το αρχείο "agia_paraskeui_roads" τα ονόματα των οδών του οδικού δικτύου, τα εμφανίζει στο χάρτη και υπολογίζει το

συνολικό μήκος της διαδρομής και το συνολικό χρόνο εκτέλεσής της και τα αποθηκεύει σε ένα αρχείο (Εικόνα 4-23). Ορίστηκε ο χρόνος να εκφράζεται σε λεπτά (minutes) και η απόσταση σε μέτρα (meters).



Εικόνα 4-23: Εμφάνιση αρχείου με τις οδηγίες δρομολόγησης

Βήμα 6: Ιεραρχία βελτιστοποίησης

Μία Network Dataset μπορεί να χρησιμοποιήσει τη κατηγοριοποίηση χαρακτηριστικών για να επιτύχει την ιεραρχία σε τρία επίπεδα, όπως οι δρόμοι ταχείας κυκλοφορίας, οι λεωφόροι και οι τοπικές οδοί. Το λογικό δίκτυο θα χρησιμοποιήσει την ιεραρχία για τη βελτιστοποίηση της διαδρομής σε μεγάλα δίκτυα μεταφοράς.

Βήμα 7: Κατασκευή Network Dataset

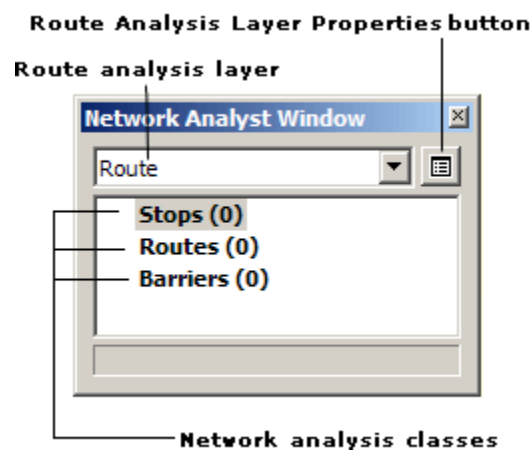
Το τελικό βήμα της κατασκευής της Network Dataset ξεκινά όταν έχουν οριστεί οι πηγές των δεδομένων και οι ιδιότητες της και οδηγεί στη δημιουργία των στοιχείων του δικτύου σε ένα λογικό δίκτυο. Το λογικό δίκτυο πρέπει να δημιουργηθεί ξανά, όταν γίνει κάποια αλλαγή σε μια πηγή του δικτύου, όμως η διαδικασία είναι γρήγορη και εύκολη γεγονός που διευκολύνει την εισαγωγή ή/και τροποποίηση των δεδομένων.

Η νέα Network Dataset συνοδεύεται από δύο νέα αρχεία, το `agia_paraskeui_roads_ND.shp` και το `agia_paraskeui_roads_ND_Junctions.shp`, που περιλαμβάνουν πληροφορίες για τη συνδεσιμότητα των γεωγραφικών χαρακτηριστικών. Στη συνέχεια η νέα Network Dataset χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής με τη χρήση της επέκτασης Network Analyst του ArcMap.

4.5. Εύρεση βέλτιστης διαδρομής με τη χρήση του Network Dataset

Το Network Analyst ενσωματώνει ένα γραφικό περιβάλλον εργασίας που παρέχει πρόσβαση στις δυνατότητες του προγράμματος των δικτύων στις οποίες περιλαμβάνεται και η εύρεση της συντομότερης διαδρομής και έτσι ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δημιουργεί χάρτες αλλά και να επεμβαίνει στα δεδομένα. Το Network Analyst περιλαμβάνει τρία μέρη: ένα Network Analyst window, μία Network Analyst εργαλειοθήκη και ένα σύνολο από εργαλεία γεω-επεξεργασίας (geoprocessing tools) τα οποία βρίσκονται στο ArcToolbox.

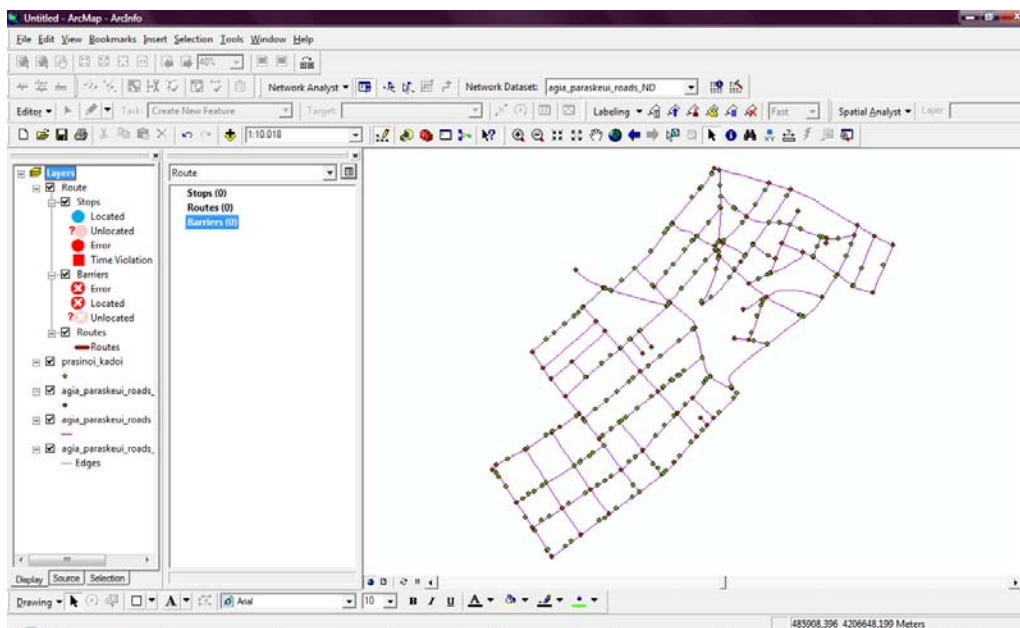
Το Network Analyst Window σχεδιάστηκε ώστε να μπορεί ο χρήστης με εύκολο και γρήγορο τρόπο να διαχειρίζεται τα σημεία ενδιαφέροντος στο δίκτυο και τα αποτελέσματα. Όταν εισαχθεί το Network Dataset layer (στρώμα) στο Network Analyst Window εμφανίζονται οι απαγορεύσεις (Barriers), οι στάσεις (Stops) και οι διαδρομές (Routes) ενώ υπάρχει και η δυνατότητα για τη προσθήκη ή τη τροποποίηση των σημείων ενδιαφέροντος και της διαδικασίας παραγωγής οδικών οδηγιών (Εικόνα 4-24).



Εικόνα 4-24: Το Network Analyst Window

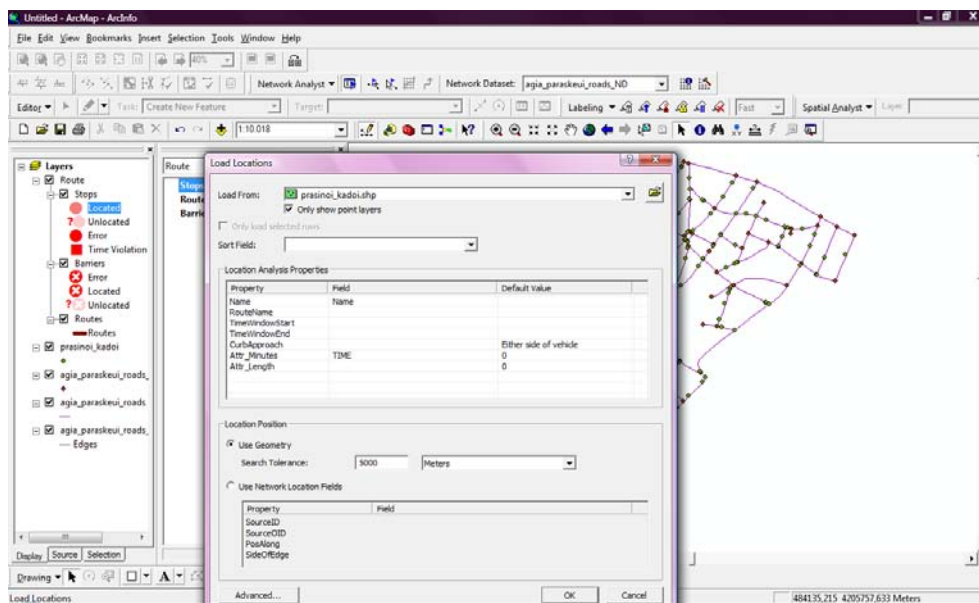
Η εργαλειοθήκη του Network Analyst είναι ένας συνδυασμός από μενού τα οποία υποστηρίζουν εφαρμογές εύρεσης διαδρομών, συντομότερου μονοπατιού, εγγύτερης υπηρεσίας και δικτύου υπηρεσιών σε κάποια περιοχή.

Η νέα Network Dataset εισήχθη στο Network Analyst και ακολούθησε η επιλογή της δημιουργίας μίας νέας διαδρομής (New Route). Δημιουργήθηκε αυτόματα στο Network Analyst Window μία άδεια λίστα με τις στάσεις (Stops), τις απαγορεύσεις (Barriers) και τη βέλτιστη διαδρομή (Routes), ενώ στο πίνακα περιεχομένων παρουσιάζεται ένα νέο Route Analysis layer (Εικόνα 4-25).



Εικόνα 4-25: Το νέο Route Analysis layer

Οι στάσεις (stops) αντιπροσωπεύουν σημεία μεταξύ των οποίων υπολογίζεται η διαδρομή και η εισαγωγή τους έγινε από το αρχείο prasinou_kadoi_shp που περιέχει τη θέση των κάδων (Εικόνα 4-26). Σημαντικό στοιχείο είναι ο καθορισμός του χρόνου καθυστέρησης, ο οποίος αναφέρεται στο πεδίο "TIME" του πίνακα. Αφού ολοκληρώθηκε η παραπάνω διαδικασία οι θέσεις των κάδων απεικονίζονται στο χάρτη και εμφανίστηκαν κατά αύξουσα σειρά στο Network Analyst Window.



Εικόνα 4-26: Εισαγωγή στάσεων

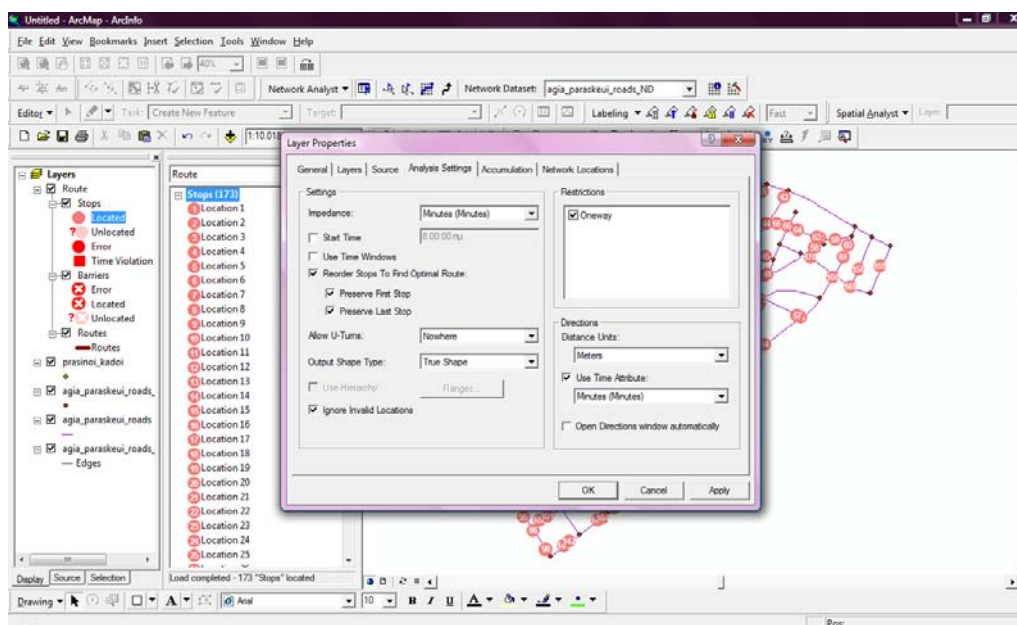
Οι απαγορεύσεις (barriers) είναι σημεία στο δίκτυο από τα οποία δεν επιτρέπεται η διέλευση, όπως για παράδειγμα ένας κλειστός δρόμος ή ένα σημείο ατυχήματος. Στη προκειμένη εφαρμογή δεν αποτέλεσαν αντικείμενο ενδιαφέροντος καθώς οι έχουν εισαχθεί στη βάση δεδομένων μέσω της μεταβλητής N στη στήλη "Oneway" του αρχείου με το οδικό δίκτυο του τομέα.

Αφού οριστούν τα σημεία στάσεων που θα συμμετάσχουν στο Network Analyst για την αναζήτηση της βέλτιστης διαδρομής, είναι κρίσιμο να οριστούν οι παράμετροι που θα ληφθούν υπόψη από τον αλγόριθμο επίλυσης στην αναζήτηση διαδρομής μέσω της επιλογής "Properties" του Network Analyst Window.

Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 4-27) φαίνεται η ανάθεση τιμών στο analysis στρώμα. Κύριος παράγοντας της διαδρομής έχει επιλεγεί η ιδιότητα "minutes", ως περιορισμός λήφθηκε η ιδιότητα "oneway", ώστε οι μονόδρομοι να ακολουθούν τη διεύθυνση κίνησης των οδών και ορίστηκε η αποφυγή των αναστροφών (U-Turns). Αναφορικά με την σειρά επίσκεψης των σημείων που είναι τοποθετημένοι οι κάδοι υπάρχουν οι εξής δυνατότητες:

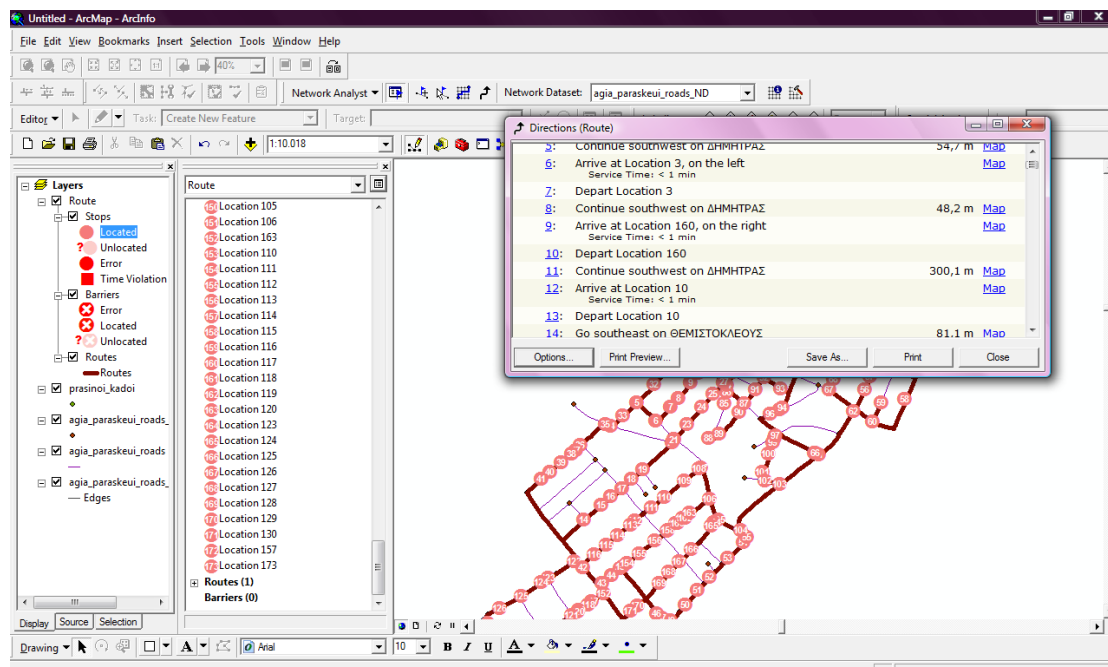
- επίσκεψη των σημείων με τη σειρά που έχουν οριστεί από το χρήστη
- αναδιάταξη των σημείων διατηρώντας το σημείο έναρξης και/ή το σημείο τερματισμού όπως είναι ορισμένα από το χρήστη
- ολική αναδιάταξη των σημείων συμπεριλαμβανομένων αυτών έναρξης και τερματισμού

Καθορίστηκε ότι η αρχή και το τέλος της διαδρομής να καθορίζονται από το χρήστη.



Εικόνα 4-27: Ορισμός ιδιοτήτων για την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής

Στη συνέχεια ενεργοποιήθηκε ο αλγόριθμος για την επίλυση της βέλτιστης διαδρομής του δικτύου (Solve). Η διαδρομή εμφανίζεται πάνω στο χάρτη συνοδευμένη με ένα αρχείο με τις οδηγίες διάσχισης αυτής και τον υπολογισμό των διανυόμενων αποστάσεων και χρόνων.

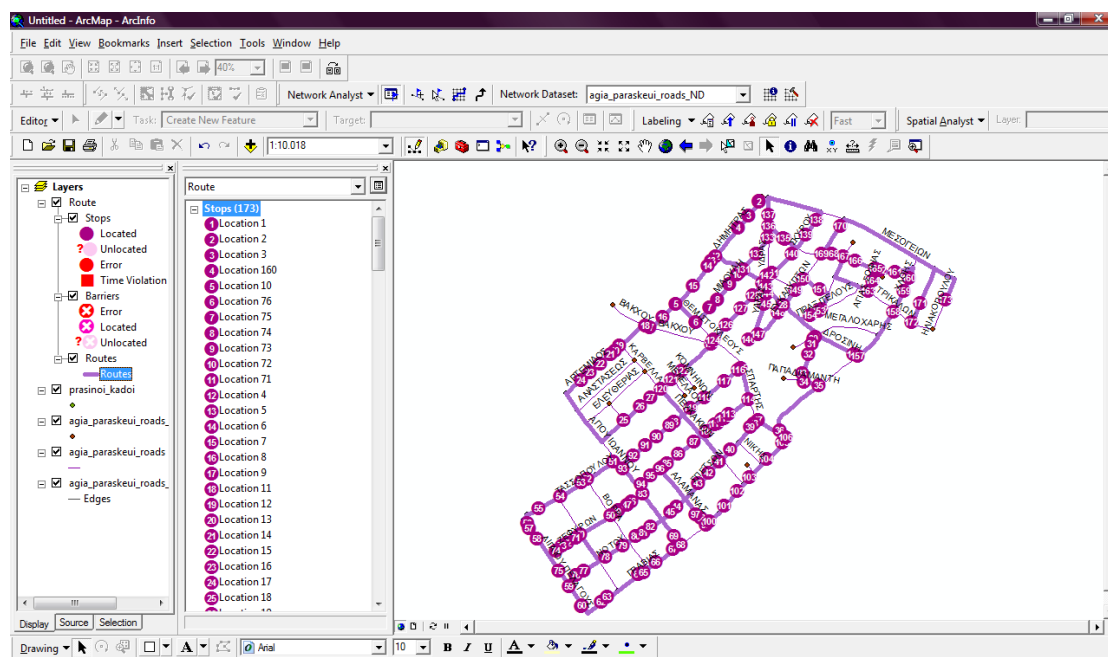


Εικόνα 4-28: Αποτέλεσμα Network Analyst

Σε περίπτωση που είναι επιθυμητή η μεταβολή κάποιας παραμέτρου στη δρομολόγηση είναι δυνατή η επέμβαση και η εκ νέου επίλυση της διαδρομής με βάση διαφορετικά σενάρια. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται εναλλακτικές διαδρομές και επιλέγεται η βέλτιστη σύμφωνα με τις παραμέτρους της ανάλυσης.

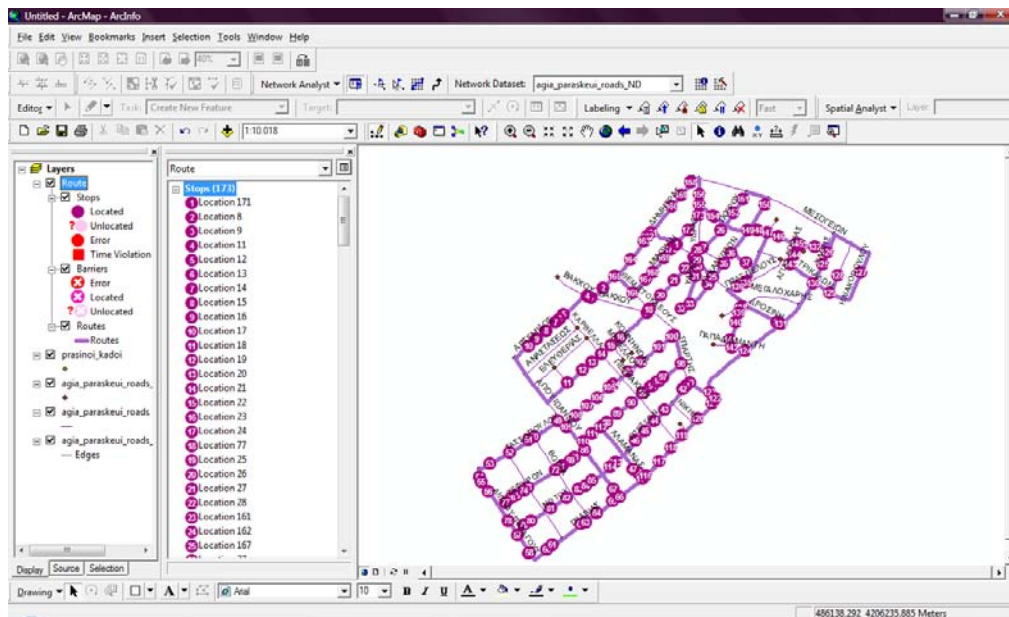
4.6. Αποτελέσματα – Παράθεση σεναρίων

Εφαρμόζοντας την διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω και έχοντας ορίσει τις παραμέτρους της δρομολόγησης υπολογίστηκε στο πρώτο σενάριο η βέλτιστη διαδρομή διατηρώντας το σημείο εκκίνησης και τερματισμού της υφιστάμενης διαδρομής που ακολουθεί το απορριμματοφόρο στον τομέα. Δηλαδή η αποκομιδή των απορριμμάτων ξεκινά από την οδό Δήμητρος και ολοκληρώνεται με την εκκένωση του τελευταίου κάδου που βρίσκεται στην οδό Ηλιακοπούλου (Εικόνα 4-29). Η διαδρομή που υπολογίστηκε εκτελείται σε μικρότερο χρόνο σε σχέση με την υφιστάμενη και τα χιλιόμετρα που διανύονται είναι λιγότερα. Συγκεκριμένα η απόσταση φτάνει τα 13.280,7 m και απαιτούνται 2 h και 53 min. για να διανυθεί ενώ η υφιστάμενη διαδρομή έχει συνολικό μήκος 14.856,4 m και ο απαιτούμενος χρόνος είναι 3 h και 28 min.



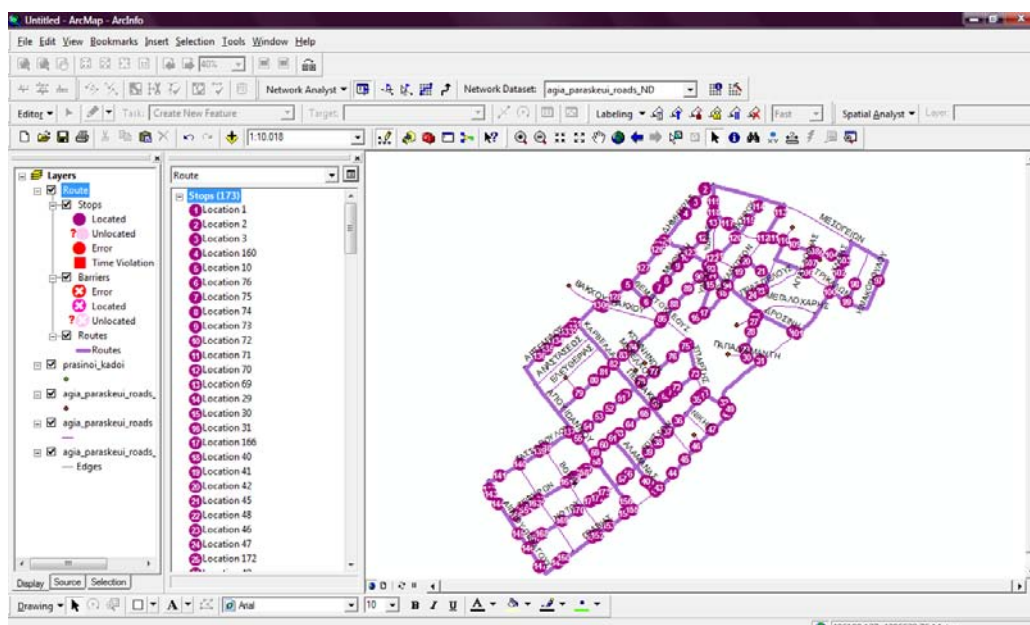
Εικόνα 4-29: Πρώτο σενάριο δρομολόγησης

Στη συνέχεια εφαρμόστηκε το σενάριο 2 όπου έγινε διερεύνηση σχετικά με τον ορισμό του σημείου έναρξης και τερματισμού της δρομολόγησης. Το αποτέλεσμα ύστερα από αρκετές δοκιμές, οδήγησε στη χάραξη της εναλλακτικής διαδρομής με σημείο εκκίνησης την οδό Μιαούλη και σημείο ολοκλήρωσης της δρομολόγησης την οδό Ύδρας (Εικόνα 4-30). Το μήκος της διαδρομής σημείωσε περαιτέρω μείωση φτάνοντας τα 12.350,9 m όπως και ο χρόνος εκτέλεσής της που είναι 2 h και 48 min. Η διαδρομή αυτή όμως δεν αρχίζει και τελειώνει κοντά σε μεγάλη οδική αρτηρία επομένως το απορριμματοφόρο κινείται σε δρόμους με μικρότερη ταχύτητα για να φτάσει στη πρώτη στάση και για να μεταφερθεί από τον τελευταίο κάδο στο τελικό χώρο απόθεσης σε σχέση με το σενάριο 1 αλλά και με την υφιστάμενη διαδρομή.



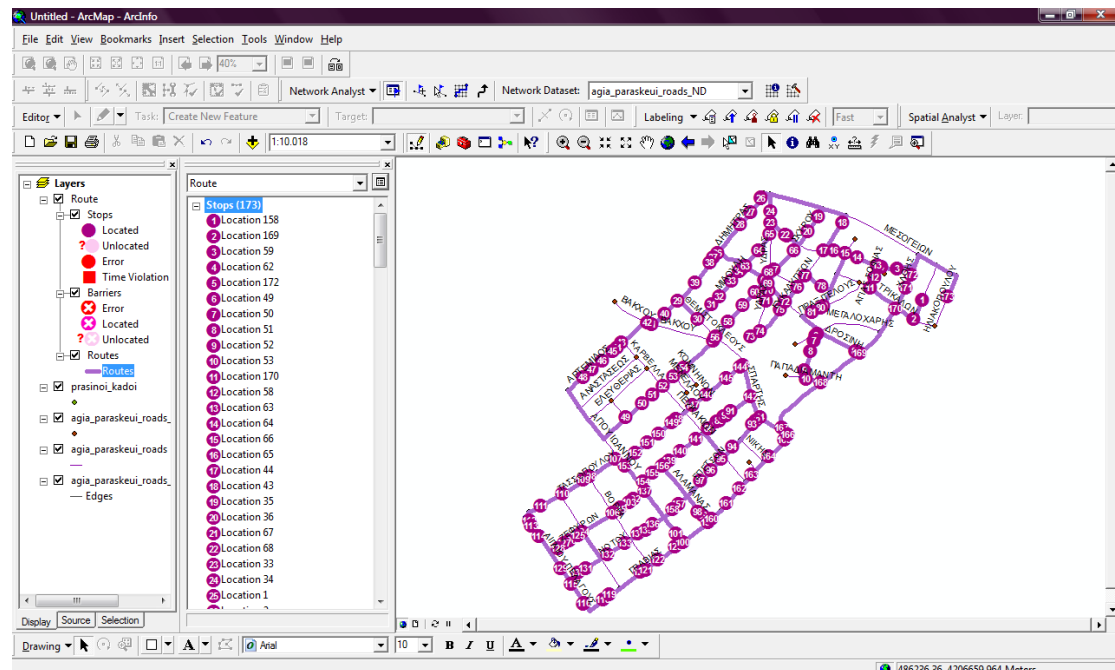
Εικόνα 4-30: Δεύτερο σενάριο δρομολόγησης

Ακολούθησε η χάραξη εναλλακτικής διαδρομής στο σενάριο 3 διατηρώντας το σημείο έναρξης της υφιστάμενης διαδρομής και διαφορετικό σημείο τερματισμού στην οδό Νότου (Εικόνα 4-31). Η διαδρομή αυτή έχει μήκος 12.762 m και ο χρόνος φτάνει τις 2 h και 50 min., αλλά παρουσιάζει το μειονέκτημα της μεγάλης απόστασης του σημείου του τελευταίου κάδου από μεγάλη οδική αρτηρία.



Εικόνα 4-31: Τρίτο σενάριο δρομολόγησης

Τέλος στο σενάριο 4 η διαδρομή που υπολογίστηκε διατηρεί το σημείο τερματισμού της υφιστάμενης διαδρομής ενώ το σημείο της έναρξης βρίσκεται στη οδό Αδριανού (Εικόνα 4-32). Το μήκος της είναι 13.643,5 m και ο χρόνος εκτέλεσής της 2 h και 53 min.



Εικόνα 4-32: Τέταρτο σενάριο δρομολόγησης

Οι χάρτες με τα σενάρια που εφαρμόστηκαν παρατίθενται στο παράρτημα Γ, ενώ τα αρχεία με τις οδικές οδηγίες που αφορούν στην εκτέλεση των διαδρομών αυτών των σεναρίων στο παράρτημα Δ.

Τα αποτελέσματα των τεσσάρων σεναρίων καθώς και τα στοιχεία της υφιστάμενης διαδρομής συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 4-4).

Συγκρίνοντας τις τέσσερις εναλλακτικές διαδρομές που υπολογίστηκαν με αυτή που ακολουθεί το απορριμματοφόρο στο τομέα είναι φανερό ότι πλεονεκτούν ως προς την απόσταση που πρέπει να διανυθεί για την αποκομιδή των απορριμμάτων αλλά και ως προς το συνολικό χρόνο που απαιτείται για την ολοκλήρωση της διαδικασίας.

Ονομασία Διαδρομής	Έναρξη	Τερματισμός	Χρόνος (h,min)	Απόσταση (m)	Παρατηρήσεις
Σενάριο 1	Δήμητρος	Ηλιακοπούλου	2 h 53 min	13.280,7 m	Διατήρηση σημείου έναρξης και τερματισμού
Σενάριο 2	Μιαούλη	Ύδρας	2 h 48 min.	12.350,9 m	
Σενάριο 3	Δήμητρος	Νότου	2 h 50 min.	12.762 m	Διατήρηση σημείου έναρξης
Σενάριο 4	Αδριανού	Ηλιακοπούλου	2 h 53 min	13.643,5 m	Διατήρηση σημείου τερματισμού
Υφιστάμενη Διαδρομή	Δήμητρος	Ηλιακοπούλου	3 h 28 min.	14.856,4 m	

Πίνακας 4-4: Χαρακτηριστικά των διαδρομών δρομολόγησης

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 4-5) παρουσιάζει τη σύγκριση μεταξύ της εμπειρικής μεθόδου που εφαρμόζει στη παρούσα φάση ο δήμος Αγίας Παρασκευής και των σεναρίων που εκτελέστηκαν στην εφαρμογή σε ημερήσια βάση.

	Βελτίωση Απόστασης (%)	Βελτίωση Χρόνου (%)
Σενάριο 1	10,61	16,83
Σενάριο 2	16,86	19,23
Σενάριο 3	14,10	18,27
Σενάριο 4	8,16	16,83

Πίνακας 4-5: Σύγκριση εμπειρικής μεθόδου και αποτελεσμάτων σεναρίων

Ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα της διαδρομής των τεσσάρων σεναρίων είναι η τήρηση του κώδικα οδικής κυκλοφορίας, δηλαδή δεν πραγματοποιούνται οπισθοπορείες και αντίθετη κίνηση του απορριμματοφόρου στους μονόδρομους. Η υφιστάμενη διαδρομή περιλαμβάνει παράνομη κίνηση του οχήματος με αντίθετη φορά στην μονής κατεύθυνσης οδό Μιαούλη και την όπισθεν κίνηση στις οδούς Αγίου Ιωάννου, Αλαμάνας, Θεμιστοκλέους, Παπαδιαμάντη και Δροσίνη. Το γεγονός αυτό κρίνεται ιδιαίτερα επικίνδυνο τόσο για το προσωπικό του συνεργείου όσο και για τα διερχόμενα οχήματα αφού μία αναπόφευκτη σύγκρουση αποτελεί πιθανό ενδεχόμενο που θέτει αντιμέτωπες με τον κίνδυνο τις ανθρώπινες ζωές.

Το σενάριο 2 απαιτεί τον μικρότερο χρόνο αποκομιδής και τα λιγότερα διανυθέντα χιλιόμετρα όμως απορρίπτεται διότι ο πρώτος και ο τελευταίος κάδος είναι τοποθετημένοι σε οδούς που δεν βρίσκονται κοντά σε κεντρική αρτηρία. Το σενάριο 3 είναι το δεύτερο καλύτερο ως προς το χρόνο και την απόσταση όμως το σημείο

τερματισμού της αποκομιδής απέχει πολύ από την κύρια οδική αρτηρία γεγονός που αυξάνει τον χρόνο μεταφοράς των απορριμμάτων από τον τομέα στο χώρο της τελικής απόθεσης. Μεταξύ των σεναρίων 1 και 4 υπερτερεί το πρώτο, αφού ο χρόνος εκτέλεσης του δρομολογίου μπορεί να είναι ο ίδιος όμως η απόσταση είναι μικρότερη και επιπλέον τα σημεία έναρξης και τερματισμού βρίσκονται κοντά στη κεντρική αρτηρία κάτι που δεν ισχύει για το σημείο έναρξης του σεναρίου 4 οπότε και απαιτείται επιπλέον χρόνος για τη μετακίνηση του απορριμματοφόρου στο χώρο διάθεσης.

Με την υιοθέτηση της διαδρομής που προτείνεται στο σενάριο 1 λοιπόν πραγματοποιείται καλύτερη οργάνωση του συστήματος συλλογής- μεταφοράς των απορριμμάτων αφού ελαττώνεται ο χρόνος που απαιτείται για την επίσκεψη και την εκκένωση όλων των κάδων που είναι τοποθετημένοι στο τομέα και τα διανυθέντα χιλιόμετρα γεγονός που συνεπάγεται τη μείωση του κόστους λειτουργίας, συντήρησης και κίνησης του απορριμματοφόρου που είναι άμεσα συνυφασμένα με τη διανυόμενη απόσταση. Επίσης μειώνονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον, με την εκπομπή μικρότερων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα και βελτιώνεται η ποιότητα ζωής των πολιτών.

Οι τιμές των αέριων εκπομπών από ντιζελοκίνητα, βαρέως τύπου, φορτηγά οχήματα σύμφωνα με τον A. J. Hickman (1999), υπολογίζονται μέσω της ακόλουθης Εξίσωσης 1:

Εξίσωση 1:

$$\varepsilon = K + a v + b v^2 + c v^3 + \frac{d}{v} + \frac{e}{v^2} + \frac{f}{v^3}$$

όπου:

ε είναι η τιμή των εκπομπών (μετρημένη) σε g/km

K: σταθερά

a - f είναι συντελεστές

v είναι η μέση ταχύτητα κίνησης του οχήματος (μετρημένη) σε km/h

Οι ρυπογόνες ουσίες οι οποίες ενδιαφέρουν άμεσα είναι: το μονοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του άνθρακα, οι υδρογονάνθρακες, τα οξείδια του αζώτου και τα σωματίδια (CO, CO₂, VOC, NO_x και PM). Οι συντελεστές για τις εξισώσεις αυτές, είναι διαθέσιμοι για τέσσερις κατηγορίες βαρέων οχημάτων (3.5-7.5 tn, 7.5-16 tn, 16-32tn και 32-40 tn) που κινούνται ελλείψει φορτίου και σε διαδρομή μέσης κλίσης 0%.

Τα απορριμματοφόρα οχήματα που χρησιμοποιούνται στο δήμο Αγίας Παρασκευής για τη συλλογή των ΑΣΑ εμπίπτουν στη τρίτη κατηγορία βαρέων οχημάτων

αναφορικά με το μεικτό τους βάρος. Οπότε οι εκπομπές CO₂ θα υπολογιστούν με βάση το πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 4-6).

	<i>K</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
CO	3.08	-0.0135	0	0	-37.7	1560	-5736
CO ₂	871	-16.0	0.143	0	0	32031	0
VOC	1.37	0	-8.10E-5	0	0	870	-3282
NO _x	2.59	0	-0.000665	8.56E-6	140	0	0
PM	0.0541	0.00151	0	0	17.1	0	0

Πίνακας 4-6: Τιμές συντελεστών υπολογισμού αέριων εκπομπών από τη μεταφορά με βαρέα οχήματα 7.5-16 tn
(Πηγή: (Hickman, 1999))

Το CO₂ είναι ένα από τα σημαντικότερα αέρια του θερμοκηπίου, καθώς έχει τη μεγαλύτερη συνεισφορά και διάρκεια ζωής, και επιδρά μακροπρόθεσμα στη κλιματική αλλαγή. Ο τομέας των μεταφορών, κυρίως τα οδικά οχήματα, ευθύνεται για το 28% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ΕΕ.

Στη περίπτωση όμως των απορριμματοφόρων οχημάτων το φορτίο που αυτά φέρουν παίζει σημαντικό ρόλο στην ποσότητα των εκλυόμενων ρύπων. Μέσω της Εξίσωσης 2 υπολογίζονται οι διορθωμένοι συντελεστές αέριων εκπομπών βάσει του φορτίου που μεταφέρουν τα απορριμματοφόρα.

Εξίσωση 2:

$$\varepsilon_l = \varepsilon_u \times \Phi(\gamma, v)$$

όπου:

ε_l είναι η τιμή των εκπομπών υπό φορτίο (g/km)

ε_u : είναι η τιμή των εκπομπών άνευ φορτίου (g/km)

$\Phi(\gamma, v)$: η εξίσωση του συντελεστή διόρθωσης φορτίου

γ : η κλίση του δρόμου (%)

v : η μέση ταχύτητα κίνησης του οχήματος (km/h)

Η εξίσωση του συντελεστή διόρθωσης φορτίου δίνεται ακολούθως:

$$\Phi(\gamma, v) = k + n\gamma + p\gamma^2 + q\gamma^3 + rv + sv^2 + tv^3 + \frac{u}{v}$$

όπου:

k : σταθερά

n-x: συντελεστές

Οι τιμές για τους συντελεστές αυτής της εξίσωσης δίνονται στο παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4-7).

	κ	n	p	q	r	s	t	u
CO	1.03	0.0345	0	-7.55E-4	9.77E-4	0	0	0
CO ₂	1.26	0.0790	0	-0.00109	0	0	-2.03E-7	-1.14
VOC	0.985	0.00367	0	0	0.00135	0	0	0.201
NO _x	1.19	0.0594	0	-9.69E-4	0	0	0	-0.977
PM	1.02	0.0437	0	-9.16E-4	0.00234	0	0	0

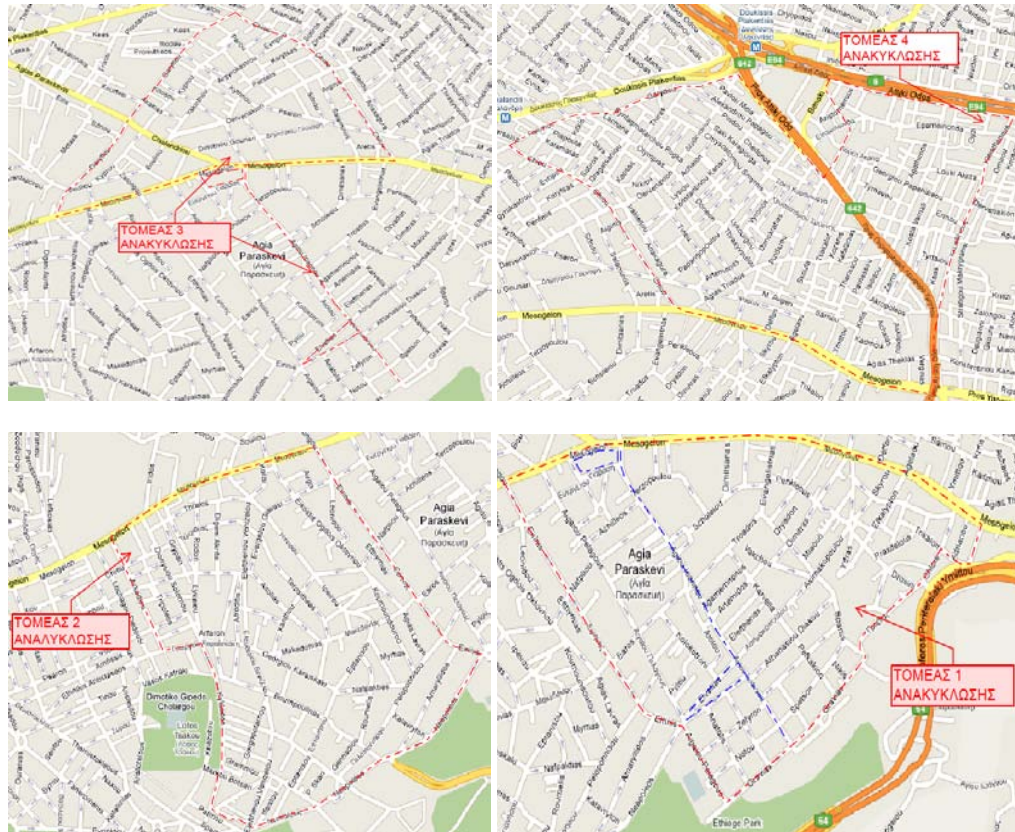
Πίνακας 4-7: Τιμές συντελεστών για βαρέα οχήματα υπό φορτίο
(Πηγή: (Hickman, 1999))

Το μέσο φορτίο των απορριμματοφόρων είναι 50% οπότε βάσει των προαναφερθέντων εξισώσεων υπολογίζονται οι ποσότητες CO₂ που εκπέμπει το απορριμματοφόρο εκτελώντας τη προτεινόμενη βέλτιστη διαδρομή και την υφιστάμενη. Παρατηρείται μείωση των εκπομπών CO₂ της τάξης του 10% στη περίπτωση που απορριμματοφόρο ακολουθήσει το βέλτιστο δρομολόγιο. Η μείωση αυτή αφορά τον ένα τομέα που επιλέχθηκε στην εφαρμογή και ένα δρομολόγιο ημερησίως. Για τους συνολικά εννέα τομείς του δήμου και σε ετήσια βάση οι μειωμένες ποσότητες εκπομπών CO₂ έχουν πολύ σημαντικό περιβαλλοντικό όφελος.

Σε επίπεδο κόστους κατανάλωσης καυσίμων, η μείωση κατά 1.58 km της διαδρομής που προτείνεται με την εφαρμογή του βέλτιστου σεναρίου, οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων. Λαμβάνοντας υπόψη τη τρέχουσα μέση τιμή του πετρελαίου κίνησης, η οποία διαμορφώνεται στα 1.306 €/lt, και δεδομένου ότι το απορριμματοφόρο καταναλώνει 0.8 lt/km ετησίως εξοικονομούνται 578,015€. Αυτό το ποσό αφορά μία περιοχή ευθύνης άρα για το σύνολο του δήμου τα οικονομικά οφέλη είναι πολλαπλάσια.

Το πρόγραμμα ανακύκλωσης του δήμου Αγίας Παρασκευής απαρτίζεται από το σύστημα των μπλε κάδων στους οποίους οι πολίτες μπορούν να απορρίψουν όλα τα υλικά συσκευασίας και το έντυπο χαρτί. Βασίζεται στο σύστημα Διαλογής στην Πηγή δύο ξεχωριστών ρευμάτων συλλογής στερεών αποβλήτων: το ρεύμα της προς ανάκτηση ομάδας ανακυκλώσιμων υλικών και το ρεύμα των υπολοίπων σύμμεικτων απορριμμάτων. Παράλληλα στο δήμο εφαρμόζεται η ανακύκλωση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών, εγκαταλελειμμένων αυτοκινήτων και το σύστημα ανταποδοτικής ανακύκλωσης με τη τοποθέτηση και λειτουργία μηχανήματος ανακύκλωσης στην κεντρική πλατεία επί της Ηρώων Πολυτεχνείου το οποίο είναι δωρεάν για το δήμο, αφού τόσο η τοποθέτηση του σχετικού εξοπλισμού όσο και η συλλογή, μεταφορά και λειτουργία του επιβαρύνει αποκλειστικά την Ανταποδοτική Ανακύκλωση Α.Ε. Σ' αυτό οι δημότες επιστρέφουν τις χρησιμοποιημένες πλαστικές, μεταλλικές και γυάλινες συσκευασίες και αυτόματα τους αποδίδεται απόδειξη με το αναλογούν ανταποδοτικό κίνητρο (εκπτώτικα κουπόνια κ.α.).

Όσον αφορά τους τομείς της ανακύκλωσης ο δήμος χωρίζεται σε τέσσερις περιοχές ευθύνης (Εικόνα 4-33) όπου έχει εγκατασταθεί ένα δίκτυο 780 μπλε κάδων 1.100 lt μόνο για τα υλικά συσκευασίας.



Εικόνα 4-33: Τομείς ανακύκλωσης δήμου Αγίας Παρασκευής

Βασική παράμετρος σχεδιασμού των τομέων αποτελεί η ισοκατανομή των κάδων ανακύκλωσης ανά τομέα (Πίνακας 4-8) ώστε να ολοκληρώνεται η αποκομιδή των ανακυκλώσιμων απορριμμάτων με την πραγματοποίηση ενός μόνο δρομολογίου σε κάθε τομέα.

ΤΟΜΕΑΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΠΛΕ ΚΑΔΩΝ
1	185
2	187
3	193
4	205

Πίνακας 4-8: Κατανομή μπλε κάδων στους τομείς ανακύκλωσης

Η εφαρμογή της δρομολόγησης πραγματοποιήθηκε στο τομέα 1 ανακύκλωσης (Εικόνα 4-34) επειδή σε αυτόν περιλαμβάνεται και η περιοχή που καλύπτει ο τομέας αποκομιδής των σύμμεικτων απορριμμάτων για τον οποίο προηγήθηκε η ανάλυση.

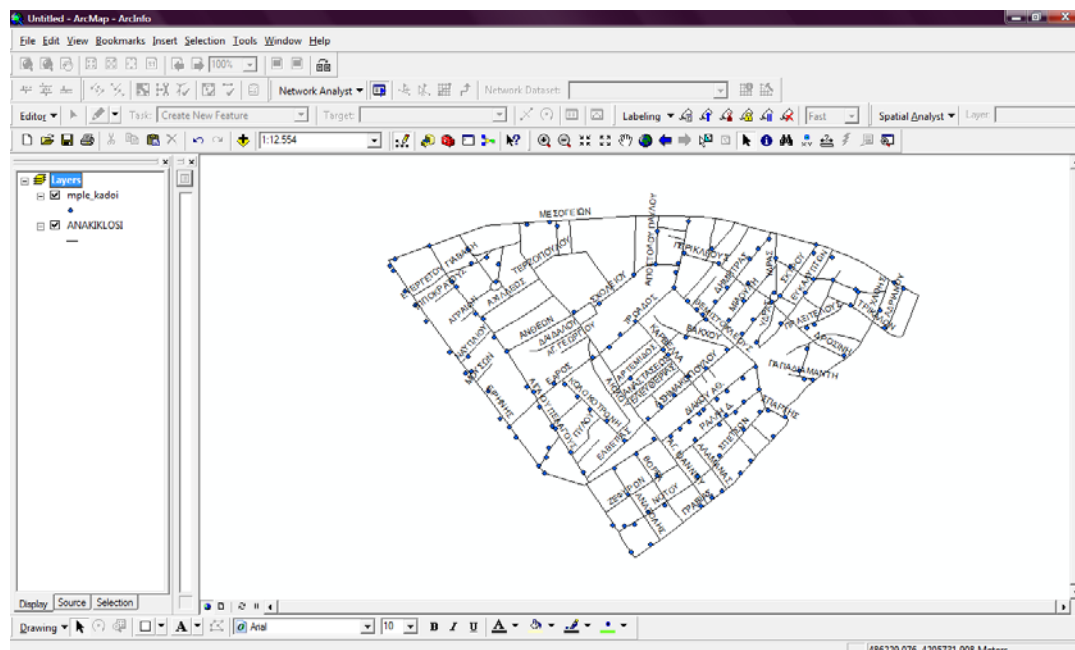


Εικόνα 4-34: Τομέας ανακύκλωσης στον οποίο εφαρμόστηκε η δρομολόγηση
(Πηγή: Google Earth, 15/08/2010)

Η υπηρεσία καθαριότητας του δήμου δεν διατηρεί δεδομένα σχετικά με τη θέση των κάδων και τη διαδρομή των απορριμματοφόρων, παρά μόνο στοιχεία, σε αναλογική μορφή, που αφορούν στο διαχωρισμό της περιοχής σε τομείς αποκομιδής και τον αριθμό των κάδων σε κάθε τομέα.

Έτσι τα απαραίτητα για τη δρομολόγηση δεδομένα λήφθηκαν μετά από εργασία πεδίου. Συγκεκριμένα καταγράφηκαν τα συμπληρωματικά τοπολογικά στοιχεία του διευρυμένου οδικού δικτύου αφού ένα μέρος του έχει ήδη μοντελοποιηθεί για την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής στο τομέα των σύμμεικτων απορριμμάτων. Μετά την επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων δημιουργήθηκε το αρχείο του οδικού δικτύου του τομέα στο οποίο έγινε και πάλι η προσθήκη των πεδίων "Oneway", "Length" και "Minutes" καθώς ενός πεδίου με την ονομασία των οδών (στα ελληνικά και τα αγγλικά και τις πιθανές παραλλαγές της ονομασίας της οδού).

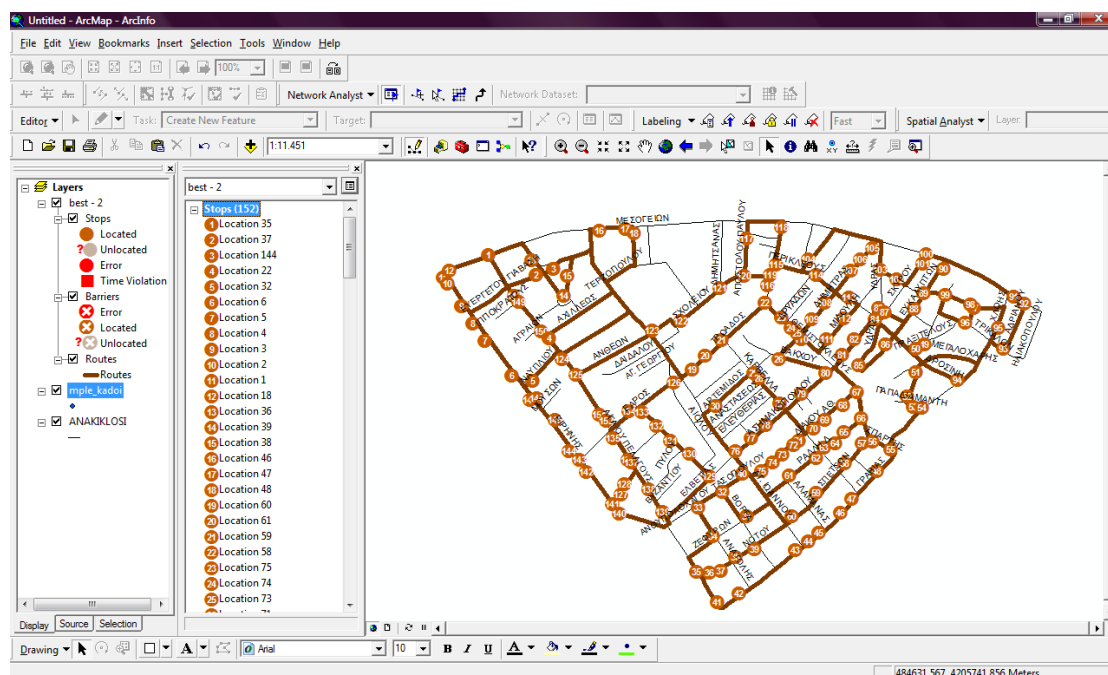
Επιπλέον προσδιορίστηκε γεωγραφικά η θέση των κάδων ανακύκλωσης στο τομέα εφαρμογής με τη χρήση GPS χειρός και έγινε η εισαγωγή τους στο σημειακό θεματικό επίπεδο στο ArcMap (Εικόνα 4-35). Στο πίνακα των κάδων προστέθηκε το πεδίο Num_kadoi και το πεδίο "Time".



Εικόνα 4-35: Η θέση των κάδων ανακύκλωσης στη περιοχή μελέτης

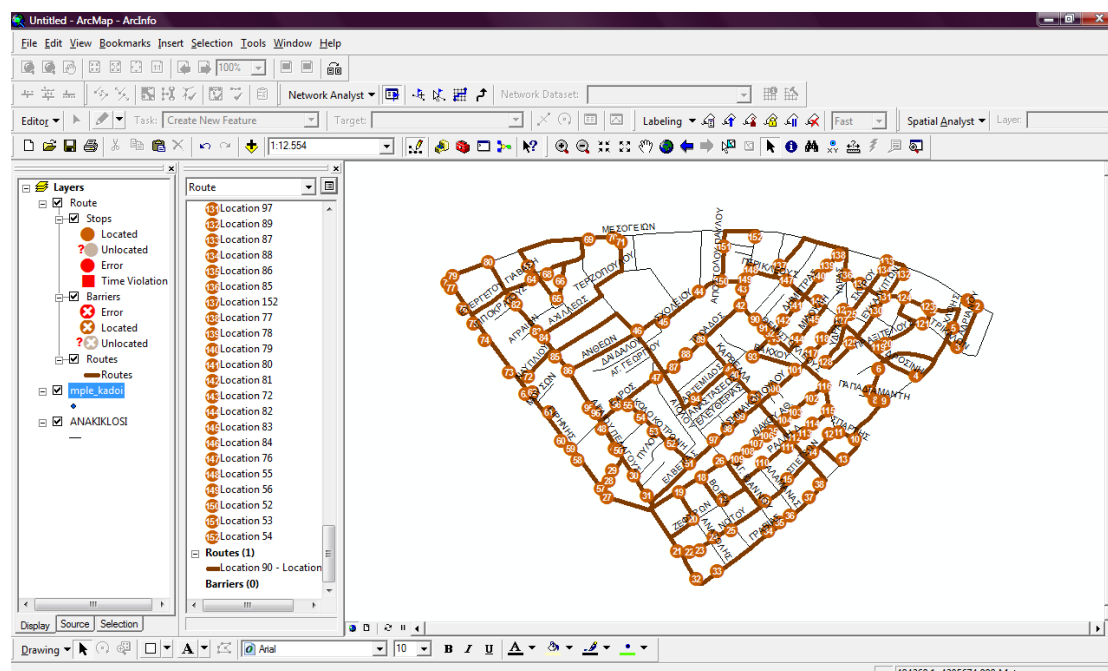
Στη συνέχεια κατασκευάστηκε η Network Dataset με τις επιλογές και τις ιδιότητες που περιγράφηκαν σε προηγούμενη ενότητα και υπολογίστηκε η βέλτιστη διαδρομή.

Στο σενάριο Α που υλοποιήθηκε η διαδρομή έχει μήκος 23590,1 m και ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της είναι 3 hr 7 min. Ο πρώτος κάδος βρίσκεται στη λεοφόρο Μεσογείων και ο τελευταίος στην οδό Αιγαίου Πελάγους (Εικόνα 4-36).



Εικόνα 4-36: Σενάριο Α στο τομέα ανακύκλωσης

Στο σενάριο B η διαδρομή ξεκινάει από τη λεωφόρο Μεσογείων και ολοκληρώνεται στην οδό Ευαγγελιστριάς με την εκκένωση του τελευταίου κάδου που βρίσκεται πολύ κοντά στη κεντρική αρτηρία. Το μήκος της φτάνει τα 24.528,7 m και απαιτούνται 3h και 11 min για την ολοκλήρωση της (Εικόνα 4-37).



Εικόνα 4-37: Σενάριο B στο τομέα ανακύκλωσης

Η κίνηση του απορριμματοφόρου και στα δύο σενάρια είναι σύμφωνη με τους κανόνες της οδικής κυκλοφορίας, δεν πραγματοποιούνται σε κανένα σημείο αναστροφές και οπισθοπορείες. Προτείνεται όμως ως βέλτιστη η διαδρομή που σεναρίου B γιατί το σημείο τερματισμού της βρίσκεται πλησίον της λεωφόρου Μεσογείων οπότε για την μετακίνηση του απορριμματοφόρου στο εργοστάσιο ανακύκλωσης στα Άνω Λιόσια διανύονται λιγότερα χιλιόμετρα και δαπανάται μικρότερος χρόνος.

Δυστυχώς δεν είναι δυνατή η σύγκριση με την υφιστάμενη διαδρομή του απορριμματοφόρου καθώς ο δήμος δεν έχει καταγράψει την πορεία του και τα χιλιόμετρα που διανύει. Βέβαιο όμως είναι ότι αυτή έχει προκύψει με εμπειρικό τρόπο. Η βέλτιστη διαδρομή που υπολογίστηκε για τη συλλογή των σύμμεικτων απορριμμάτων μειώνει την απόσταση και το χρόνο του υφιστάμενου δρομολογίου, οπότε είναι πολύ μεγάλο το ενδεχόμενο και η βέλτιστη διαδρομή για τη συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών να έχει ανάλογα αποτελέσματα και οφέλη.

Οι χάρτες με τα σενάρια που εφαρμόστηκαν παρατίθενται στο παράρτημα Γ, ενώ τα αρχεία με τις οδικές οδηγίες που αφορούν στην εκτέλεση των διαδρομών αυτών των σεναρίων στο παράρτημα Δ.

Η διαχείριση των στερεών απορριμμάτων αποτελεί ένα από τα πλέον σύνθετα και δισεπίλυτα προβλήματα στο σύγχρονο κόσμο. Οι βασικότεροι παράγοντες που καθορίζουν τη φύση του προβλήματος, επηρεάζουν τη διαμόρφωση των πολιτικών και συμβάλλουν στην επιλογή των μεθόδων και τεχνολογιών διαχείρισης τους είναι μεταξύ άλλων: 1) η τάση αύξησης της ποσότητας των παραγόμενων αποβλήτων στις ανεπτυγμένες και πολλές αναπτυσσόμενες χώρες η οποία συναρτάται άμεσα με την αύξηση του πληθυσμού και την ένταση της κατανάλωσης 2) η πολυπλοκότητα των υλικών, η σύσταση και η σύνθεση των παραγόμενων προϊόντων από τη βιομηχανία γεγονός που απαιτεί ανάλογη προσαρμογή των μεθόδων διαχείρισης τους και 3) η αυξανόμενη ευαισθησία της κοινωνίας των πολιτών για αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας

Παρά το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια, σε πολλές χώρες της Ευρώπης, έχουν υλοποιηθεί πολιτικές και έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία ορθολογικά μοντέλα διαχείρισης των απορριμμάτων, η Ελλάδα δεν έχει ακόμη επιδείξει ανάλογες επιδόσεις σε αυτόν τον τομέα. Πρόσφατα έγιναν κάποια θετικά βήματα στη χώρα μας, κυρίως σε νομοθετικό και θεσμικό πλαίσιο, όμως η διαχείριση των απορριμμάτων βασίζεται στο μεγαλύτερο μέρος της στη ταφή με τη μορφή Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Στην Ευρώπη η ταφή αφορά σε πολύ μεγάλο ποσοστό τα υπολείμματα επεξεργασίας και πραγματοποιείται πλέον σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ), πρακτική που θεωρείται η πλέον ενδεδειγμένη και βιώσιμη λύση. Η βελτίωση επομένως των επιδόσεων της χώρας μας στην επεξεργασία και διάθεση των απορριμμάτων πρέπει να αποτελέσει έναν από τους κύριους άξονες για τη χάραξη της ορθολογικής πολιτικής διαχείρισης των απορριμμάτων.

Ο δεύτερος σημαντικός άξονας για την εφαρμογή της αειφόρου πολιτικής διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων πρέπει να είναι η μείωση του όγκου των παραγόμενων απορριμμάτων πριν ακόμη φτάσουν στο στάδιο της τελικής επεξεργασίας και διάθεσης. Η έμφαση στη πρόληψη, την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση πρέπει να αποτελέσει κεντρική στρατηγική επιλογή για τη μείωση της παραγωγής απορριμμάτων η οποία στη χώρα μας παρουσιάζει ακόμα αυξητικές τάσεις.

Η μη αποτελεσματική, μακροπρόθεσμη και ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του προβλήματος των στερεών απορριμμάτων στην Ελλάδα ενέχει τον κίνδυνο της δυσφήμισης της χώρας μας διεθνώς και την επιβολή κυρώσεων από την Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά κυρίως της πρόκλησης σοβαρής περιβαλλοντικής ζημίας στα επόμενα

χρόνια. Το γεγονός αυτό καθιστά τη διαχείριση των απορριμμάτων ένα ζήτημα υψηλής προτεραιότητας που καλούνται να χειριστούν οι δήμοι και κοινότητες της χώρας.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) σε επίπεδο διαχείρισης απορριμμάτων δύναται να χρησιμοποιηθούν για τη λήψη αποφάσεων σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο ώστε να συμβάλλουν στη καλύτερη οργάνωση της διαδικασίας προσωρινής αποθήκευσης, συλλογής, μεταφοράς και απόθεσης αλλά και στη μείωση του κόστους επεξεργασίας και διαχείρισης όπως επίσης και στη μείωση των επιπτώσεων στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Η χρήση ΓΣΠ προσφέρει τη δυνατότητα βελτιστοποίησης μιας πλειάδας παραμέτρων και επιπτώσεων της διαχείρισης απορριμμάτων που αφορούν είτε το περιβάλλον (π.χ. μείωση της όχλησης από τη τοποθέτηση των κάδων, ελαχιστοποίηση της συνεισφοράς των απορριμμάτων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, ελαχιστοποίηση της αέριας ρύπανσης που προκαλείται από την ανεξέλεγκτη καύση των στερεών αποβλήτων) είτε το συνολικό ή επιμέρους κόστος σε συνδυασμό με την αποτελεσματικότητα και απόδοση της λειτουργίας ή υπηρεσίας (π.χ. αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών των ΟΤΑ) είτε συνδυασμό των παραπάνω με στόχο την αειφόρο ανάπτυξη (π.χ. ανάκτηση ενέργειας από τα απόβλητα συνδυαστικά με μείωση του κόστους).

Τα ΓΣΠ αποτελούν εργαλείο για την εισαγωγή, επεξεργασία και αξιολόγηση δεδομένων για την διαχείριση των απορριμμάτων, μέσω της ψηφιακής χαρτογραφικής απεικόνισης. Η καταγραφή των χωρικά μεταβαλλόμενων πληροφοριών που επηρεάζουν έμμεσα ή άμεσα τη διαχείριση απορριμμάτων και την ατομική ή/και συλλογική συμπεριφορά των πολιτών, ειδικά στις αστικές περιοχές, είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισής τους. Η καταγραφή αυτή προσφέρει σε κάθε αρμόδια υπηρεσία τη δυνατότητα να αναλύσει τα διαθέσιμα στοιχεία, να αναγνωρίσει και να σχεδιάσει λύσεις αντιμετώπισης των υφισταμένων προβλημάτων αφού απεικονίζει την πραγματική κατάσταση (αλλά και διευκολύνει και την ολοκληρωμένη διαχείριση απορριμμάτων σε περιφερειακό επίπεδο).

Συγκεκριμένα, η ανάπτυξη ενός ΓΣΠ στην υπηρεσία της διαχείρισης απορριμμάτων σε τοπικό επίπεδο στοχεύει στη βελτιστοποίηση της χωροθέτησης των κάδων, τη βελτιστοποίηση των δρομολογίων αποκομιδής και το σχεδιασμό και εφαρμογή προγραμμάτων ανάκτησης υλικών.

Ένα από τα σημαντικότερα στάδια της διαχείρισης απορριμμάτων είναι η οργάνωση της συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων και ειδικότερα ο σχεδιασμός και η χάραξη των διαδρομών των απορριμματοφόρων. Βασικός στόχος ενός προγράμματος δρομολόγησης είναι η μεγιστοποίηση του φορτίου που συλλέγεται στη μονάδα του

χρόνου και η μείωση του απαιτούμενου στόλου των απορριμματοφόρων. Αυτό συνεπάγεται μείωση των λειτουργικών εξόδων αφού θα απαιτείται λιγότερο προσωπικό και θα καταναλώνονται λιγότερα καύσιμα-λιπαντικά για τη συλλογή και μεταφορά των απορριμμάτων. Μέχρι σήμερα, ο εγχώριος τομέας της συλλογής-μεταφοράς απορροφά το μεγαλύτερο ποσοστό των εθνικών κονδυλίων για τη διαχείριση των απορριμμάτων, αντίθετα με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στην έλλειψη συγκροτημένων διευθύνσεων καθαριότητας, κατάλληλου επιστημονικού και τεχνικού προσωπικού καθώς και των απαραίτητων μελετών ορθολογικής αντιμετώπισης του προβλήματος.

Η μελέτη στη παρούσα εργασία περιορίστηκε στο στάδιο της συλλογής των απορριμμάτων με σκοπό την ανάπτυξη μεθοδολογίας για τη βελτιστοποίηση της συλλογής απορριμμάτων, στη βάση τεχνολογιών ΓΣΠ και πραγματικών δεδομένων πεδίου και την εφαρμογή της στο δήμο Αγίας Παρασκευής. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε περιλαμβάνει τον επανασχεδιασμό της συλλογής με βελτιστοποίηση των δρομολογίων με χρήση ΓΣΠ, για αυτό χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία για το μήκος της διαδρομής και τον απαιτούμενο χρόνο για τη συλλογή και εκκένωση των κάδων απορριμμάτων (σύμμεικτων και ανακυκλώσιμων) και όχι για τη μεταφορά τους από/προς τα αμαξοστάσια και το χώρο απόθεσης/επεξεργασίας. Στα πλαίσια αυτά, η παρούσα εργασία καταγράφει στοιχεία που αφορούν το δίκτυο δρομολογίων των απορριμματοφόρων (π.χ. οδικό δίκτυο χρόνους κίνησης, χιλιομετρικές αποστάσεις, κάδους συλλογής, οδικά εμπόδια κ.λπ.). Τα δεδομένα αυτά αποτελούν απαραίτητη πληροφορία για την εφαρμογή των ΓΣΠ ώστε να υπολογιστεί το όφελος από τις προτεινόμενες βελτιώσεις με βάση τη μείωση του χρόνου συλλογής, της απόστασης που διανύουν τα απορριμματοφόρα κατά τη φάση συλλογής και τους ανθρώπινους πόρους, παράγοντες που καθορίζουν το οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος της συλλογής.

Στο δήμο Αγίας Παρασκευής, ο οποίος αποτελεί και το αντικείμενο της παρούσας μελέτης, η διαμόρφωση των τομέων αποκομιδής, η θέση και ο αριθμός των κάδων και η επιλογή της διαδρομής που θα ακολουθήσει το απορριμματοφόρο γίνεται με τρόπο εμπειρικό. Με τη χρήση του προγράμματος ArcMap επιχειρήθηκε ο σχεδιασμός των δρομολογίων στο τομέα εφαρμογής με πιο επιστημονικό τρόπο ώστε να ελαχιστοποιηθεί η διαδρομή και ο χρόνος εκτέλεσης της. Για τα σύμμεικτα απορρίμματα υπολογίστηκαν τέσσερις εναλλακτικές διαδρομές και συγκρινόμενες με την υφιστάμενη πλεονεκτούν όλες ως προς το χρόνο και την διανυόμενη απόσταση. Στα τέσσερα διαφορετικά σενάρια διατηρήθηκε ο αριθμός και η θέση των υπαρχόντων κάδων, ενώ λήφθηκε υπόψη και κώδικας οδικής κυκλοφορίας που απαγορεύει την αντίθετη/όπισθεν κίνηση στους μονόδρομους και τις αναστροφές του απορριμματοφόρου στο οδικό δίκτυο του τομέα. Προτείνεται ως βέλτιστη διαδρομή αυτή που προέκυψε από το σενάριο 1 διότι τα σημεία έναρξης και τερματισμού της βρίσκονται κοντά σε κεντρική αρτηρία. Η συνολική διαδρομή για την αποκομιδή των

απορριμμάτων μειώνεται σε σχέση με την εμπειρική μέθοδο κατά 10,61% και ο χρόνος μειώνεται κατά 16,83%.

Για το δήμο η αυξημένη διάρκεια δρομολογίου συνεπάγεται καταπόνηση των απορριμματοφόρων που μεταφράζεται σε πιθανή ανάγκη περισσότερου προσωπικού και αυξημένη απαίτηση συντήρησης των οχημάτων καθώς και μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου, που μεταφράζεται πέρα από το κόστος και σε μεγαλύτερη ρύπανση του περιβάλλοντος. Ο σωστός σχεδιασμός των δρομολογίων ελαχιστοποιεί τις διαδρομές ανά δρομολόγιο, γεγονός σημαντικό διότι έτσι περιορίζονται οι εκπομπές καυσαερίων στην ατμόσφαιρα, μειώνεται η όχληση στην οδική κυκλοφορία, μειώνονται οι ηχητικές οχλήσεις και εξοικονομούνται καύσιμα και ημερομίσθια. Αυτό σημαίνει δηλαδή μείωση του κόστους διαχείρισης των απορριμμάτων που συνεπάγεται και μείωση των επιβαρύνσεων προς τους δημότες. Υπενθυμίζεται ότι οι επιβαρύνσεις, με το παρόν σύστημα υπολογισμού που εφαρμόζεται την Ελλάδα, διαμορφώνονται βάσει πολλαπλασιασμού ενός συντελεστή με την επιφάνεια του ακινήτου που εξυπηρετείται. Το ύψος του συντελεστή εξαρτάται από τις ετήσιες δαπάνες της υπηρεσίας καθαριότητας του δήμου, έτσι αύξηση δαπανών συνεπάγεται αύξηση του συντελεστή και ακολούθως αύξηση των επιβαρύνσεων.

Με την υλοποίηση της συγκεκριμένης εφαρμογής γίνεται κατανοητό ότι είναι αναγκαίος ο τεχνολογικός εξοπλισμός των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (στους οποίους ανήκει η ευθύνη για τη διαχείριση και την αξιοποίηση των απορριμμάτων) με νέες τεχνολογίες όπως είναι τα ΓΣΠ, αφού μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βασικό εργαλείο ανάπτυξης και ανάλυσης εφαρμογών που έχουν σχέση με τη παραγωγή, προσωρινή αποθήκευση, συλλογή, μεταφορά και μεταφόρτωση προς διάθεση (επεξεργασία και/ή τελική διάθεση). Δίνεται η δυνατότητα του ανασχεδιασμού υφιστάμενων πρακτικών η οποία θα πρέπει να έχει ως κύριο άξονα την εφαρμογή ενός ευέλικτου συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων, με τρόπο αποδοτικό τόσο οικονομικά όσο και υλικοτεχνικά, και ανταποδοτικό για τους δημότες και να στηρίζεται ταυτόχρονα στην αειφόρο ανάπτυξη στοχεύοντας την προστασία του περιβάλλοντος.

Καθοριστικό ρόλο στην επιτυχία ενός ανανεωμένου και βελτιωμένου συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων παίζει ο αποτελεσματικός προσδιορισμός των τομέων αποκομιδής και των θέσεων των κάδων προσωρινής αποθήκευσης των απορριμμάτων εντός του τομέα. Προτείνεται μελλοντική μελέτη για τον ανασχεδιασμό των τομέων και την βελτιστοποίηση της χωροθέτησης των κάδων.

Στη πράξη ο ανασχεδιασμός των τομέων αρχίζει με την επιλογή μιας "μονάδας παραγωγής" (τμήμα δρόμου ή μια συνοικία ή ένα προάστιο). Όσο μικρότερη είναι η "μονάδα παραγωγής" που επιλέγεται τόσο πιο ακριβής είναι ο διαχωρισμός. Σκοπός ενός ορθολογικού σχεδιασμού είναι σε κάθε τομέα ο όγκος των απορριμμάτων να

μην απαιτεί περισσότερα από 2-3 δρομολόγια για την συλλογή τους, ο χρόνος που απαιτείται για τη συλλογή των απορριμμάτων σε κάθε τομέα να είναι περίπου ο ίδιος και τα σημεία των κάδων σε κάθε τομέα θα είναι σχετικά στην ίδια περιοχή (contiguous groups) (Διαμαντάκης, Πραστάκος, 1999).

Η χωροθέτηση των κάδων σύμμεικτων απορριμμάτων (και ανακυκλώσιμων υλικών) αποτελεί ίσως το λιγότερο διαδεδομένο πεδίο εφαρμογής με την χρήση των ΓΣΠ έχει όμως σπουδαία σημασία αφού καθορίζει τη συχνότητα και τα δρομολόγια αποκομιδής. Η δυναμική χρήση των ΓΣΠ αναδεικνύει την αναγκαιότητα του σωστού προγραμματισμού και σχεδιασμού στο τομέα της προσωρινής αποθήκευσης.

Η χωροθέτηση των κάδων απορριμμάτων επηρεάζεται από πολεοδομικά, χωροταξικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά. Το αν ένας κάδος θα τοποθετηθεί μπροστά ή πίσω από το κτίριο, στο δρόμο ή στο πεζοδρόμιο, επηρεάζει την επιλογή του τύπου και του μεγέθους του. Συχνό είναι το φαινόμενο δημιουργίας κοινωνικών προβλημάτων από την όχληση που προκαλείται στους πολίτες κατά τη χωροθέτηση των κάδων. Παρατηρούνται παράπονα από τους πολίτες, οι οποίοι θέλουν οι κάδοι να είναι όσο το δυνατόν πιο μακριά από την πόρτα τους, για να αποφύγουν φαινόμενα όπως η κακοσμία και ο κίνδυνος μόλυνσεων [Παναγιωτόπουλος, 2002]. Από την άλλη παρατηρείται η απαίτηση οι κάδοι να τοποθετούνται σε κοντινή απόσταση από τις οικίες ώστε η διάθεση των απορριμμάτων να μην αποτελεί παράγοντα φόρτισης της καθημερινής ζωής των πολιτών.

Η χωροθέτηση των κάδων σε μια περιοχή πρέπει να λαμβάνει υπόψη: τη διευκόλυνση-εξυπηρέτηση των κατοίκων (μεγιστοποίηση), την εύκολη πρόσβαση σε αυτούς (μεγιστοποίηση), την προκαλούμενη όχληση (ελαχιστοποίηση), τις μετακινήσεις των οχημάτων από κάδο σε κάδο (μεγιστοποίηση), τη μοντελοποίηση χωροθέτησης, και τη δικαιοσύνη της χωροθέτησης ως προς τους πολίτες. Ο αριθμός και η χωρητικότητα των κάδων εξαρτάται από την παραγωγή απορριμμάτων, επιλέγεται συνδυαστικά με την πολιτική χωροθέτησης του εκάστοτε ΟΤΑ και καθορίζει τη συχνότητα συλλογής. Ο αριθμός των κάδων εξαρτάται από την απαιτούμενη χωρητικότητα, αλλά και η χωρητικότητα του κάθε κάδου χωριστά από τον αριθμό των κάδων που θα τοποθετηθούν.

Η αναδιοργάνωση του συστήματος προσωρινής αποθήκευσης των απορριμμάτων στους κάδους προϋποθέτει τη τοποθέτηση των κάδων στο οδικό δίκτυο της περιοχής, με τα σημεία των διασταυρώσεων να είναι προτιμητέα, η νέα θέση των κάδων να μην απέχει πολύ από την υφιστάμενη (απόσταση όχι μεγαλύτερη από 60 m), απόσταση που θα διανύει ο πολίτης μέχρι τον κοντινότερο κάδο να μην υπερβαίνει τα 60 m και να είναι δυνατή η εγκατάσταση δύο ή περισσότερων κάδων στην ίδια θέση (ο αριθμός εξαρτάται από τη χρήση γης και το πληθυσμό της εξυπηρετούμενης περιοχής) (Chalkias, Lasaridi, 2009).

Σχετικά με το τομέα της ανακύκλωσης προτείνεται η εφαρμογή μοντέλου με 3 κάδους για να μεγιστοποιηθεί η Διαλογή στην Πηγή (ΔσΠ) από τους δημότες. Ο πρώτος κάδος θα δέχεται όλα τα ανακυκλώσιμα υλικά (χαρτί, πλαστικά, γυαλί, μέταλλα, ξύλο), τα οποία θα οδηγούνται για διαλογή στα ειδικά Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ) και εν συνεχεία για ανακύκλωση, ο δεύτερος κάδος θα δέχεται μόνο τα οργανικά και βιοαποδομήσιμα υλικά (όσα δηλαδή δεν αξιοποιούνται στην οικιακή κομποστοποίηση), τα οποία θα οδηγούνται για κομποστοποίηση σε μικρές ή μεγαλύτερες μονάδες κομποστοποίησης, και ο τρίτος κάδος θα δέχεται τα υπολείμματα τα οποία θα οδηγούνται σε μονάδες επιπλέον διαχείρισης (π.χ. ΕΜΑΚ) και εν συνεχεία για τελική διάθεση σε ΧΥΤΥ. Έτσι θα διερευνηθεί το ποσοστό μείωσης του κόστους συλλογής, μεταφοράς και διάθεσης των απορριμμάτων και παράλληλα θα πραγματοποιηθεί ένα βήμα για την ικανοποίηση των στόχων που έχει θέσει η ευρωπαϊκή νομοθεσία για σταδιακή μείωση του ποσού των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που οδηγούνται σε ΧΥΤΑ στη χώρα μας.

ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Αμπελιώτης, Κ. (2006), *Διαχείριση πόσιμου νερού, λυμάτων και στερεών αποβλήτων*, Αθήνα: Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας.
2. Ανατολική Α.Ε. (1999), «Νομαρχιακό Πλαίσιο Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Ν. Θεσσαλονίκης», Θεσσαλονίκη: Νομαρχία Θεσσαλονίκης.
3. Ανδρεαδάκης, Α. (2000), *Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, Ειδικά Έργα, Ασφάλεια*, β' Τόμος, Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας.
4. Ανδρεαδάκης, Α., *Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων*, Σημειώσεις για το μάθημα: Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων και Ιλύος, Διεπιστημονικό-Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων.
5. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής, Σημειώσεις σχετικά με τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων.
6. Βόγκας, Π. (1995), Οργάνωση, Διαχείριση, Μάρκετινγκ και Επικοινωνία σε ένα ΟΣΑΑΥ, Ανακύκλωση και καθαρότερη παραγωγή, Διεθνής Οργάνωση Βιοπολιτικής, Αθήνα.
7. Βουδριάς, Ε. (2002), *Τεχνολογία και διαχείριση στερεών αποβλήτων*, Ξάνθη: Πανεπιστημιακές σημειώσεις, ΔΠΘ.
8. Γεωργακέλλος, Δ. (1999), *Ανάλυση κύκλου ζωής: ένα συστηματικό όργανο στη διαχείριση του περιβάλλοντος*, Αθήνα: Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
9. Διακουλάκη, Δ, Κουμούτσος, Ν. (1985), «Δυνατότητες ενεργειακής αξιοποίησης των οικιακών απορριμμάτων στην Ελλάδα», Πρακτικά 2ου Εθνικού συνεδρίου για τις ΗΜΕ.
10. Διαμαντάκης, Μ., Πραστάκος Π. (1999), «Ανάπτυξη ΓΣΠ για την Πόλη του Ηρακλείου και εφαρμογή διαχείρισης συλλογής απορριμμάτων», Πρακτικά 1^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου "Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών-Δυνατότητες και Εφαρμογές, Προοπτικές και Προκλήσεις", Αθήνα.
11. Εισήγηση της Οργανωτικής Επιτροπής (2008), «Η κοινωνία της ανακύκλωσης- Παρόν και προοπτικές στην Ελλάδα», Αθήνα: ΤΕΕ.
12. Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, (2006), «Τεχνικές Διαχείρισης Αστικών Αποβλήτων».

13. ΕΣΔΚΝΑ (1996), «Το πρόγραμμα του ΕΣΔΚΝΑ για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων της Αττικής και η τεκμηρίωσή του», Αθήνα.
14. Ινστιτούτο Στρατηγικών και Αναπτυξιακών Μελετών Ανδρέας Παπανδρέου (2007), «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων Στην Ελλάδα».
15. Καλδέλλης, Ι. (2005), *Περιβάλλον και Βιομηχανική Ανάπτυξη*, Αθήνα: Σταμούλης Αθ.
16. Καραγιαννίδης, Α., Ξηρογιαννοπούλου, Α., Αδηλενίδου, Π. (2006), «Διαχείριση Απορριμμάτων και Αστικό Περιβάλλον», Θεσσαλονίκη: ΤΕΕ.
17. Καραδήμας, Ν. (2007), *Συστήματα Διαχείρισης Πόρων και Λήψης Αποφάσεων Γεωσχετισμένης Πληροφορίας για Περιβάλλον Διοικητικής Μέριμνας*, Αθήνα: ΕΜΠ.
18. Καρακασίδης, Ν.Γ. (1999), *Συσκευασία και Περιβάλλον*, β' Έκδοση, Αθήνα: Ίων.
19. Καρτεράκης, Σ., Γιδάρκος, Ε. (2005), «Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την επιλογή βέλτιστου σεναρίου διαχείρισης αστικών στερεών απορριμμάτων», Πρακτικά 5^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου "HELECO'05", ΤΕΕ, 3-6/2/05, Αθήνα.
20. Κατσίρη, Α. (2000), «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων και Ιλύος», Διεπιστημονικό Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Αθήνα: Ε.Μ.Π.
21. Κόλλιας, Π. (1993), *Απορρίματα Αστικά και Βιομηχανικά: Συλλογή-Μεταφορά-Ανακύκλωση-Υγειονομική Ταφή-Λιπασματοποίηση-Καύση*.
22. Κόλλιας, Π.Σ. (2004), *Απορρίματα*, Αθήνα: Λύχνος ΕΠΕ-Γραφικές Τέχνες.
23. Κουτσόπουλος, Κ. (2005), *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών & Ανάλυση χώρου*, Αθήνα: Παπασωτηρίου.
24. Κουτσόπουλος, Κ., Ανδρουλακάκης, Κ. (2005), *Εφαρμογές του λογισμικού ArcGis 9x με απλά λόγια*, Αθήνα: Παπασωτηρίου.
25. ΚΥΑ 50910/2727, ΦΕΚ Β, 1909/2003 «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης», 2003.
26. Κώνστας, Σ. (2004), *Οργανωτής Προγραμμάτων Ανακύκλωσης Στερεών Αποβλήτων Με Διαλογή στη Πηγή*, Αθήνα: ΕΕΣΔΑ-EQUAL.
27. Λαζαρίδη Κ. (2008), Το νέο θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση των βιοαποικοδομήσιμων αστικών αποβλήτων: προκλήσεις και προοπτικές για τις τοπικές κοινωνίες.
28. Λαζαρίδη, Κ., Κομίλης, Δ., Ροβολής, Α. (2004), «Συγκριτική Ανάλυση και Γεωγραφική Διαφοροποίηση του Κόστους Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων σε Αστικούς και Αγροτικούς Δήμους», 7^ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, 14-17/10/2004, Μυτιλήνη
29. Λαζαρίδη, Κ., Κουλουμπής, Π., Σκουλάξινου, Σ., Κανακόπουλος Δ., Λώλος, Γ. (2002), «Προδιαγραφές Ποιότητας και Διάθεσης Κομπόστ: Η Ελληνική και Διεθνής Εμπειρία», 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΕΔΣΑ, "Βιώσιμη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων", 28/2-1/3/2002, Αθήνα.
30. Λαζαρίδη, Κ., Τόγια, Α., Χαριτοπούλου, Ρ., Αμπελιώτης, Κ. (2006), «Μπορεί η Ελλάδα να Επιτύχει τους Στόχους της Ευρωπαϊκής Πολιτικής για τα

Βιοαποδομήσιμα Αστικά Απόβλητα;», 2^ο Διεθνές Συνέδριο ΕΕΣΔΑ "Απόβλητα Ωρα Μηδέν: Από τους ΧΥΤΑ στον ΧΥΤΥ", 3-4/02/2006, Αθήνα.

31. Λάλας, Δ., Γεωργακοπούλου, Ε., Γιδαράκος, Ε., Γκέκας Ρ., Λαζαρίδη, Α., Μαυρόπουλος, Α., Μοιρασγεντής, Σ., Σελλάς, Ν. (2007), «Εκτίμηση των γενικευμένων επιπτώσεων και κόστους διαχείρισης στερεών αποβλήτων», Σχέδιο Τελικής Έκθεσης. ΙΤΑ, Αθήνα
32. Λέκκας, Θ. (1999), *Πολιτική αξιοποίησης στερεών απορριμμάτων-Η κατάσταση στην Ελλάδα, Ανακύκλωση*, β' Έκδοση, Θεσσαλονίκη: Ζήτη.
33. Λέκκας, Θ., Γιαννόπουλος, Γ., Ραζής, Ι. (1991), «Συγκριτική Παρουσίαση Μεθόδων διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων», Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος.
34. Λοϊζίδου, Μ., «Σημειώσεις σχετικά με τα Στερεά Απόβλητα», Αθήνα: Ε.Μ.Π.
35. Μαλλιαρός, Χ. (2000), *Περιβάλλον, ρύπανση, τεχνικές αντιρρύπανσης: αέρια, υγρά και στερεά απόβλητα*, Αθήνα: Μεταίχμιο.
36. Μανιάτης, Γ. (1993), *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γης-Κτηματολογίου*, Θεσσαλονίκη: Ζήτη.
37. Μανιάτης, Γ. (2006), *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών*, Θεσσαλονίκη: Ζήτη
38. Μαραγκάκης, Σ. (2002), *Οδηγίες Εφαρμογής Προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης για τη Διαχείριση Απορριμμάτων στην Εκπαίδευση*, Αθήνα: ΥΠΕΧΩΔΕ.
39. Μαυρόπουλος, Α., Κουσκούρης, Α., Καρκαζή, Α. (2006) «Συμπράξεις Δημόσιου-Ιδιωτικού Τομέα στη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων», 2^ο Διεθνές Συνέδριο ΕΕΣΔΑ "Απόβλητα Ωρα Μηδέν: Από τους ΧΥΤΑ στον ΧΥΤΥ", 3-4/02/2006, Αθήνα.
40. Μελέτη Σύστασης Φορέα Διαχείρισης Βόρειας Διαχειριστικής Ενότητας Ν.Εύβοιας 2007. Μελέτη της Εταιρείας Περιβαλλοντικών Μελετών
41. Μίχου Α., «2008. Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων», Ανατολική ΑΕ
42. Μουσιόπουλος Ν. (1999) Βελτιστοποίηση της διαχείρισης απορριμμάτων στη Θεσσαλονίκη, Πρόγραμμα Γενικής Γραμματείας και Τεχνολογίας, Οκτώβριος 1997 – Απρίλιος 1999.
43. Μουσιόπουλος, Ν. (1997), *Διαχείριση απορριμμάτων*, Σημειώσεις διαλέξεων διαχείρισης απορριμμάτων, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
44. Μουσιόπουλος, Ν. (1998), *Ανακύκλωση*, Θεσσαλονίκη: ΖΗΤΗ
45. Μουσιόπουλος, Ν., Καραγιαννίδης, Α. (2002), Σημειώσεις στο μάθημα Διαχείριση Απορριμμάτων, Θεσσαλονίκη.
46. Μπεριάτος, Η., Αραβώσης, Κ., Καραγιαννίδης, Α., Περκουλίδης, Γ., Κολτσίδας, Ε., Κούγκολος, Α. (2003), «Θεσμικό πλαίσιο και πολιτική διαχείρισης στερεών αποβλήτων: Εξελίξεις και προοπτικές», *Περιβάλλον & Δίκαιο*, Τεύχος 2/2003, σελ.306 -323, Αθήνα: Νομική Βιβλιοθήκη.
47. Νόμος 2939/01, ΦΕΚ 179 Α, «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων-Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ)»

48. Οικονομόπουλος, Α.Π. (2004), «Μεθοδολογία Διαμόρφωσης Βέλτιστων Σχεδίων Διαχείρισης Απορριμμάτων/Αποτελέσματα Εφαρμογής στην Περιφέρεια Αττικής», Αθήνα: ΤΕΕ.
49. ΟΟΣΑ (2002), «Η περιβαλλοντική στρατηγική του ΟΟΣΑ για την πρώτη δεκαετία του 21ου αιώνα».
50. Παναγιωτακόπουλος, Δ. (2002), *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων*, Θεσσαλονίκη: Ζυγός.
51. ΠΕΣΔΑ (2005) «Περιφερειακός σχεδιασμός διαχείρισης απορριμμάτων», Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης
52. Σκορδύλης, Α. (1990), *Εισαγωγή στην επεξεργασία των απορριμμάτων, μηχανική διαλογή*, Αθήνα: ΤΕΕ.
53. Σκορδύλης, Α. (2001), *Η προσωρινή αποθήκευση, συλλογή, μεταφορά και μεταφόρτωση των οικιακών απορριμμάτων*, Αθήνα: ΥΠΕΧΩΔΕ.
54. Σκορδύλης, Α. (2006), *Ελεγχόμενη εναπόθεση στερεών μη επικίνδυνων αποβλήτων*, Αθήνα: Ίων.
55. Σκορδύλης, Α. (2009), «Εναλλακτική διαχείριση στερεών απορριμμάτων». 1^ο Ελληνοκινεζικό φόρουμ για το περιβάλλον, Αθήνα: ΤΕΕ.
56. Σκορδύλης, Α., (2006), «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων Στην Ελλάδα/Η Περίπτωση Της Αττικής», Αθήνα: ΤΕΕ.
57. ΥΠΕΧΩΔΕ (1996), «Ανακύκλωση χρήσιμων υλικών στην Ελλάδα», Αθήνα: Τμήμα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων.
58. ΥΠΕΧΩΔΕ (1998), «Εθνικός Σχεδιασμός Ολοκληρωμένης και Εναλλακτικής Διαχείρισης Απορριμμάτων και Αποβλήτων», Αθήνα.
59. ΥΠΕΧΩΔΕ, ΚΕΔΚΕ (2003), «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Απορριμμάτων», Ενημερωτικό Υλικό Ημερίδας ΥΠΕΧΩΔΕ, ΚΕΔΚΕ, 23-06-2003, Αθήνα.
60. Χαλβαδάκης, Κ.Π. (1999), «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων», Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.
61. Χαλκιάς, Χ. (2005), *Σημειώσεις Μαθημάτων Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών Ι&ΙΙ*, Αθήνα: Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο-Τμήμα Γεωγραφίας
62. Χριστούλας, Δ., Ανδρεαδάκης, Α., Ραζής, Ι., Χατζημπίρος, Κ. (1999), «Το Ελληνικό Σύστημα Διαχείρισης Απορριμμάτων και οι Σχετικές Ευρωπαϊκές Πολιτικές», Πρακτικά 6^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Σεπτέμβριος 1999, Σάμος.

ΑΓΓΛΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

63. Ahluwalia, P.K., Nema, A.K. (2006), «Multi-objective reverse logistics model for integrated computer waste management», *Journal of Waste Management & Research*, Vol.24, No.6, pp. 514-527.

64. Al-Jarrah, O., Abu-Qdais, H. (2006), « Municipal Solid Waste Landfill Siting Using Intelligent System», *Journal of Waste Management*, Vol.26, No 3, pp. 299-306.
65. Bach, H., Mild, A., Natter, M., Webwe, A. (2004), «Combining sociodemographic and logistic factors to explain the generation and collection of waste paper», *Journal of Resources, Conservation and Recycling*, Vol.41, No 1, pp. 65-73.
66. Chalkias, C., Lasaridi, K. (2009) «A GIS based model for the optimisation of municipal solid waste collection: the case study of Nikea, Athens, Greece», *Journal of World Scientific and Engineering Academy and Society*, Vol.5.
67. Chang, N.B., Pan, Y.C., Huang, S.D. (1993), «Time Series Forecasting of Solid Waste Generation», *Journal of Resource Management and Technology*, Vol.21, pp. 1-10.
68. Chang, N.B., Schuler, R.E., Shoemaker, C.A. (1993), «Environmental and economic optimization of an integrated solid management system», *Journal of Resource Management & Technology*, Vol.21, pp. 87-98.
69. Chang, N.B., Wang, S.F. (1996), « Solid waste management system analysis by multiobjective mixed integer programming», *Journal of Environment Management*, Vol.48, pp. 17-43.
70. Chang, N.B., Wei, Y. L. (1999), «Strategic Planning of Recycling Drop-Off Stations and Collection Network by Multiobjective Programming», Department of Environmental Engineering, National Cheng- Kung University, Tainan.
71. Charnpratheap, K., Zhou, Q., Garmer, B. (1997), «Preliminary Landfill Site Screening Using Fuzzy Geographical Information Systems», *Journal of Waste Management and Research*, Vol.15, pp.197-215.
72. Dijkstra, E.W. (1959), «A note on two problems in connexion with graphs» *Journal of Numerische Mathematik*, Vol.1, pp.269-271.
73. Dorigo, M., Stutze T., (2004), *Ant Colony Optimization*, MIT Press.
74. Dyson, B., Chang, N. (2005), «Forecasting Municipal Solid Waste Generation in a Fast-Growing Urban Region with System Dynamics Modeling», *Journal of Waste Management*, Vol.25, pp. 669-679.
75. EC 2001-a, European Packaging Waste Management System-Main Report, Final Report, European Commission.
76. EC 2001-b, European Packaging Waste Management Systems, Final Report, European Commission.
77. EC 2003, Communication from the Commission, Towards a thematic strategy on the prevention & recycling of waste, Brussels.
78. EC 2005, Waste generated and treated in Europe, Data 1995-2003, European Commission, Eurostat, Theme Environment and Energy, Luxembourg.
79. EEA (European Environmental Agency) 2006, European Topic Centre on Resource and Waste Management.
80. Emery, A.D., Griffiths, A.J., Williams, K.P. (2003), «An in Depth Study of the Effects of Socio-Economic Conditions on Household-Waste Recycling Practices», *Journal of Waste Management & Research*, Vol.21, No 3, pp. 180-190.

81. ESRI, GIS and Mapping Software Support Group, (2006), «ArcGIS Network Analyst: Routing, Closest Facility, and Service Area Analysis».
82. Eurostat, (2003), *Waste generated and Treated in Europe*. European communities
83. Everett, J. (1994), «Environmental collective action, residential recycling programs», *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, Vol.120, No 2, pp. 158–176.
84. Fabbicino, M. (2001), «An Integrated Programme for Municipal Solid Waste Management», *Journal of Waste Management and Research*, Vol.19, pp. 368–379.
85. Fiorucci, P., Minciardi, R., Robba, M., Sacile, R. (2003), «Solid Management in urban areas Development and Application of a decision support system, Conservation and Recycling».
86. Gonzalez-Torre, P., Adenso-Díaz, B. (2005), «Influence of distance on the motivation and frequency of household recycling», *Journal of Waste Management*, Vol.25, pp. 15-23.
87. Grossman, D., Hudson, J.F., Marks, D.H. (1974), «Waste generation models for solid-waste collection», *Journal of Environmental Engineering Division-ASCE*, Vol.100, pp. 1219-1230.
88. Hickman, A. J (1999): «Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption». Project Report SE/491/98, United kingdom: Transport Research Laboratory.
89. Higgs, G. (2006), «Integrating multi-criteria techniques with geographical information systems in waste facility location to enhance public participation», *Journal of Waste Management & Research*, Vol.24, No.2, pp. 105-117.
90. Higgs, G. (2006), «Integrating Multi-criteria Techniques with Geographical Information Systems in Waste Facility Location to Enhance Public Participation», *Journal of Waste Management & Research*, Vol.24, pp. 105-117.
91. Huang, G.H., Baetz, B.W., Patry, G.G. (1995), «A Grey Integer Programming for Solid Waste Management Planning under Uncertainty», *Journal of Operational Research*, Vol.83, pp. 594-620.
92. Kao, J.J., Lin, H.U. (1996), «Multifactorial Spatial Analysis of Landfill Sitting», *Journal of Environmental Engineering*, Vol.122, pp. 902-908.
93. Karadimas, N., Loumos, V. (2008), «GIS Based Modelling for the Estimation of Municipal Solid Waste Generation and Collection», *Journal of Waste Management and Research*, Vol.26, No. 4, pp. 337-346.
94. Karadimas, N., Defteraiou, G., Kolokathi, M., Loumos, V. (2007). «Ant Colony Optimization vs ArcGIS Network Analyst: The Case of Municipal Solid Waste Collection», EED' 07 - 5th Proceedings of the World Scientific and Engineering Academy and Society International Conference on Environment, Ecosystems and Development, Tenerife, Canary Islands, Spain, 14-16 December, pp. 128-134.
95. Karadimas, N., Defteraiou, G., Kolokathi M., Loumos V. (2007), «Comparing Several Optimization Algorithms for Municipal Solid Waste Collection», 3rd Balkan Conference in Informatics, (BCI'07), 27-29 September 2007, Sofia, Bulgaria, Vol.1, pp. 131-140.

96. Karadimas, N.V, Defteraiou, G., Kolokathi M., Loumos V. (2007), «Municipal Waste Collection of Large Items Optimized With ArcGIS Network Analyst», ECMS 2007 – Proceedings of the 21st European Conference on Modelling and Simulation, Prague, Czech Republic, 4-6 June , pp.80-85.
97. Karadimas, N., Defteraiou, G., Kolokathi M., Loumos V. (2007), «Comparing Several Optimization Algorithms for Municipal Solid Waste Collection», In Boyanov, K., Nikolov, R., Nikolova I., Nisheva, M. (eds.), BCI'07-Proceedings of the 3rd Balkan Conference in Informatics, Sofia, Bulgaria, 27-29 September, Vol.1.
98. Karadimas, N., Kouzas, G., Anagnostopoulos I., Loumos V. (2005), «Urban Solid Waste Collection and Routing: The Ant Colony Strategic Approach», *Journal of Simulation: Systems, Science & Technology, United Kingdom Simulation Society*, Vol.6, pp. 45-53.
99. Karadimas, N., Papatzelou, K., Loumos V. (2007), «Genetic Algorithms for Municipal Solid Waste Collection and Routing Optimization», International Federation for Information Processing (IFIP), Artificial Intelligence and Innovations 2007: From Theory to Applications, 19-21 September 2007, Vol.247, pp. 223-232.
100. Karadimas, N., Papatzelou, K., Loumos V. (2007), «Optimal Solid Waste Collection Routes Identified by the Ant Colony System Algorithm», *Journal of Waste Management and Research*, Vol.25, pp. 139-147.
101. Karagiannidis, A., Xirogiannopoulou, A., Chrysochoou, M., Perkoulidis, G., Moussiopoulos, N. (2004), «Modelling the citizens annoyance and convenience from urban solid waste collection bins», Protection and Restoration of the Environment VII, Myconos, Greece, 28 June-1 July.
102. Karagiannidis, A., Pardali, S., Perkoulidis, G., Papadopoulos, A. (2004), «Optimizing the routing of collection trucks for urban solid wastes in a Greek Municipality», CORS/INFORMS Joint International Meeting, Banff, Alberta Canada, 16-19 May.
103. Katsamaki, A., Willems, S., Diamantopoulos, E. (1998), «Time Series Analysis of Municipal Solid Waste Generation Rates», *Journal of Environmental Engineering*, Vol.124, pp. 178-183.
104. Kirkendall, K. (1998), «Teaching the online catalogue user», *Journal of Library Review*, Vol.19, No.4, pp. 27-28.
105. Klang, A., Vikman, P.A., Brattebo, H. (2006), «Systems analysis as support for decision making towards sustainable municipal waste management-a case study», *Journal of Waste Management & Research*, Vol.24, pp.323–331.
106. Klang, A., Vikman, Per-Ake, Brattebo, H. (2006), «Systems analysis as support for decision making towards sustainable municipal waste management-a case study», *Journal of Waste Management & Research*, Vol.24, No.4, pp. 323-331.
107. Leao, S., Bishop, I., Evans, D. (2001), «Assessing the Demand of Solid Waste Disposal in Urban Region by Urban Dynamics Modeling in a GIS Environment», *Journal of Resources, Conservation and Recycling*, Vol.33, pp. 289–313.

108. Maniezzo, V., Mendes I., Paruccini, M., (1998), «Decision Support for Siting Problems», *Journal of Decision Support Systems*, Vol.23, pp. 273–284.
109. Miller Associates (1999), «Project Integra Research - Attitudes and Behaviour» Rep.1, Main Findings, Southampton, UK.
110. Moloney, D. (2002), «Research into householder participation in recycling schemes», *Journal of Warner Bulletin*, Vol.85, pp. 16-19.
111. Perrin, D., Barton, J. (2001), «Issues associated with transforming household attitudes and opinions into materials recovery: a review of two kerbside recycling schemes», *Journal of Resources, Conservation and Recycling*, Vol.33, pp. 61-74.
112. Ramasamy, S.M., Kumanan, C.J., Palanivel, K. (2002), «GIS-Based Solutions for Waste Disposals, GIS development net»
113. Ramuu, N., Kennedy, W. (1994), «Heuristic Algorithm to Locate Solid Waste Disposal Site», *Journal of Urban Planning and Development*, Vol.120, pp. 14-21.
114. Read, A. (1999), «A weekly doorstep recycling collection: I had no idea we could-overcoming local barriers to participation», *Journal of Resources, Conservation and Recycling*, Vol.26, pp. 217-249.
115. Ritesh, V., Apurba, G., Ajay S.K., Sukuma, D. (2005), «Estimation and allocation of solid waste to bin through geographical information systems», *Journal of Waste Management and Research*, Vol.23, pp. 479–484.
116. Siddiqui, M.Z., Everett, J.W., Vieux, B.E. (1996), «Landfill Siting Using Geographical Information Systems: a Demonstration», *Journal of Environmental Engineering*, Vol.122, pp. 515-523.
117. Tchobanoglous, G., Kreith, Fr. (2002), *Handbook of Solid Waste Management*, 2nd Edition, McGraw-Hill.
118. Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S., A. (1993), *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*, Mc Graw-Hill, Inc.
119. Teixeira. J, Antunes. AP, Sousa, JP. (2004), «Recyclable waste collection planning-a case study», *Journal of Operational Research*, Vol.158, pp. 543-54.
120. Vijay, R., Gupta, A., Kalamdhad, A.S., Devotta, S (2005), «Estimation and allocation of solid waste to bin through geographical information systems», *Journal of Waste Management & Research*, Vol.23, (5), pp. 479-484.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

<http://aix.meng.auth.gr>

<http://el.wikipedia.org/wiki>

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/extraction/evailight>

<http://www.dafni.net.gr>

<http://www.ecocrete.gr>

<http://www.ecoelastica.gr>

<http://www.edoe.gr>

<http://www.esdkna.gr>

<http://www.herrco.gr>

<http://www.minenv.gr>

www.dafni.net.gr

www.esdkna.gr

www.fig.net

www.wtert.gr

1. Κοινοτικές ρυθμίσεις για τα απορρίμματα

Η αναγνώριση της ανάγκης εναρμόνισης των νομοθεσιών των κρατών-μελών σε μια ενιαία κοινοτική δράση οδήγησε την ευρωπαϊκή κοινότητα το 1975 στη κατάρτιση της **Οδηγίας Πλαίσιο 75/442/ΕΟΚ** για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Η Οδηγία αυτή αποτέλεσε τον ακρογωνιαίο λίθο χάραξης της ευρύτερης πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης και περιλαμβάνει τον ορισμό των αποβλήτων, ιεραρχεί τις αρχές διαχείρισης των αποβλήτων και τα κράτη μέλη της Ε.Ε. είναι πλέον υποχρεωμένα να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα για τη πρόληψη παραγωγής των αποβλήτων και να ενθαρρύνουν την ανακύκλωση, την επεξεργασία και την ανάκτηση υλικών ή/και ενέργειας από τα στερεά απόβλητα (Άρθρο 3) για την ασφαλή, αναφορικά με το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, διάθεση των στερεών αποβλήτων (Άρθρο 4). Επίσης είναι πλέον υποχρεωμένα να συντάξουν, μέσω των αρμόδιων αρχών τους, σχέδια διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (Άρθρα 5 και 6), ενώ προβλέπονται και οι διαδικασίες αδειοδότησης εγκαταστάσεων ή επιχειρήσεων που επεξεργάζονται, αποθηκεύουν ή διαθέτουν στερεά απόβλητα για λογαριασμό τρίτων (Άρθρο 8). Τέλος, στο Άρθρο 11, η αρχή “ο ρυπαίνων πληρώνει” εφαρμόζεται και για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

Από τη θέσπισή της το 1975, η Οδηγία-Πλαίσιο για τα στερεά απόβλητα έχει υποστεί ένα σημαντικό αριθμό τροποποιήσεων. Αυτές αντανakλούν, σε μεγάλο βαθμό, τις εξελισσόμενες συνθήκες και αντιλήψεις σχετικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, τόσο από επιστημονικής άποψης, όσο και από τη σκοπιά του κοινωνικού συνόλου.

Η **Οδηγία 91/156/ΕΟΚ «Περί Στερεών Αποβλήτων»** παρουσίαζε μια σαφέστερη ιεράρχηση αναφορικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Έτσι σύμφωνα με το άρθρο 3 ως προτεραιότητα τίθεται η πρόληψη ή η μείωση της παραγωγής και της

βλαπτικότητας των αποβλήτων και εν συνεχεία η αξιοποίηση των αποβλήτων με ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση ή ανάκτηση ή οποιαδήποτε άλλη ενέργεια που έχει στόχο τη παραγωγή δευτερογενών πρώτων υλών και τέλος η αξιοποίηση των αποβλήτων ως πηγής ενέργειας. Επίσης, στο άρθρο 5, προβλέπεται η δημιουργία από κάθε κράτος-μέλος χωριστά, ή σε συνεργασία, ενός ολοκληρωμένου και κατάλληλου δικτύου εγκαταστάσεων διάθεσης των αποβλήτων με βάση τη βέλτιστη διαθέσιμη τεχνολογία που δε συνεπάγεται υπερβολικό κόστος, έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι αρχές της αυτάρκειας και της εγγύτητας. Τέλος, ορίζονται για πρώτη φορά κατηγορίες αποβλήτων, εργασίες διάθεσης και εργασίες που μπορούν να οδηγήσουν σε αξιοποίηση.

Η **Οδηγία 91/692/ΕΟΚ** αφορά τον εξορθολογισμό και τη βελτίωση αναφορικά με τη διαβίβαση πληροφοριών και τη δημοσίευση εκθέσεων. Τροποποιεί το άρθρο 12 της Οδηγίας 75/442/ΕΟΚ, όπως αυτό τροποποιήθηκε από την Οδηγία 91/156/ΕΟΚ.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (ΕΚΑ) με την **Απόφαση 94/3/ΕΚ**. Ο ΕΚΑ είναι ένας εναρμονισμένος, μη εξαντλητικός κατάλογος αποβλήτων ο οποίος πρόκειται ανά τακτά διαστήματα να αναθεωρείται και εφόσον είναι απαραίτητο, να ανασκευάζεται σύμφωνα με την διαδικασία της Επιτροπής. Ο ΕΚΑ αποτελεί σήμερα ονοματολογία αναφοράς, παρέχοντας κοινή για όλη την Κοινότητα ορολογία, με σκοπό την αποτελεσματικότερη διαχείριση των αποβλήτων.

Η **Οδηγία 94/62/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 20ης Δεκεμβρίου 1994 «Για τις συσκευασίες και τα απόβλητα της συσκευασίας» έχει δύο κυρίους στόχους: τη προστασία του περιβάλλοντος και την εξασφάλιση της εύρυθμης λειτουργίας της εσωτερικής αγοράς. Προς τούτο, η οδηγία καθορίζει μέτρα που αποσκοπούν, ως πρώτη προτεραιότητα, στη πρόληψη της παραγωγής απορριμμάτων συσκευασίας και, ως συμπληρωματικές θεμελιώδεις αρχές, στην επαναχρησιμοποίηση των συσκευασιών, την ανακύκλωση και άλλες μορφές ανάκτησης (αξιοποίησης) των απορριμμάτων συσκευασίας και ως εκ τούτου, στη μείωση της ποσότητας ανάλογων αποβλήτων για τελική διάθεση. Καθορίζονται επίσης συγκεκριμένα χρονοδιαγράμματα για όλες τις χώρες-μέλη για την επίτευξη συγκεκριμένων ποσοτικών στόχων.

Η **Απόφαση 96/350/EK** αφορά στην αντικατάσταση των καταλόγων των Εργασιών Διάθεσης και των Εργασιών Αξιοποίησης των στερεών αποβλήτων (Παραρτήματα II Α και II Β της Οδηγίας 75/442/ΕΟΚ, όπως αυτά προστέθηκαν από την Οδηγία 91/156/ΕΟΚ).

Η **Οδηγία 1999/31/EK** «περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων», ρυθμίζει την υγειονομική ταφή των αποβλήτων, ώστε να προλαμβάνονται ή να μειώνονται, κατά το δυνατόν, οι αρνητικές επιπτώσεις της υγειονομικής ταφής των αποβλήτων στο περιβάλλον και την υγεία του ανθρώπου, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη το περιβάλλον στο σύνολό του. Προς τούτο, η οδηγία περιλαμβάνει διατάξεις για τα επιτρεπόμενα ή τα απαγορευμένα απόβλητα και τις αντίστοιχες επεξεργασίες στους χώρους υγειονομικής ταφής και καθορίζει τις προϋποθέσεις χορήγησης αδειών, λειτουργίας, κλεισίματος και εν συνεχεία μέριμνας για τους χώρους υγειονομικής ταφής. Επίσης, η οδηγία επιβάλλει τη σταδιακή μείωση της ποσότητας των βιοαποδομήσιμων (βιοδιασπώμενων) αποβλήτων που καταλήγουν στους χώρους υγειονομικής ταφής.

Τον Ιανουάριο του 2004 η Οδηγία 94/62/EK, της 14ης Δεκεμβρίου του 1994, για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας τροποποιήθηκε από την **Οδηγία 2004/12/EK**. Στην οδηγία καθορίζονται κριτήρια με σκοπό την αποσαφήνιση του όρου «συσκευασίες». Η νέα έκδοση, χωρίς να ξεφύγει από τις αρχές της παλαιότερης, θέτει νέες πρακτικές ανακύκλωσης, ενθαρρύνοντας την ανάκτηση και την επαναχρησιμοποίηση συσκευασιών, αυξάνοντας τα μέτρα προστασίας στην εσωτερική αγορά (π.χ. παρουσία φθηνών υποκατάστατων υλικών από τρίτες χώρες) και υποδεικνύοντας συγκεκριμένα υλικά για ανακύκλωση. Πιο συγκεκριμένα η Οδηγία καθορίζει τις βασικές απαιτήσεις για το σχεδιασμό, την παραγωγή, και τη διάθεση των συσκευασιών στο εμπόριο ώστε να διατηρούν τα αναγκαία επίπεδα ασφάλειας και υγείας και να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακτηθούν, συμπεριλαμβανομένης της ανακύκλωσης τους, περιορίζοντας στο ελάχιστο τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Οι ποσοτικοί στόχοι για τα υλικά συσκευασίας που τίθενται και οι οποίοι πρέπει να επιτευχθούν μέχρι 31 Δεκεμβρίου του 2011 είναι:

- Αξιοποίηση ή αποτέφρωση σε εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων με ανάκτηση ενέργειας τουλάχιστον 60% κ.β. των απορριμμάτων συσκευασίας
- Ανακύκλωση 55-80% κ.β. των απορριμμάτων συσκευασίας

- Ανακύκλωση των ακόλουθων υλικών που περιέχονται στα υλικά συσκευασίας:
 - 60% κατά βάρος για το γυαλί
 - 60% κατά βάρος για το χαρτί
 - 50% κατά βάρος για τα μέταλλα
 - 22,5% κατά βάρος για τα πλαστικά
 - 15% κατά βάρος για το ξύλο

Το 2006 θεσπίστηκε η **Οδηγία 2006/12/EK** «Περί των στερεών αποβλήτων» στόχος της οποίας ήταν η κωδικοποίηση, για λόγους σαφήνειας και ορθολογισμού, της αρχικής Οδηγίας 75/442/EK και των διαδοχικών τροποποιήσεών της.

Τον Νοέμβριο του 2008 εκδόθηκε τον νέο ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο για τα απόβλητα με την **Οδηγία 2008/98/EK** «Για τα απόβλητα». Με τη νέα Οδηγία, ο Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων αλλάζει πρόσωπο. Κατ' αρχήν η ίδια η Οδηγία δεν αποτελεί μόνο ένα κείμενο κατευθύνσεων όπως οι προηγούμενες Οδηγίες αλλά εμπεριέχει στοιχεία στρατηγικού σχεδιασμού από την στιγμή που θέτει συγκεκριμένες ημερομηνίες για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων.

Ο Σχεδιασμός αφορά πλέον στη διάθεση και στην ανάκτηση. Η έννοια του δικτύου διευρύνεται αφού πρέπει να υφίσταται τόσο δίκτυο εγκαταστάσεων διάθεσης των αποβλήτων όσο και δίκτυο εγκαταστάσεων ανάκτησης από τα σύμμεικτα αστικά απόβλητα τα οποία συλλέγονται από νοικοκυριά και από τα προσομοιάζονται με αυτά απόβλητα. Οι αρχές της αυτάρκειας και της εγγύτητας παραμένουν και μάλιστα δίνεται η δυνατότητα του περιορισμού των εισαγωγών αποβλήτων που προορίζονται για αποτεφρωτήρες ταξινομημένους ως ανάκτηση, προκειμένου τα Κράτη Μέλη να προστατεύουν το δίκτυό τους. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα στα Κράτη Μέλη να μην διαθέτουν το πλήρες φάσμα των εγκαταστάσεων τελικής ανάκτησης στο έδαφός τους χωρίς να παραβαίνουν τις αρχές της εγγύτητας και της αυτάρκειας. Ο καθαυτός Σχεδιασμός καταρχήν πρέπει να καλύπτει ολόκληρη την γεωγραφική επικράτεια του οικείου Κράτους Μέλους είτε εξ αρχής είτε με επιμέρους σχεδιασμούς. Αφορά στο σύνολο των παραγόμενων αποβλήτων και σε όλη την ιεραρχία της διαχείρισης όπως

αυτή έχει θεσμοθετηθεί στην Οδηγία, πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση και διάθεση των αποβλήτων.

Προχωρά σε αξιολόγηση των υφιστάμενων δικτύων συλλογής και μεταφοράς των αποβλήτων και όλων των υφιστάμενων εγκαταστάσεων ανάκτησης και διάθεσης. Εισηγείται για πιθανά νέα προγράμματα συλλογής, για το κλείσιμο υφιστάμενων εγκαταστάσεων αποβλήτων, για πρόσθετες υποδομές των εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων και, εφόσον απαιτείται, για σχετικές επενδύσεις. Παράλληλα εντοπίζει τις παλαιές μολυσμένες τοποθεσίες διάθεσης αποβλήτων και εισηγείται τα μέτρα για την αποκατάστασή τους. Τέλος καταγράφει και αξιολογεί τις ροές αποβλήτων προς εισαγωγή και εξαγωγή από την υπό μελέτη περιοχή. Επιπλέον δεν απαιτεί να εντοπισθούν οι κατάλληλες τοποθεσίες όπως προέβλεπαν οι προηγούμενες Οδηγίες αλλά να καθοριστούν κριτήρια εντοπισμού τοποθεσιών και δυναμικότητας των μελλοντικών εγκαταστάσεων διάθεσης ή των μεγάλων εγκαταστάσεων ανάκτησης. Ο Σχεδιασμός είναι πλέον επιχειρησιακός αφού αποσκοπεί στην βελτίωση της υφιστάμενης κατάστασης, την οποία καταρχήν αποτυπώνει και αξιολογεί, μέσω προτάσεων για λήψη μέτρων, κατάρτιση προγραμμάτων και δράσεων. Επιπλέον οφείλει να περιλαμβάνει και καταρχήν προϋπολογισμό των απαραίτητων δαπανών για την εφαρμογή του, τους αρμόδιους για την διαχείριση των αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης και της περιγραφής της κατανομής αρμοδιοτήτων μεταξύ δημόσιων και ιδιωτικών φορέων που πραγματοποιούν τη διαχείριση αποβλήτων.

2. Η εξέλιξη του ελληνικού θεσμικού πλαισίου

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων ανάγεται παγκοσμίως σε ένα από τα πιο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, ιδιαίτερα στις αναπτυγμένες οικονομικά κοινωνίες. Η «διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων» ξεκινά με τη συλλογή τους από τους χώρους παραγωγής και καταλήγει στη τελική διάθεσή τους. Οι διαδικασίες και μέθοδοι που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι αποδεκτές από τεχνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής πλευράς. Ορόσημο για την Ελλάδα στο θέμα της προστασίας του περιβάλλοντος υπήρξε το έτος 1975 με τη ψήφιση του Συντάγματος του 1975, στο οποίο με τα άρθρα 24 και 117 παρ. 3-4 καθιερώνεται για πρώτη φορά άμεσα η συνταγματική προστασία του περιβάλλοντος.

Η πρώτη προσπάθεια για τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα, σε νομοθετικό επίπεδο, ήταν η **Υγειονομική Διάταξη Ε1Β/301/64** «Περί συλλογής, αποκομιδής και διάθεσης απορριμμάτων». Η Διάταξη αυτή καθορίζει τις τεχνικές προδιαγραφές για τη διαχείριση των αποβλήτων, περιέχει τις βασικές τεχνικές οδηγίες για την υγειονομική ταφή, παρέχει λεπτομερή περιγραφή όλων των μεθόδων διάθεσης που είναι δυνατόν να εφαρμοσθούν, δίνει αρκετά λεπτομερείς προδιαγραφές για κάθε μέθοδο και περιγράφει όλα τα στάδια της διαχείρισης των αποβλήτων και θέτει τις προϋποθέσεις που ένας χώρος πρέπει να εκπληρώνει, ώστε να χρησιμοποιηθεί ως χώρος υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ). Το πρόβλημα με τη συγκεκριμένη ρύθμιση είναι ότι έδινε τη δυνατότητα της εξαίρεσης από τον κανόνα (της υγειονομικής ταφής) με απλή απόφαση νομάρχη, μέτρο το οποίο χρησιμοποιήθηκε υπερβολικά με αποτέλεσμα να υπάρξει ουσιαστική καταστρατήγηση της διάταξης.

Λίγα χρόνια αργότερα ψηφίζονται οι νομοθετικές ρυθμίσεις **Ν.Α. 703/1970, Ν. 25/1975, Ν. 429/1976, Ν. 1080/1980** οι οποίες καθορίζουν τον υπολογισμό των δημοτικών τελών καθαριότητας (αποκομιδή αποβλήτων) με βάση τα τετραγωνικά μέτρα του νοικοκυριού. Με βάση τις προαναφερθείσες ρυθμίσεις καθορίζονται σε ετήσια βάση τα δημοτικά τέλη που καλούνται να πληρώσουν οι πολίτες. Η σύνδεση των τελών διαχείρισης αποβλήτων με το μέγεθος του οικοπέδου και όχι με τη παραγωγή αυτών, έχει ως αποτέλεσμα ο πολίτης είτε να μη γνωρίζει είτε να μην έχει κίνητρο να μειώσει τα παραγόμενα απόβλητα. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η εφαρμογή ενός συστήματος κοστολόγησης με βάση τη συμπεριφορά του πολίτη ή της επιχείρησης και όχι την αντικειμενική αξία του ακινήτου και το συνολικό εμβαδόν του.

Η πρώτη ολοκληρωμένη νομοθετική ρύθμιση για το πλαίσιο διαχείρισης των στερεών αποβλήτων έγινε το 1986 με την ψήφιση του **Ν. 1650/1986** «Για την προστασία του περιβάλλοντος», ο οποίος στηρίζεται στο άρθρο 24 του Συντάγματος. Με αυτό το νόμο τίθεται το γενικό νομοθετικό πλαίσιο, τα κριτήρια και οι στόχοι, περιγράφονται τα μέσα και προδιαγράφονται οι μηχανισμοί για την προστασία του περιβάλλοντος στη χώρα. Με το άρθρο 4 θεσμοθετείται η αναγκαστική υποβολή «μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων» ενώ το άρθρο 12, παρ. 2 ορίζει υπόχρεους φορείς για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων τους ΟΤΑ η οποίοι όμως έχουν τη δυνατότητα να μη διαχειρίζονται απόβλητα που λόγω της σύστασής τους δεν μπορούν να

διατεθούν μαζί με τα οικιακά απορρίμματα. Σε αυτή την περίπτωση αρμόδιος για τη διαχείριση με απόφαση του Νομάρχη, είναι τα φυσικά ή νομικά πρόσωπα από τις δραστηριότητες των οποίων παράγονται τα συγκεκριμένα απόβλητα. Αναφέρεται ρητά στην «αρχή της πρόληψης».

Η πρώτη προσπάθεια προσαρμογής της Ελληνικής Νομοθεσίας για τη διαχείριση των απορριμμάτων με την αντίστοιχη Κοινοτική έγινε με την **KYA 49541/1424/1986** «Στερεά απόβλητα σε συμμόρφωση με την οδηγία 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 15ης Ιουλίου 1975». Με την KYA αυτή διατυπώνονται οι βασικές αρχές που πρέπει να διέπουν τη διαχείριση των απορριμμάτων ώστε να μην τίθεται σε κίνδυνο άμεσα ή έμμεσα η Δημόσια Υγεία και να μην δημιουργούνται βλάβες στο περιβάλλον ενώ περιγράφεται για πρώτη φορά η αναγκαιότητα σύνταξης Σχεδίων Διαχείρισης, καθώς και οι διαδικασίες που πρέπει να τηρούνται. Επιπροσθέτως: (α) δίνεται ο ορισμός των βασικών εννοιών και ορίζονται οι φορείς διαχείρισης των απορριμμάτων, (β) καθορίζονται οι φάσεις του σχεδιασμού διαχείρισης, (γ) ρυθμίζεται το θέμα των αδειών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, που χορηγούνται σε φυσικά ή νομικά πρόσωπα, πέρα των ΟΤΑ. Προβλέπεται επίσης, η άσκηση ελέγχου στις εγκαταστάσεις, βιομηχανίες και επιχειρήσεις που διαχειρίζονται στερεά απόβλητα, (δ) καθορίζονται οι υπόχρεοι καταβολής δαπάνης διαχείρισης και αναφέρονται οι κατά περίπτωση κυρώσεις για τη μη συμμόρφωση των υπόχρεων προς τις οδηγίες των αρμόδιων υπηρεσιών, που μπορεί να είναι ποινικές, διοικητικές ή και χρηματικά πρόστιμα.

Η πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλείται από τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αστικών αποβλήτων ρυθμίζεται από την KYA 82805/2224/93, η οποία αναφέρεται μόνο σε εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων και στόχο έχει τη λήψη των απαραίτητων προληπτικών μέτρων για τον περιορισμό των αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα που προέρχονται από την λειτουργία τέτοιων εγκαταστάσεων.

Η KYA 49541/1424/1986 αντικαταστάθηκε 10 χρόνια αργότερα με την **KYA 69728/824/1996** (καταργήθηκε) «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων » για την προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας με τις κατευθύνσεις της Οδηγίας 91/156/ΕΟΚ. Με την KYA αυτή εκτός από τις γενικές κατευθύνσεις και την κατάρτιση πλαισίου τεχνικών προδιαγραφών, δίδεται ιδιαίτερη σημασία στη

σύνταξη Σχεδίων Διαχείρισης των Αποβλήτων και ορίζονται οι αρμόδιοι φορείς τόσο για τον σχεδιασμό, όσο και για την εφαρμογή τους. Σε επίπεδο Νομού η αρμοδιότητα ανήκει στη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση και σε περίπτωση αδυναμίας της στην οικεία Περιφέρεια. Δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην εξυγίανση των χώρων διάθεσης, μετά το τέλος της λειτουργίας τους και στην αποκατάσταση ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης. Τέλος προσαρτώνται σ' αυτήν ως παραρτήματα οι Ευρωπαϊκοί κατάλογοι αποβλήτων (ΕΚΑ), όπως καταγράφονται στην Απόφαση 94/3/ΕΚ.

Ένα χρόνο αργότερα με την έκδοση της **ΚΥΑ 113944/97** (καταργήθηκε) για τον «Εθνικό σχεδιασμό διαχείρισης των στερεών αποβλήτων» και της **ΚΥΑ 114218/97** για την «Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων» ολοκληρώνεται και εξειδικεύεται το νομοθετικό πλαίσιο για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

Αξίζει να αναφερθεί και η **εγκύκλιος 9/96/30-01-1996** του ΥΠΕΧΩΔΕ με την οποία καθορίζεται πιο αναλυτικά το περιεχόμενο του φακέλου προέγκρισης χωροθέτησης των εγκαταστάσεων διάθεσης απορριμμάτων.

Η **ΚΥΑ 14312/1302/2000** έρχεται να συμπληρώσει και να εξειδικεύσει την ΚΥΑ 113944/1944/97 με θέμα: «Εθνικός Σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων)» η οποία με τη σειρά της τροποποιείται από την **ΚΥΑ 26469/Ε103/2003** «Τροποποίηση της ΚΥΑ 14312/1302/00 με θέμα «συμπλήρωση και εξειδίκευση της ΚΥΑ 113944/97 «Εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων) ».

Με τη **ΚΥΑ Η.Π. 29407/3508/2002** «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων» ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο η κοινοτική οδηγία 99/31/ΕΚ του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων («περί υγειονομικής ταφής αποβλήτων») η οποία:

- ✓ δεσμεύει την χώρα σε άμεση εισαγωγή τεχνολογιών επεξεργασίας αποβλήτων
- ✓ θέτει αυστηρότερους κανόνες λειτουργίας των ΧΥΤΑ
- ✓ εισάγει σημαντικές αλλαγές στην κοστολόγηση των παρεχόμενων υπηρεσιών
- ✓ απαιτεί σημαντική αναβάθμιση και μετασχηματισμό των φορέων διαχείρισης

- ✓ απαιτεί αλλαγές στην διαδικασία σχεδιασμού και αδειοδότησης των έργων

Οι απαιτήσεις αυτές ουσιαστικά οδηγούν στο να κατασκευάζονται όσο το δυνατόν λιγότεροι και πιο ελεγχόμενοι ΧΥΤΑ, να λειτουργούν με πολύ υψηλά πρότυπα (standards) και σταδιακά, όπου είναι δυνατό, να μετατρέπονται σε ΧΥΤΥ. Οι πλέον ουσιαστικές υποχρεώσεις που προκύπτουν για την Ελλάδα περιλαμβάνουν:

- Την υλοποίηση προγραμμάτων επεξεργασίας αποβλήτων, με την έννοια που αποδίδεται στον όρο από την αντίστοιχη ΚΥΑ (Η.Π. 29407/3508), σε όλα τα απόβλητα πριν αυτά οδηγηθούν προς υγειονομική ταφή.
- Τη δέσμευση για μία μέγιστη ποσότητα Βιοαποδομήσιμων Αστικών Αποβλήτων (ΒΑΑ) που επιτρέπεται να οδηγείται σε χώρους ταφής, η οποία βαίνει σταδιακά μειούμενη για τα έτη 2010, 2013 και 2020.
- Τις αλλαγές που προβλέπονται όσον αφορά στον σχεδιασμό, την κατασκευή, την αδειοδότηση και την λειτουργία των ΧΥΤΑ.
- Τις αλλαγές στη κοστολόγηση των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Συγκεκριμένα, οι στόχοι που θέτει η ΚΥΑ 29407/3508 στο άρθρο 4 για τα ΒΑΑ είναι:

- Μέχρι την 16 Ιουλίου του 2010 τα ΒΑΑ που προορίζονται για χώρους ταφής πρέπει να μειωθούν στο 75% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των ΒΑΑ που είχαν παραχθεί το 1995.
- Μέχρι την 16 Ιουλίου του 2013 τα ΒΑΑ που προορίζονται για χώρους ταφής πρέπει να μειωθούν στο 50% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995.
- Μέχρι την 16 Ιουλίου του 2020 τα ΒΑΑ που προορίζονται για χώρους ταφής πρέπει να μειωθούν στο 35% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995.

Με την **ΚΥΑ 50910/2727/2003** «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων-Εθνικός και περιφερειακός σχεδιασμός διαχείρισης», ενσωματώθηκε η βασική Κοινοτική Νομοθεσία που αφορά στα στερεά απόβλητα, όπως αυτή εκφράζεται από την οδηγία 75/442/ΕΟΚ «περί στερεών αποβλήτων», η οποία τροποποιήθηκε με την οδηγία 91/156/ΕΟΚ. Με την παρούσα ΚΥΑ καταργείται η ΚΥΑ 69728/824/1996, η ΚΥΑ 113944/97 και η ΚΥΑ 14312/11302/2000 και

καθορίζονται οι στόχοι και οι αρχές της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων: η διαχείριση των στερεών αποβλήτων πραγματοποιείται κατά τρόπο ώστε να διασφαλίζεται ότι δεν τίθεται σε κίνδυνο, άμεσα ή έμμεσα, η υγεία του ανθρώπου και ότι δεν χρησιμοποιούνται διαδικασίες ή μέθοδοι που ενδέχεται να βλάψουν το περιβάλλον.

Ειδικότερα λαμβάνονται μέτρα ώστε:

- α) να μη δημιουργούνται κίνδυνοι για το νερό, τον αέρα, το έδαφος, τη χλωρίδα, τη πανίδα καθώς και την εν γένει βιώσιμη ανάπτυξη
- β) να μη προκαλούνται ενοχλήσεις από το θόρυβο ή τις οσμές
- γ) να μη προκαλείται αλλοίωση του τοπίου και των περιοχών που παρουσιάζουν ιδιαίτερο οικολογικό, πολιτιστικό, αισθητικό ενδιαφέρον (όπως αρχαιολογικοί χώροι, τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, ευαίσθητα οικοσυστήματα)

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων διέπεται από τις ακόλουθες αρχές:

- α) Την αρχή «της πρόληψης» δημιουργίας αποβλήτων
- β) Την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», με έμφαση στην ευθύνη του παραγωγού των αποβλήτων
- γ) Την αρχή «της εγγύτητας» σύμφωνα με την οποία επιδιώκεται τα απόβλητα, κατά το δυνατόν, να οδηγούνται σε μία από τις πλησιέστερες κατάλληλες εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή/και διάθεσης, με κύριο κριτήριο το περιβαλλοντικά αποδεκτό και οικονομικά εφικτό της διαχείρισης.

Επίσης καταρτίζονται οι προδιαγραφές του Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) αλλά και του Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) για την ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων με βάση τους οποίους τίθενται οι παρακάτω γενικοί όροι:

- Πρόληψη ή μείωση της παραγωγής αποβλήτων (ποσοτική μείωση) καθώς και μείωση της περιεκτικότητας αυτών σε επικίνδυνες ουσίες (ποιοτική βελτίωση).
- Αξιοποίηση των υλικών που προέρχονται από τα απόβλητα με τη μεγιστοποίηση της ανακύκλωσης και την ανάκτηση προϊόντων και ενέργειας.

- Τελική διάθεση των αποβλήτων που δεν υπόκεινται σε διεργασίες αξιοποίησης και των υπολειμμάτων της επεξεργασίας των αποβλήτων, κατά τρόπο περιβαλλοντικά αποδεκτό, στοχεύοντας στην αειφορία.

Η εξειδίκευση των παραπάνω γενικών στόχων οδηγεί στους εξής ειδικούς στόχους:

- ⊕ Εξάλειψη του φαινομένου της ανεξέλεγκτης διάθεσης με την παύση λειτουργίας των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης στερεών αποβλήτων σε συνδυασμό με έργα αποκατάστασής τους.
- ⊕ Περιβαλλοντικά ασφαλή και οικονομικά συμφέρουσα μεταφορά αποβλήτων, με τη δημιουργία, όπου κρίνεται σκόπιμο, δικτύων σταθμών μεταφόρτωσης.
- ⊕ Αξιοποίηση των αποβλήτων συσκευασίας και άλλων προϊόντων (οχήματα, ελαστικά, απόβλητα κατεδαφίσεων και κατασκευών, ηλεκτρικός & ηλεκτρονικός εξοπλισμός, έντυπο υλικό), με την καθιέρωση και εφαρμογή συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης των υλικών αυτών.
- ⊕ Προώθηση προγραμμάτων διαλογής των αστικών στερεών αποβλήτων στην πηγή.
- ⊕ Σταδιακή διαχρονική μείωση της ποσότητας των βιοαποδομήσιμων υλικών που οδηγούνται προς υγειονομική ταφή, με τη δημιουργία σύγχρονων και οικονομοτεχνικά κατάλληλων εγκαταστάσεων επεξεργασίας και αξιοποίησης αστικών στερεών αποβλήτων.
- ⊕ Κάλυψη του συνόλου της χώρας με σύγχρονες και ολοκληρωμένες εγκαταστάσεις τελικής διάθεσης αποβλήτων.
- ⊕ Ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης επικοινωνιακής στρατηγικής που θα συμβάλει στην αντιμετώπιση του προβλήματος της διαχείρισης αποβλήτων
- ⊕ Συνεχή και επιστημονικά τεκμηριωμένη πληροφόρηση και ευαισθητοποίηση του Κοινού ως προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής οποιουδήποτε σχεδιασμού (εθνικού ή περιφερειακού).

Επιπλέον καθορίζονται οι υπόχρεοι Φορείς για τη Διαχείριση των Στερεών Αποβλήτων (ΦοΣΔΑ) καθώς και μέτρα για την αποκατάσταση και αξιοποίηση των χώρων διάθεσης.

Η **KYA 22912/1117/2005** «Μέτρα και όροι για τη πρόληψη και το περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση των αποβλήτων» εκδόθηκε σε εναρμόνιση με τις διατάξεις της οδηγίας 2000/76/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου

και του Συμβουλίου της 4ης Δεκεμβρίου 2000 «για την αποτέφρωση των αποβλήτων». Με την παραπάνω ΚΥΑ επιβάλλονται μέτρα, όροι και περιορισμοί στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης αποβλήτων (όπου συμπεριλαμβάνονται και τα αστικά απόβλητα από νοικοκυριά), ώστε να επιτυγχάνεται η πρόληψη ή ο περιορισμός, όσο είναι εφικτό, των επιπτώσεων στο περιβάλλον και ειδικότερα της ρύπανσης από εκπομπές στην ατμόσφαιρα, στο έδαφος και στα υπόγεια και επιφανειακά νερά καθώς και των επιπτώσεων στην υγεία του ανθρώπου. Ειδικότερα για την επίτευξη του σκοπού αυτού:

- Επιβάλλονται συγκεκριμένες τεχνικές προδιαγραφές στις μονάδες αποτέφρωσης, τόσο σε σχέση με τον σχεδιασμό και την κατασκευή τους όσο και με τον εξοπλισμό και τις συνθήκες λειτουργία τους.
- Θεσπίζονται οριακές τιμές εκπομπής για τους αέριους ρύπους που προκύπτουν από την λειτουργία των μονάδων αποτέφρωσης.
- Θεσπίζονται, επίσης, οριακές τιμές εκπομπής και για τις απορρίψεις στα νερά οι οποίες προκύπτουν από τον καθαρισμό των απαερίων.
- Καθορίζονται συγκεκριμένες διαδικασίες για την παράδοση και παραλαβή των προς αποτέφρωση αποβλήτων.
- Επιβάλλεται στις μονάδες αποτέφρωσης η εγκατάσταση εξοπλισμού μετρήσεων καθώς και η διενέργεια μετρήσεων αερίων ρύπων και παραμέτρων λειτουργίας καθώς και βαρέων μετάλλων, διοξινών και φουρανίων.
- Προδιαγράφονται οι προϋποθέσεις για την χορήγηση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων στις μονάδες αποτέφρωσης καθώς και της άδειας διάθεσης από τις αρμόδιες Υπηρεσίες.

Τέλος η πιο πρόσφατη νομοθετική ρύθμιση αναφορικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων είναι η **ΚΥΑ 13588/725/2006** «Μέτρα, όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων». Στην προαναφερθείσα απόφαση καθορίζονται οι τεχνικές προδιαγραφές για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων καθώς και το περιεχόμενο του εθνικού σχεδιασμού διαχείρισης επικινδύνων αποβλήτων, ο οποίος εκπονείται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ). Επιπλέον καθορίζονται οι υποχρεώσεις των παραγωγών και των φορέων διαχείρισης επικινδύνων αποβλήτων ενώ προβλέπεται και η σύσταση επιστημονικής επιτροπής η οποία και θα γνωμοδοτεί στην αρμόδια υπηρεσία για τη ταξινόμηση ενός αποβλήτου ως επικίνδυνο ακόμα και αν δεν ορίζεται έτσι στον

ΕΚΑ. Η νέα ΚΥΑ ενισχύει το ρόλο του γενικού γραμματέα της περιφέρειας καθώς ορισμένες αρμοδιότητες του νομάρχη (έκδοση αδειών, εκθέσεις κ.α.) μεταφέρονται στους Γενικούς Γραμματείς των περιφερειών.

Το θεσμικό πλαίσιο της εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών και άλλων προϊόντων ρυθμίζεται από το **Νόμο 2939/2001** « Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων-Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις» και ενσωματώνεται η Οδηγία 94/62 της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο Εθνικό Δίκαιο για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας. Με το νόμο αυτό καθίσταται υποχρεωτική η εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών που διατίθενται στην αγορά και όλα τα απόβλητα των συσκευασιών που προέρχονται από τη βιομηχανία, το εμπόριο, τα γραφεία, τα καταστήματα, τις υπηρεσίες, τα νοικοκυριά ή οποιαδήποτε άλλη πηγή ανεξάρτητα από τα υλικά από τα οποία αποτελούνται. Όλες οι επιχειρήσεις που λειτουργούν στη χώρα μας και παράγουν ή εισάγουν συσκευασμένα προϊόντα, τα οποία στη συνέχεια τα διαθέτουν στην εγχώρια αγορά (καλούμενοι ως διαχειριστές συσκευασίας) υποχρεούνται πλέον να συλλέγουν και να ανακυκλώνουν τις συσκευασίες των προϊόντων τους. Παράλληλα, εκτός από τους Διαχειριστές Συσκευασίας, νομικά υπόχρεοι είναι και οι ΟΤΑ, οι οποίοι οφείλουν να μεριμνήσουν για την εναλλακτική διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων συσκευασίας.

Οι σκοποί του Νόμου είναι κατά προτεραιότητα η πρόληψη δημιουργίας στερεών αποβλήτων, η επαναχρησιμοποίηση τους, η ανακύκλωσή τους, η ανάκτηση της ενέργειας καθώς η χωρίς προβλήματα τελική διάθεσή τους. Παράλληλα επιδιώκεται η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων όλων των φορέων που συμμετέχουν στον κύκλο ζωής των προϊόντων, δηλαδή των παραγωγών διανομέων, καταναλωτών, διαχειριστών αποβλήτων, ΟΤΑ, πολιτείας/κεντρικής διοίκησης.

Ο νόμος υιοθετεί τις ακόλουθες αρχές:

- ✓ πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων από τη διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων.
- ✓ ο ρυπαίνων πληρώνει
- ✓ ευθύνη όλων των εμπλεκομένων στη διαχείριση συσκευασιών/άλλων προϊόντων

Οι διαχειριστές συσκευασιών/άλλων προϊόντων, είναι υποχρεωμένοι είτε να οργανώσουν ατομικά συστήματα είτε να συμμετέχουν σε συλλογικά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης ώστε να επιτευχθούν συγκεκριμένοι ποσοτικοί στόχοι.

Τα συστήματα εγκρίνονται Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) ενώ μέχρι να ιδρυθεί ο ΕΟΕΔΣΑΠ από το Γραφείο Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων και την Επιτροπή Παρακολούθησης Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΕΠΕΔ). Ο ΕΟΕΔΣΑΠ είναι νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου που λειτουργεί για το δημόσιο συμφέρον και δεν έχει κερδοσκοπικό χαρακτήρα. Έχει πλήρη διοικητική και οικονομική αυτοτέλεια και υπάγεται στον έλεγχο και την εποπτεία του ΥΠΕΧΩΔΕ. Βασικός σκοπός του είναι να σχεδιάζει και να εφαρμόζει την πολιτική για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και των άλλων προϊόντων.

Με τον νόμο αυτό, η χώρα μας θέτει συγκεκριμένους ποσοτικούς στόχους και χρονικά όρια πραγματοποίησής τους. Συγκεκριμένα μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2005 πρέπει να γίνει η:

- αξιοποίηση 50% -65% κατά βάρος των απορριμμάτων συσκευασίας
- ανακύκλωση 25% -45% κατά βάρος των απορριμμάτων συσκευασίας
- ανακύκλωση 15% τουλάχιστον κάθε υλικού συσκευασίας

ενώ οι ποσοτικοί στόχοι που τίθενται για τη χώρα μας μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2011 είναι οι ακόλουθοι:

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

Βάσει των διατάξεων του Ν. 2939/2001 έχουν εκδοθεί Προεδρικά Διατάγματα σχετικά με τους όρους και τις προϋποθέσεις της εναλλακτικής διαχείρισής, για τα εξής υλικά :

- Χρησιμοποιημένα ελαστικά οχημάτων (ΠΔ 109, ΦΕΚ 75Α/5.3.04)
- Απόβλητα λιπαντικών ελαίων (ΠΔ 82, ΦΕΚ 64Α/2.3.04)
- Οχήματα στο τέλος κύκλου ζωής (ΠΔ 116, ΦΕΚ 81Α/5.3.04), εναρμόνιση της Οδηγίας 2000/53
- Χρησιμοποιημένες ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές (ΠΔ 115, ΦΕΚ 80Α/5.3.04)
- Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΠΔ 117, ΦΕΚ 82Α/5.3.04), εναρμόνιση των Οδηγιών 2002/95 και 2002/96

Σε εφαρμογή της ανωτέρω νομοθεσίας, λειτουργούν τα παρακάτω εγκεκριμένα συστήματα:

a) Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών ΣΣΕΔ-Ανακύκλωση

(Υπουργική Απόφαση οικ. 106453/2003 (ΦΕΚ 391Β/4.4.2003))
(<http://www.herrco.gr>)

b) Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών Ορυκτελαίων ΚΕΠΕΔ

(Υπουργική Απόφαση οικ. 105857 (ΦΕΚ 391Β/4.4.2003))
(<http://www.eltepe.gr/>)

c) Ατομικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών της Ιδιωτικής Ετικέτας και Εισαγωγής Προϊόντων «ΑΒ ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΣ»

(Υπουργική Απόφαση οικ. 106156 (ΦΕΚ 1108Β/22.7.2004))

d) Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Μεταχειρισμένων Ελαστικών «ECO - ELASTIC - Α» ΑΕ

(Υπουργική Απόφαση οικ. 106157 (ΦΕΚ 1145 Β/28.7.2004))
(<http://www.ecoelastika.gr>)

e) Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Λιπαντικών Ελαίων «ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε - ΕΛΤΕΠΕ ΑΕ »

(Υπουργική Απόφαση οικ. 105135 (ΦΕΚ 905Β/17.6.2004))
(<http://www.eltepe.gr>)

f) Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Οχημάτων Ελλάδας με το διακριτικό τίτλο «ΕΔΟΕ Α.Ε»

(Υπουργική Απόφαση οικ. 105136 (ΦΕΚ 907 Β/17.6.2004))

(<http://www.edoe.gr>)

g) Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Φορητών Ηλεκτρικών Στηλών και Συσσωρευτών – ΑΦΗΣ

(Υπουργική Απόφαση οικ. 106155 (ΦΕΚ 1056 Β/14.7.2004))

(<http://www.afis.gr>)

h) Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσσωρευτών - ΣΥ.ΔΕ.ΣΥΣ ΑΕ

(Υπουργική Απόφαση οικ.106158 (ΦΕΚ 1124 Β/23.7.2004))

i) Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού εξοπλισμού «ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε»

(Υπουργική Απόφαση οικ. 105134 (ΦΕΚ 905Β/17.6.2004))

(<http://www.electrocycle.gr>)

Ο Νόμος 3854/2010 «Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις» αναθεώρησε τον Ν.2939/2001. Η εθνική στρατηγική διαχείρισης ακολουθεί την ευρωπαϊκή ιεράρχηση μεθόδων διαχείρισης των απορριμμάτων. Στόχος είναι η βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης όλων των φορέων που εμπλέκονται στον κύκλο ζωής των προϊόντων (παραγωγών, διανομέων, καταναλωτών, διαχειριστών αποβλήτων, ΟΤΑ, κράτους). Παράλληλα ο Ν. 3854/2010 προβλέπει προδιαγραφές και στόχους για την εναλλακτική επεξεργασία (ανακύκλωση/κομποστοποίηση) μιας σειράς από κατηγορίες αποβλήτων όπως η ανακύκλωση των απορριμμάτων συσκευασίας, των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών, των οχημάτων τέλους κύκλου ζωής, των υλικών κατασκευής και κατεδάφισης, των λιπαντικών ελαίων, των

χρησιμοποιημένων ελαστικών καθώς και των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων.

Σύμφωνα με το νέο νόμο για την εναλλακτική διαχείριση οι διαχειριστές συσκευασιών είτε προβαίνουν στην οργάνωση συστήματος συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης, ή συμμετέχουν υποχρεωτικά σε Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΣΕΔ) η πορεία των οποίων (στόχοι και χρονοδιαγράμματα) ελέγχεται από τον (ενεργό πλέον) ΕΟΕΔΣΑΠ. Παράλληλα παύει να ισχύει η εισφορά του 6% των τακτικών εσόδων των δήμων προς τους ΦοΔΣΑ. Η νέα κοστολόγηση γίνεται βάσει του κόστους των παρεχόμενων υπηρεσιών και του όγκου των διαχειριζόμενων ποσοτήτων απορριμμάτων (€/τόνο). Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι πραγματοποιείται πλέον ορθολογικότερη κοστολόγηση της διαχείρισης.

Με εξαίρεση την προσωρινή αποθήκευση που γίνεται με ευθύνη του κυρίου, νομέα ή κατόχου του χώρου από τον οποίο προέρχονται τα απόβλητα, όλες οι άλλες εργασίες διαχείρισης των αποβλήτων ανήκουν στις αποκλειστικές αρμοδιότητες των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης-ΟΤΑ (αρ.24 του Π.Δ. 323/1989). Οι φορείς που διαχειρίζονται τα αστικά απορρίμματα ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες:

- (1)Υπηρεσίες καθαριότητας, που έχουν συσταθεί κυρίως από ΟΤΑ μεσαίου ή μεγάλου πληθυσμιακά μεγέθους
- (2)Σύνδεσμοι Διαχείρισης Απορριμμάτων, που έχουν συσταθεί από ομάδες ΟΤΑ
- (3)Αναπτυξιακοί Σύνδεσμοι, που έχουν συσταθεί κυρίως σε επίπεδο συμβουλίων περιοχής
- (4)Επιχειρήσεις των ΟΤΑ, όπου παράδειγμα τέτοιων επιχειρήσεων είναι οι Διαδημοτικές Επιχειρήσεις που λειτουργούν με καθεστώς ανάλογο των ιδιωτικών επιχειρήσεων και που μπορούν να συσταθούν βάσει του Νόμου 1416/84
- (5)Ιδιώτες μικροεργολάβοι, στους οποίους έχει ανατεθεί η διαδικασία κυρίως από ΟΤΑ μικρού μεγέθους που δεν έχουν τη δυνατότητα να καταφύγουν σε λύσεις των προηγούμενων κατηγοριών. Σε κάθε περίπτωση η ανάθεση της διαχείρισης των αποβλήτων σε φυσικά ή νομικά πρόσωπα γίνεται σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας και με τις προϋποθέσεις που προβλέπονται στις διατάξεις του άρθρου 10 της ΚΥΑ 69728/824.

Οι Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων-ΦοΔΣΑ είναι οι αρμόδιοι φορείς της πρωτοβάθμιας αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) για την εξειδίκευση και υλοποίηση των στόχων και των δράσεων των Περιφερειακών Σχεδίων Διαχείρισης Στερεών αποβλήτων. Στη ΚΥΑ 50910/2727/2003 «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων - Εθνικός & Περιφερειακός σχεδιασμός» στο άρθρο 7 ορίζονται ως Υπόχρεοι Φορείς διαχείρισης στερεών αποβλήτων οι ΟΤΑ, ενώ δεν γίνεται αναφορά σε μορφές φορέων διαχείρισης παρά μόνο σε αρμοδιότητες και υποχρεώσεις που αυτοί θα έχουν. Σύμφωνα λοιπόν με τη ΚΥΑ ο ΦοΔΣΑ είναι υπεύθυνος:

- ✓ για τη συλλογή-μεταφορά-μεταφόρτωση-αξιοποίηση-διάθεση των στερεών αποβλήτων
- ✓ για την εκπόνηση των απαιτούμενων μελετών για τη λήψη αδειών
- ✓ για τη λειτουργία των υφιστάμενων εγκαταστάσεων διαχείρισης αποβλήτων
- ✓ για την υλοποίηση των έργων ή δραστηριοτήτων που προβλέπονται από τον Περιφερειακό Σχεδιασμό (ΠΕΣΔΑ).
- ✓ για τον τερματισμό της λειτουργίας της εγκατάστασης ή του χώρου διάθεσης ή αξιοποίησης των αποβλήτων και την λήψη μέτρων για την εξυγίανση, αποκατάσταση και μετέπειτα φροντίδα της εν λόγω εγκατάστασης ή χώρου

Η περιοχή ευθύνης μιας Επιχείρησης ΦοΔΣΑ, περιλαμβάνει μια τουλάχιστον Διαχειριστική Ενότητα Απορριμμάτων, όπως αυτή έχει καθορισθεί από τον οικείο ΠΕΣΔΑ (Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Απορριμμάτων).

Ο Ν. 3463/06 «Κύρωση Κώδικα Δήμων & Κοινοτήτων» καθορίζει το γενικότερο πλαίσιο για τον τρόπο σύστασης, διοίκησης καθώς και τις αρμοδιότητες και λειτουργίες του Συνδέσμου και της Ανώνυμης εταιρείας ΟΤΑ (άρθρα 245-250 και 265 αντίστοιχα) ενώ ο Ν. 3536/2007 «Ειδικές ρυθμίσεις θεμάτων μεταναστευτικής πολιτικής και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης.» ορίζει ότι οι ΦοΔΣΑ μπορούν να είναι Σύνδεσμοι ΟΤΑ ή Ανώνυμες εταιρείες ΟΤΑ. Το 2008 ψηφίστηκε ο Ν. 3688/08, στο άρθρο 15 του οποίου συμπληρώνονται ορισμένες διατάξεις του Ν. 3536/07 για τους ΦοΔΣΑ, προβλέπεται η σύσταση εθνικού οργάνου ΦοΔΣΑ, καθορίζεται το πλαίσιο μετατροπής υφιστάμενων συνδέσμων σε ΦοΔΣΑ κ.α.

Η νέα ΚΥΑ για την τιμολογιακή πολιτική και τη διοικητική οργάνωση των ΦοΔΣΑ, υπογράφηκε στο τέλος του 2008. Συγκεκριμένα με τη νέα ΚΥΑ που εκδίδεται σε εξουσιοδότηση του άρθρου 30 του Ν. 3536/2007 καθορίζονται αναλυτικά οι αρμοδιότητες των Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων και οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθούν για τη σύννομη άσκηση των αρμοδιοτήτων αυτών ενώ τίθενται οι κανόνες για την εσωτερική οργάνωση και λειτουργία τους με τη καθιέρωση της υποχρέωσης κατάρτισης οργανισμού εσωτερικής υπηρεσίας και καθορίζονται οι πόροι των Φορέων Διαχείρισης και τίθενται οι κανόνες για την οικονομική διοίκηση και διαχείριση. Επίσης καθορίζονται οι διαδικασίες πρόσληψης του προσωπικού τους, καθιερώνεται η υποχρέωση κατάρτισης 4ετούς επιχειρησιακού σχεδίου και τίθενται κανόνες στην άσκηση της τιμολογιακής τους πολιτικής, όπως κανόνες για τον προσδιορισμό του ετήσιου κόστους διαχείρισης σε επίπεδο διαχειριστικής ενότητας και του κόστους των υπηρεσιών, που οι ΦοΔΣΑ παρέχουν και το οποίο επιμερίζεται στους ΟΤΑ που συμμετέχουν στο ΦοΔΣΑ (ετήσια εισφορά των ΟΤΑ), κυρίως ανάλογα με τις ποσότητες των στερεών αποβλήτων που τους αντιστοιχούν. Ειδικότερα οι ΦοΔΣΑ μεταξύ άλλων και ανεξαρτήτως της νομικής τους μορφής ασκούν αρμοδιότητες της αναθέτουσας αρχής για τις απαιτούμενες μελέτες όπως σχεδιασμού και αδειοδότησης των έργων διαχείρισης στερεών αποβλήτων, ενώ μπορούν να εκτελούν συλλογή και μεταφορά των στερεών αποβλήτων για λογαριασμό των υπόχρεων φορέων ή άλλων νομικών προσώπων, καθώς και να αναθέτουν και επιμέρους υπηρεσίες διαχείρισης των αποβλήτων. Μπορούν να έχουν τη νομική μορφή του Συνδέσμου ή της Ανώνυμης Εταιρείας ΟΤΑ, ενώ θα πρέπει να έχουν την απαιτούμενη στελέχωση και υλικοτεχνική υποδομή για να παρέχουν με αποτελεσματικότητα τις υπηρεσίες διαχείρισης στερεών αποβλήτων.

Οι ΦοΔΣΑ οφείλουν να εφαρμόσουν μια ολοκληρωμένη τιμολογιακή πολιτική που θα παρέχει κίνητρα στους ΟΤΑ για τη μείωση της παραγωγής των αποβλήτων και αύξηση του ποσοστού αξιοποίησής τους η οποία θα προσδιορίζεται από την αρχή ο «ρυπαίνων πληρώνει», της ανταποδοτικότητας και της διαφάνειας και της δημιουργίας κινήτρων για τη μείωση του όγκου και της αξιοποίησής τους μέσω της ανακύκλωσης.

Σήμερα έχουν συσταθεί ΦοΔΣΑ σε αρκετές περιφέρειες είτε έπειτα από διαβούλευση και συνεργασία των εμπλεκόμενων ΟΤΑ είτε υποχρεωτικά όπως προβλέπει η νομοθεσία, μέσω της σχετικής απόφασης σύστασης από τον Γενικό Γραμματέα της κάθε περιφέρειας. Παράλληλα έχει συγκροτηθεί το άτυπο δίκτυο των φορέων (ΦοΔιΣΑ), το οποίο και αριθμεί 35 φορείς, οι οποίοι αντιστοιχούν σε 472 Δήμους, Κοινότητες, ΤΕΔΚ και ΔΕΥΑ. Το δίκτυο έχει έδρα τη Θήβα και αναμένεται σύντομα η επισημοποίηση της νομικής του μορφής, η οργάνωση της λειτουργίας και της διοίκησής του, σε συμμόρφωση με όσα προβλέπει και ο Ν. 3688/2008 για τη δημιουργία Ένωσης των Φορέων Διαχείρισης Στερεών αποβλήτων.

1. Ο αλγόριθμος Tabu Search

Ο αλγόριθμος TS αναπτύχθηκε ανεξάρτητα από τον Glover (1986) και τον Hansen (1986) για να λύσει συνδυαστικά προβλήματα βελτιστοποίησης. Το όνομα της μεθόδου tabu ή taboo οφείλεται στο γεγονός ότι κατατάσσει ορισμένες λύσεις που προκύπτουν κατά την αναζήτηση ως απαγορευμένες επιδιώκοντας την αποφυγή εγκλωβισμού της διαδικασίας σε κάποια τοπικά βέλτιστη λύση. Ο αλγόριθμος TS ξεκινά με μια αρχική λύση που παράγεται είτε με τυχαίο τρόπο είτε ως αποτέλεσμα κάποιου άλλου αλγορίθμου και η οποία λαμβάνει ταυτόχρονα την θέση της τρέχουσας και της καλύτερης λύσης. Παράλληλα αρχικοποιείται και η μνήμη tabu η οποία μπορεί να αποτελείται από πολλές επιμέρους λίστες. Ο ρόλος της μνήμης δεν είναι να αποτρέψει κινήσεις που έχουν γίνει από το να επαναληφθούν αλλά να αποτρέψει την αντιστροφή τους. Σε κάθε βήμα, ένα υποσύνολο των γειτονικών λύσεων της τρέχουσας λύσης μελετάται και η κίνηση η οποία βελτιώνει περισσότερο την ποιότητα της τελικής λύσης επιλέγεται. Φυσικά η νέα λύση δεν είναι απαραίτητο να είναι βέλτιστη της προηγούμενης: εάν δεν μπορούν να εκτελεστούν βελτιωτικές κινήσεις τότε ο TS αλγόριθμος επιλέγει αυτή που ελάχιστα μειώνει την ποιότητα της τελικής λύσης. Η μνήμη tabu ενημερώνεται αναλύοντας τα επιμέρους χαρακτηριστικά της τρέχουσας λύσης. Τέτοια χαρακτηριστικά μπορούν να είναι ιδιότητες της λύσης που αλλάζουν κατά τον μετασχηματισμό από την παλιά τρέχουσα λύση στην νέα. Οι πληροφορίες που εισάγονται στην μνήμη tabu δεν διατηρούνται συνεχώς αλλά καθώς η διαδικασία εξελίσσεται νέες τιμές αντικαθιστούν παλιότερες. Το μέγεθος της μνήμης είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την απόδοση της μεθόδου ενώ έχουν προταθεί και μεταβλητά μεγέθη μνήμης. Ο αλγόριθμος TS εξετάζει με ιδιαίτερο τρόπο την περίπτωση στην οποία εντοπίζεται μια νέα λύση με καλύτερη συνάρτηση κόστους σε σχέση με όλες τις λύσεις που έχουν παρατηρηθεί αλλά η μνήμη tabu την αποκλείει. Σε αυτή την περίπτωση η λύση στην πλειονότητα των υλοποιήσεων της μεθόδου γίνεται δεκτή ενώ η διαδικασία ονομάζεται aspiration. Γενικότερα το σκεπτικό πίσω από την διαδικασία aspiration είναι ότι αν η επιστροφή

σε ήδη υπάρχουσα λύση δεν μπορεί να συμβεί τότε η πληροφορία *tabu* μπορεί να αγνοηθεί. Συχνά στον αλγόριθμο TS και προκειμένου να ελεγχθεί αποτελεσματικότερα ο χώρος των λύσεων εφαρμόζεται η τεχνική της διαφοροποίησης. Για να γίνει αυτό μπορούν οι περιορισμοί να μεταφερθούν ως ποινή στην συνάρτηση κόστους ή να χρησιμοποιηθεί μια σημαντικά μεγαλύτερη μνήμη *tabu* για όσο διαρκεί η διαφοροποίηση έτσι ώστε να προκύψουν λύσεις με διαφορετικά χαρακτηριστικά από τις ήδη υπάρχουσες. Ο τερματισμός της διαδικασίας μπορεί να γίνει όταν για έναν αριθμό από επαναλήψεις δεν προκύπτει νέα καλύτερη λύση ή όταν η συνάρτηση κόστους ξεπεράσει κάποια προκαθορισμένη τιμή κατωφλίου.

2. Ο Γενετικός Αλγόριθμος

Ο γενετικός αλγόριθμος (GA), ο οποίος εφευρέθηκε από τον Holland (1975), μιμείται τους μηχανισμούς της φυσικής επιλογής στον υπολογιστή. Ο αλγόριθμος αυτός δε λύνει ένα πρόβλημα με μαθηματικό τρόπο, αλλά με βιολογικό, βασιζόμενος στη Δαρβινική θεωρία της εξέλιξης. Ο γενετικός αλγόριθμος χρησιμοποιεί την έννοια του πληθυσμού ατόμων (χρωματοσωμάτων) στα οποία εφαρμόζονται οι γενετικές πράξεις της διασταύρωσης, μετάλλαξης και αντιστροφής. Κάθε μέλος του πληθυσμού κρίνεται με βάση μια συνάρτηση αποδοχής (*fitness function*) και τελικός σκοπός του αλγορίθμου είναι η «επιβίωση του ισχυρότερου».

Η φύση έχει έναν πολύ ισχυρό μηχανισμό εξέλιξης των οργανισμών, που βασίζεται στον ακόλουθο κανόνα της φυσικής επιλογής: οι οργανισμοί που δε μπορούν να επιβιώσουν στο περιβάλλον τους πεθαίνουν, ενώ οι υπόλοιποι πολλαπλασιάζονται μέσω της αναπαραγωγής. Οι απόγονοι παρουσιάζουν μικρές διαφοροποιήσεις από τους προγόνους τους, ενώ συνήθως υπερισχύουν αυτοί που συγκεντρώνουν τα καλύτερα χαρακτηριστικά. Αν το περιβάλλον μεταβάλλεται με αργούς ρυθμούς, τα διάφορα είδη μπορούν να εξελίσσονται σταδιακά ώστε να προσαρμόζονται σε αυτό. Αν όμως συμβούν ραγδαίες μεταβολές, αρκετά είδη οργανισμών θα εξαφανιστούν. Σποραδικά, συμβαίνουν τυχαίες μεταλλάξεις, από τις οποίες οι περισσότερες οδηγούν τα μεταλλαγμένα άτομα στο θάνατο, αν και είναι πιθανό, πολύ σπάνια όμως, να οδηγήσουν στη δημιουργία νέων «καλύτερων» οργανισμών. Σύμφωνα με τις αρχές αυτές η λειτουργία του γενετικού αλγορίθμου έχει ως εξής:

Αρχικά δημιουργείται ένα σύνολο από πιθανές λύσεις του προβλήματος, που ονομάζεται αρχικός πληθυσμός. Υπάρχουν δύο τρόποι σχηματισμού του αρχικού πληθυσμού. Ο πρώτος προκύπτει από την τυχαία παραγωγή λύσεων που δημιουργούνται από μια γεννήτρια τυχαίων αριθμών. Αυτή η μέθοδος προτιμάται για προβλήματα για τα οποία δεν υπάρχει γνώση από πριν ή για την αξιολόγηση της επίδοσης ενός αλγορίθμου.

Η δεύτερη μέθοδος χρησιμοποιεί γνώση από πριν σχετικά με το δοθέν πρόβλημα βελτιστοποίησης. Χρησιμοποιώντας αυτή τη γνώση, ένα σύνολο προδιαγραφών λαμβάνεται υπόψη και λύσεις οι οποίες ικανοποιούν αυτές τις προδιαγραφές συλλέγονται για να σχηματίσουν έναν αρχικό πληθυσμό. Σε αυτή την περίπτωση, ο GA αρχίζει με ένα σύνολο κατά προσέγγιση γνωστών λύσεων και άρα συγκλίνει σε μια βέλτιστη λύση σε λιγότερο χρόνο σε σχέση με την προηγούμενη μέθοδο.

Κάθε υποψήφια λύση παριστάνεται με μια συμβολοσειρά ενός πεπερασμένου αλφαβήτου. Κάθε στοιχείο της συμβολοσειράς είναι ένα γονίδιο και η ίδια η συμβολοσειρά είναι ένα χρωμόσωμα.

Στην φύση (DNA) τα αλφάβητο έχει μήκος τέσσερα και αποτελείται από τα στοιχεία A,G,T και C ενώ στους γενετικούς αλγορίθμους χρησιμοποιείται συνήθως το δυαδικό αλφάβητο. Ωστόσο υπάρχουν περιπτώσεις γενετικών αλγορίθμων που χρησιμοποιούν πιο σύνθετες μορφές αναπαράστασης (π.χ. πραγματικούς αριθμούς, αλφαριθμητικά στοιχεία κλπ).

Οι γενετικοί αλγόριθμοι σε κάθε γενιά επιλέγουν ορισμένα χρωμοσώματα του τρέχοντος πληθυσμού ως υποψήφιους γονείς των χρωμοσωμάτων της επόμενης γενιάς. Η πιθανότητα να επιλεγεί ένα χρωμόσωμα σαν υποψήφιος γονέας είναι ανάλογη της αξίας καταλληλότητας (fitness value), που εκφράζει την ποιότητά του ως ενδεχόμενη λύση του προβλήματος. Η φυσική επιλογή αναλαμβάνει να επιλέξει τα χρωμοσώματα που θα δημιουργήσουν τους απογόνους της επόμενης γενιάς. Τα χρωμοσώματα που επιλέγονται από αυτή τη διαδικασία εντάσσονται σε ένα προσωρινό σύνολο υποψήφιων γονέων. Ένα χρωμόσωμα μπορεί να επιλεγεί σαν μέλος αυτού του συνόλου περισσότερες από μία φορές, αυξάνοντας τις πιθανότητές του να γίνει γονέας για την επόμενη γενιά. Με το πέρας της διαδικασίας της φυσικής

επιλογής, το σύνολο των υποψήφιων γονέων έχει δημιουργηθεί. Το τελευταίο στάδιο κάθε γενιάς περιλαμβάνει την αναπαραγωγή των χρωμοσωμάτων. Σε αυτό το στάδιο οι γονείς υποβάλλονται σε διαδικασίες προσμίξεων και μεταλλάξεων με τη βοήθεια μηχανισμών κληρονόμησης, γνωστών και ως γενετικοί τελεστές. Δύο τυπικοί γενετικοί τελεστές είναι η γενετική διασταύρωση (crossover) και η μετάλλαξη (mutation). Η γενετική διασταύρωση αναφέρεται στη διαδικασία επιλογής δύο χρωμοσωμάτων, από το σύνολο των υποψήφιων γονέων, και ανταλλαγής γενετικού υλικού μεταξύ τους. Αυτό γίνεται με την ελπίδα ότι, από τη διασταύρωση καλών ενδεχόμενων λύσεων, θα παραχθούν νέες, καλύτερες λύσεις. Η μετάλλαξη εφαρμόζεται συνήθως μετά τη διαδικασία της γενετικής διασταύρωσης. Σε αντίθεση με τη γενετική διασταύρωση, εφαρμόζεται σε ένα μόνο χρωμόσωμα κάθε φορά. Μπορεί να εισάγει νέες τιμές στα γονίδια των χρωμοσωμάτων, οι οποίες δεν είναι παρούσες στο πληθυσμό. Επίσης με το να δημιουργεί μικρές μεταβολές στα χρωμοσώματα, η έρευνα του χώρου αναζήτησης γίνεται πιο αποτελεσματική, αφού μειώνεται η πιθανότητα ο πληθυσμός να κολλήσει σε μία μη βέλτιστη λύση.

3. Ο αλγόριθμος Ant Colony Optimisation

Οι αλγόριθμοι βελτιστοποίησης και ελέγχου που εμπνέονται από τα πρότυπα της εύρεσης τροφής στα μυρμήγκια είναι απροσδόκητα επιτυχείς και έχουν γίνει γνωστοί τα τελευταία χρόνια ως Βελτιστοποίηση Αποικιών Μυρμηγκιών (Ant Colony Optimisation-ACO) και Δρομολόγηση Αποικιών Μυρμηγκιών (Ant Colony Routing-ACR). Το πρώτο σύστημα ACO εισήχθη από τον Marco Dorigo στη διδακτορική του διατριβή και ονομάστηκε σύστημα μυρμηγκιών (Ant System-AS). Το AS είναι αποτέλεσμα μιας εργασίας που έγινε πάνω στα συνδυαστικά προβλήματα βελτιστοποίησης. Ένα ζήτημα που απασχόλησε τους ερευνητές ήταν με ποιον τρόπο τα πραγματικά μυρμήγκια καταφέρνουν να βρουν, μολονότι σχεδόν τυφλά, τη συντομότερη διαδρομή από τη φωλιά τους προς μια πηγή τροφής. Το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν ήταν ότι τα μυρμήγκια ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους προκειμένου να επιλέξουν τη διαδρομή που θα ακολουθήσουν, χρησιμοποιώντας ως μέσο ίχνη φερομόνης (pheromone), μια ουσία που αφήνει στο έδαφος κάθε μυρμήγκι. Όταν μετακινούμενο εντοπίσει ίχνος φερομόνης, ένα μυρμήγκι αποφασίζει με μεγάλη πιθανότητα να ακολουθήσει το ίχνος αυξάνοντας την ποσότητα της φερομόνης σε τούτη τη διαδρομή. Πρόκειται για αυτοενισχυόμενη διαδικασία με την έννοια ότι όσο

περισσότερα μυρμήγκια έχουν ακολουθήσει μια διαδρομή, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα ένα άλλο μυρμήγκι να ακολουθήσει την ίδια διαδρομή. Δεδομένου ότι η ποσότητα στη συντομότερη διαδρομή αυξάνεται ταχύτερα, σχετικά γρήγορα όλα τα μυρμήγκια καταλήγουν να επιλέγουν αυτή τη διαδρομή.

Για παράδειγμα, υποθέτουμε ότι μυρμήγκια μετακινούνται από τη φωλιά τους προς την πηγή τροφής και επιστρέφουν στη φωλιά τους, έχοντας να επιλέξουν μία από δύο δυνατές διαδρομές. Αφού όλα τα μυρμήγκια έχουν περίπου την ίδια ταχύτητα, τα μυρμήγκια που τυχαία επιλέγουν τη σύντομη διαδρομή είναι τα πρώτα που θα φθάσουν στη φωλιά (επίδραση διαφορικού μονοπατιού). Η συντομότερη διαδρομή, λοιπόν, λαμβάνει φερομόνη νωρίτερα από την άλλη και αυτό αυξάνει την πιθανότητα της να επιλεγεί από περισσότερα μυρμήγκια. Συνεπώς, η φερομόνη ξεκινά να συσσωρεύεται ταχύτερα στη συντομότερη διαδρομή, η οποία σταδιακά θα καταλήξει να χρησιμοποιείται από όλα τα μυρμήγκια. Τέλος, με τη πάροδο του χρόνου η φερομόνη στο μακρύτερο μονοπάτι θα εξατμιστεί και το μονοπάτι θα εξαφανιστεί.

Ο Ant Colony Optimization (ACO) χρησιμοποιεί τεχνητά μυρμήγκια για να βρουν λύσεις σε προβλήματα βελτιστοποίησης. Η συμπεριφορά των τεχνητών μυρμηγκιών βασίζεται σε αυτή που έχουν τα πραγματικά μυρμήγκια. Κάθε μυρμήγκι της ‘αποικίας’ χτίζει μία λύση στο πρόβλημα υπό κατασκευή, και χρησιμοποιεί πληροφορία συγκεντρωμένη από τα χαρακτηριστικά του προβλήματος και της δικιάς του επίδοσης για να αλλάξει τον τρόπο που τα υπόλοιπα μυρμήγκια αντιλαμβάνονται το πρόβλημα.

Στην ακόλουθη εικόνα αναπαρίσταται ένα παράδειγμα των κινήσεων των τεχνητών μυρμηγκιών. Τη χρονική στιγμή $t=0$, ένας αριθμός από μυρμήγκια κινείται από το σημείο ενδιαφέροντος A στο B. Όταν τα μυρμήγκια φτάνουν στο σημείο A, έχουν να επιλέξουν μεταξύ της διαδρομής BFC και της διαδρομής BEC. Αρχικά τα ίχνη της φερομόνης είναι τα ίδια για τις δύο εναλλακτικές διαδρομές, έτσι τα μισά θα επιλέξουν τη πρώτη διαδρομή και τα υπόλοιπα τη δεύτερη. Τα μυρμήγκια που επέλεξαν τη δεύτερη θα επιστρέψουν σε συντομότερο χρόνο από τα υπόλοιπα. Αυτό σημαίνει ότι τα ίχνη φερομόνης που έχουν εναποτεθεί στη δεύτερη διαδρομή εξατμίζονται λιγότερο από αυτά στη πρώτη.

Τη χρονική στιγμή $t=1$, τα μυρμήγκια ξεκινούν ξανά τις διαδρομές τους. Όταν φτάσουν στο σημείο B, η συγκέντρωση φερομόνης στο δεύτερο μονοπάτι θα είναι υψηλότερη από του πρώτου, έτσι περισσότερα μυρμήγκια θα επιλέξουν τη δεύτερη διαδρομή. Μετά από αρκετούς κύκλους ($t=n$) η φερομόνη στο πρώτο μονοπάτι εξατμίζεται τελείως και όλα τα μυρμήγκια επιλέγουν το δεύτερο μονοπάτι που είναι το συντομότερο.

4. Ο Αλγόριθμος Προσομοιωμένης Ανόπτησης

Ο αλγόριθμος Simulated Annealing (SA) προήλθε από τη στατιστική μηχανική. Παρουσιάζει αναλογία με την τεχνική της ανόπτησης όπως αυτή εφαρμόζεται κατά την διαδικασία ψύξης ενός υλικού το οποίο πρώτα έχει περιέλθει σε κατάσταση τήξεως. Με το συγκεκριμένο πρόβλημα ασχολήθηκαν οι Metropolis et al. και κατασκεύασαν ένα αλγόριθμο προκειμένου να προσομοιώσουν την διαδικασία. Η αντιστοιχία ανάμεσα στα προβλήματα αντοχής υλικών και στα προβλήματα βελτιστοποίησης έγινε από τους Kirkpatrick et al. αναγνωρίζοντας την αναλογία μεταξύ του φορτίου ενέργειας ενός υλικού και στο κόστος μιας λύσης ενός συνδυαστικού προβλήματος.

Η ανόπτηση είναι μια φυσική διαδικασία στην οποία θερμαίνουμε το στερεό και ύστερα το ψύχουμε αργά μέχρι να κρυσταλλοποιηθεί. Τα άτομα στο υλικό έχουν υψηλή ενέργεια σε υψηλές θερμοκρασίες και έχουν μεγαλύτερη ελευθερία να διαταχθούν. Όταν η θερμοκρασία μειώνεται, η ατομική ενέργεια μειώνεται. Όσο πιο αργά παγώνουν τα στερεά τόσο σε χαμηλότερη στάθμη ενέργειας φθάνουν, το οποίο είναι και το επιθυμητό αποτέλεσμα. Η απότομη μείωση της θερμοκρασίας προκαλεί ατέλειες στο υλικό. Αν όμως η μείωση της θερμοκρασίας γίνει σταδιακά τότε σχηματίζονται μεγάλοι συμπαγείς κρύσταλλοι και το υλικό βρίσκεται σε κατάσταση ελάχιστης ενέργειας. Έτσι, κατ'αναλογία μεταξύ ενός συνδυαστικού προβλήματος βελτιστοποίησης οι καταστάσεις του στερεού αντιστοιχούν σε εφικτές λύσεις του προβλήματος βελτιστοποίησης ενώ οι ενέργειες των καταστάσεων αντιστοιχούν στις τιμές της αντικειμενικής συνάρτησης. Η μικρότερη στάθμη ενέργειας αντιστοιχεί στη βέλτιστη λύση για το πρόβλημα, ενώ ένα γρήγορο «πάγωμα» μπορεί να ερμηνευθεί ως τοπικό βέλτιστο ή αλλιώς μία υποβέλτιστη λύση. Ο χρόνος «παγώματος» είναι

αντίστροφα ανάλογος του χρόνου εκτέλεσης των εργασιών. Όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος «παγώματος» τόσο σε μικρότερο χρόνο εκτέλεσης αντιστοιχεί άρα τόσο καλύτερη θα είναι και η λύση.

Η μέθοδος προσομοιωμένης ανόπτησης μπορεί να θεωρηθεί ως μια μέθοδος τοπικής αναζήτησης. Ωστόσο η επιλογή μιας νέας λύσης δεν γίνεται μόνο προς την κατεύθυνση της μείωσης του κόστους αλλά γίνονται δεκτές και λύσεις που δεν βελτιώνουν άμεσα το κόστος. Η αποδοχή υποδεέστερων λύσεων εξαρτάται από την απόσταση της νέας λύσης από την καλύτερη λύση καθώς και από το χρονικό διάστημα που έχει παρέλθει από την έναρξη της αναζήτησης. Από την άλλη μεριά ο αλγόριθμος λειτουργεί κάνοντας αποδεκτή με πιθανότητα 1 οποιαδήποτε νέα λύση είναι καλύτερη από την τρέχουσα καλύτερη λύση. Όπως προκύπτει από τα παραπάνω πρόκειται για μια στοχαστική μέθοδο με κύριο στόχο την αποφυγή εγκλωβισμού της αναζήτησης σε τοπικά βέλτιστα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη μέθοδος έχει μελετηθεί διεξοδικά σε σχέση με την στατιστική της συμπεριφορά χρησιμοποιώντας μαρκοβιανές αλυσίδες. Έχει αποδειχθεί ότι η μέθοδος συγκλίνει στην βέλτιστη λύση αλλά δυστυχώς απαιτεί εκθετικό χρόνο σε σχέση με το μέγεθος του προβλήματος.

Προκειμένου να λειτουργήσει ικανοποιητικά ο αλγόριθμος θα πρέπει να καθοριστούν διάφοροι παράμετροι όπως η αρχική θερμοκρασία, το πρόγραμμα ψύχρανσης και το κριτήριο τερματισμού της διαδικασίας. Επιπλέον θα πρέπει να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με την συνάρτηση κόστους και τον τρόπο επιλογής της γειτονιάς μιας λύσης. Η θερμοκρασία έναρξης της διαδικασίας θα πρέπει να είναι αρκετά υψηλή έτσι ώστε να επιτρέπει την μετάβαση σε όλες τις γειτονικές λύσεις. Ωστόσο σε ορισμένα προβλήματα δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστεί εκ των προτέρων κατάλληλη τιμή αρχικής θερμοκρασίας. Σε αυτές της περιπτώσεις μπορεί να προαποφασισθεί ένα ποσοστό που να αντιστοιχεί σε κινήσεις που θα γίνουν αποδεκτές και το σύστημα να θερμανθεί σταδιακά αλλά γρήγορα μέχρι να επιτευχθεί αυτό το ποσοστό. Ανάλογα με τον τρόπο ψύχρανσης που επιλέγεται προσδιορίζεται και ο αριθμός των επαναλήψεων που ο αλγόριθμος θα εκτελέσει σε κάθε θερμοκρασία έτσι ώστε η διαδικασία να ολοκληρώνεται σε αποδεκτά χρονικά όρια. Γενικά όμως θα πρέπει να διατίθεται μεγαλύτερος αριθμός επαναλήψεων σε χαμηλές θερμοκρασίες έτσι ώστε να εντοπίζεται η τοπικά βέλτιστη λύση. Θεωρητικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι ο

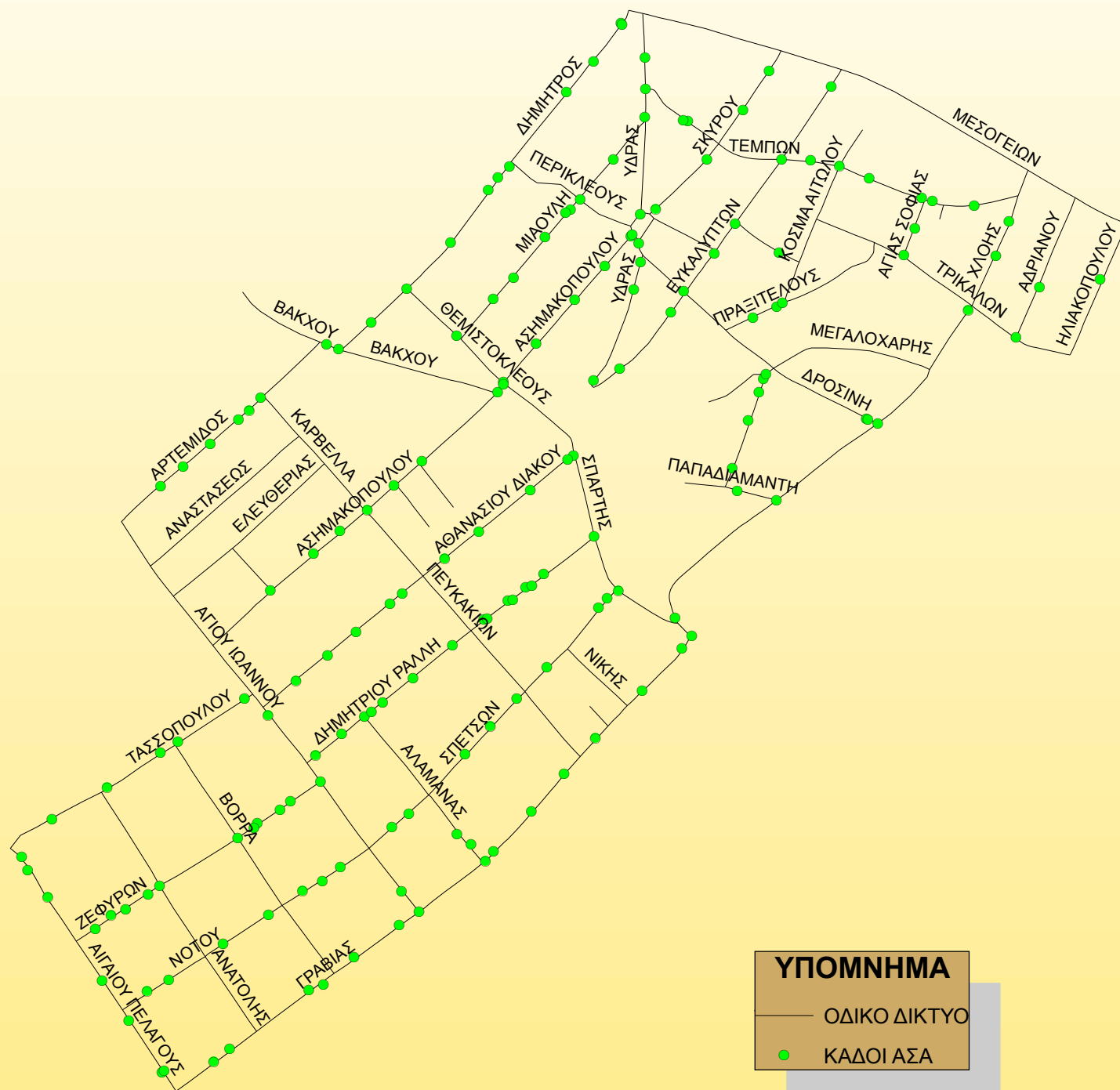
τρόπος ψύχρανσης δεν είναι τόσο σημαντικός όσο ο ρυθμός ψύχρανσης. Ο απλούστερος αλλά λιγότερο αποδοτικός τρόπος τερματισμού της διαδικασίας είναι καθορίζοντας εκ των προτέρων το συνολικό αριθμό επαναλήψεων. Εναλλακτικά μπορεί να καθοριστεί μια θερμοκρασία που να ορίζει το όριο πάνω από το οποίο η διαδικασία εξακολουθεί να εκτελείται. Επίσης μπορεί να εξετάζεται το ποσοστό των κινήσεων που γίνονται αποδεκτές και αν αυτές είναι κάτω ενός ορίου ο αλγόριθμος να τερματίζει. Από την άλλη μεριά η συνάρτηση κόστους μπορεί να προκύπτει με φυσικό τρόπο από το ίδιο το πρόβλημα.

Η μέθοδος της προσομοιωμένης ανόπτησης έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε πληθώρα προβλημάτων συνδυαστικής βελτιστοποίησης. Πρόκειται για μια ιδιαίτερα χρήσιμη μέθοδο σε σύνθετα προβλήματα για τα οποία δεν μπορούν να σχεδιαστούν με ευκολία άλλες εξειδικευμένες ευρετικές τεχνικές. Ωστόσο απαιτεί μεγάλους υπολογιστικούς χρόνους και όπως βέβαια συμβαίνει και με τις άλλες μεταευρετικές τεχνικές δεν υπάρχει βεβαιότητα για τον βαθμό στον οποίο η προτεινόμενη λύση είναι κοντά στην βέλτιστη. Επιπλέον η απόδοση και ο χρόνος εκτέλεσης της μεθόδου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επιλογή των παραμέτρων του αλγορίθμου ενώ η καταλληλότερη επιλογή τιμών για τις παραμέτρους συχνά γίνεται με μια σειρά πειραμάτων που προηγούνται της κανονικής εκτέλεσης της μεθόδου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΧΑΡΤΕΣ

ΧΑΡΤΗΣ 1: ΚΑΔΟΙ ΑΣΑ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

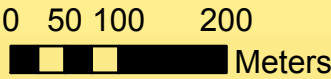
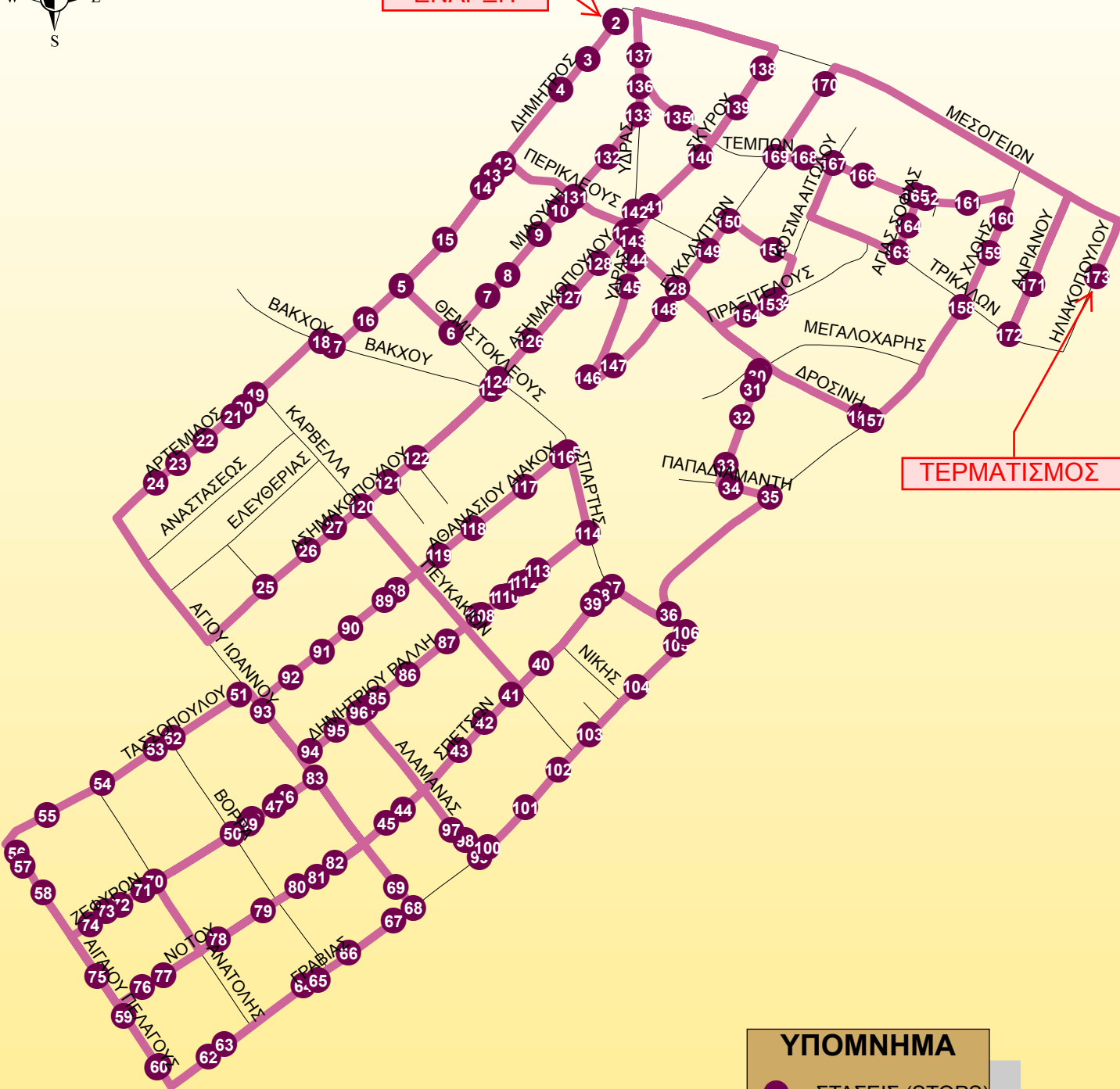


ΧΑΡΤΗΣ 2: ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΑΠΟΚΟΜΙΔΗΣ ΣΥΜΜΕΙΚΤΩΝ ΑΣΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 1

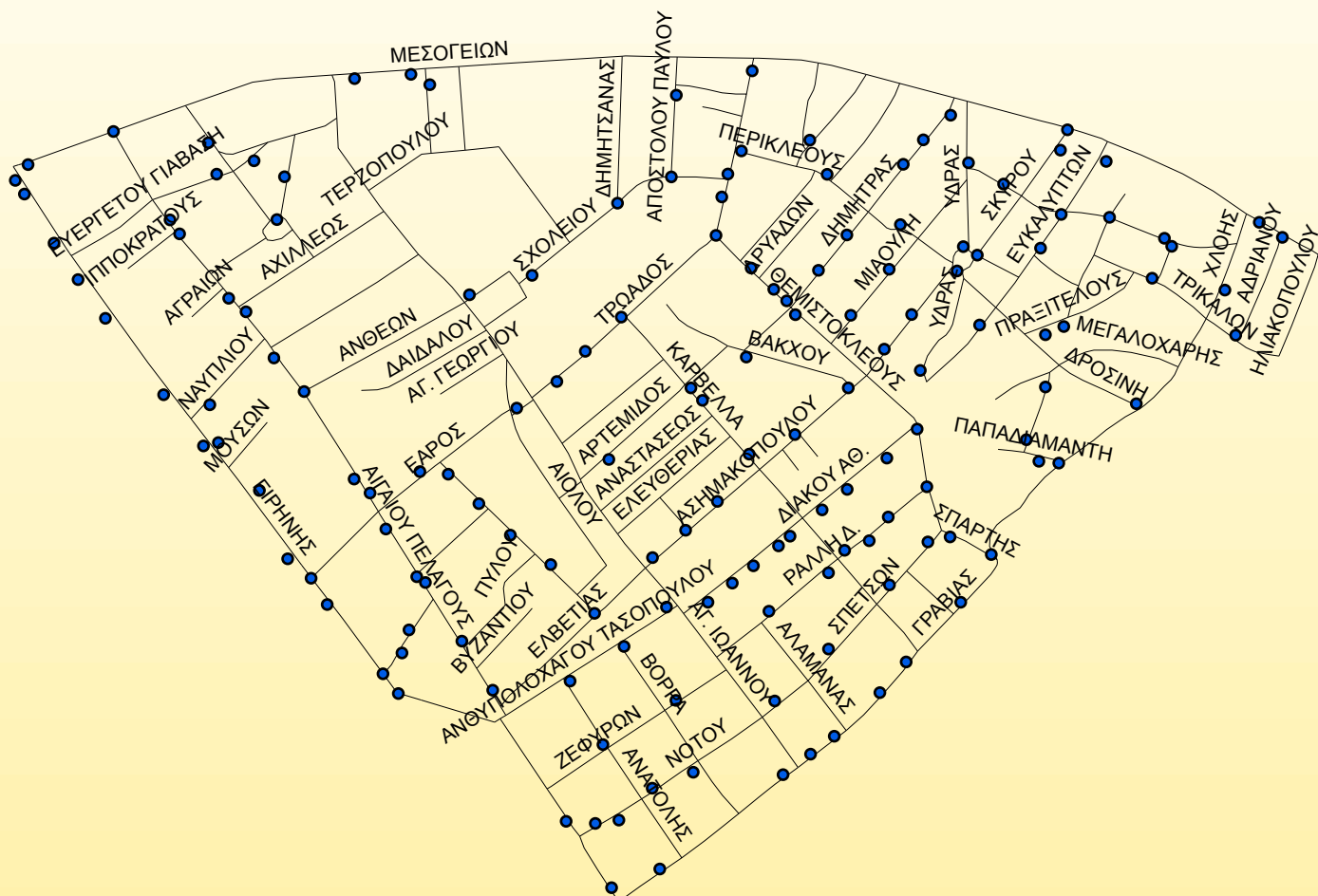


ΕΝΑΡΞΗ

ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ



ΧΑΡΤΗΣ 3: ΚΑΔΟΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΣΤΟ ΤΟΜΕΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ΚΑΔΟΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ
- ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

0 200 400 Meters



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

ΟΔΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ

Route: Location 1 - Location 159		13280,7 m
1:	Start at Location 1	
2:	Go southwest on ΔΗΜΗΤΡΟΣ toward ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	0,8 m
3:	Arrive at Location 2, on the left	
4:	Depart Location 2	
5:	Continue southwest on ΔΗΜΗΤΡΟΣ	54,7 m
6:	Arrive at Location 3, on the left	
7:	Depart Location 3	
8:	Continue southwest on ΔΗΜΗΤΡΟΣ	48,2 m
9:	Arrive at Location 160, on the right	
10:	Depart Location 160	
11:	Continue southwest on ΔΗΜΗΤΡΟΣ	300,1 m
12:	Arrive at Location 10	
13:	Depart Location 10	
14:	Go southeast on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	81,1 m
15:	Arrive at Location 76, on the right	
16:	Depart Location 76	
17:	Go southeast on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	6,2 m
18:	Turn left on ΜΙΑΟΥΛΗ	60,9 m
19:	Arrive at Location 75, on the left	
20:	Depart Location 75	
21:	Continue northeast on ΜΙΑΟΥΛΗ	34,5 m
22:	Arrive at Location 74, on the right	
23:	Depart Location 74	
24:	Continue northeast on ΜΙΑΟΥΛΗ	60,6 m
25:	Arrive at Location 73, on the left	
26:	Depart Location 73	
27:	Continue northeast on ΜΙΑΟΥΛΗ	37,6 m
28:	Arrive at Location 72, on the left	
29:	Depart Location 72	
30:	Continue northeast on ΜΙΑΟΥΛΗ	7,1 m
31:	Arrive at Location 71, on the right	
32:	Depart Location 71	
33:	Continue northeast on ΜΙΑΟΥΛΗ	16 m
34:	Turn left on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	95,3 m
35:	Turn left on ΔΗΜΗΤΡΟΣ	5,3 m
36:	Arrive at Location 4, on the left	
37:	Depart Location 4	
38:	Go southwest on ΔΗΜΗΤΡΟΣ	18,7 m
39:	Arrive at Location 5, on the right	
40:	Depart Location 5	

41:	Continue southwest on ΔΗΜΗΤΡΟΣ	18,9 m
42:	Arrive at Location 6, on the right	
43:	Depart Location 6	
44:	Continue southwest on ΔΗΜΗΤΡΟΣ	75,8 m
45:	Arrive at Location 7, on the right	
46:	Depart Location 7	
47:	Continue southwest on ΔΗΜΗΤΡΟΣ	134 m
48:	Arrive at Location 8, on the left	
49:	Depart Location 8	
50:	Continue southwest on ΔΗΜΗΤΡΟΣ	48,4 m
51:	Turn right on ΒΑΚΧΟΥ	3,1 m
52:	Arrive at Location 9, on the right	
53:	Depart Location 9	
54:	Go west on ΒΑΚΧΟΥ	15,2 m
55:	Arrive at Location 11, on the left	
56:	Depart Location 11	
57:	Go west on ΒΑΚΧΟΥ	8,3 m
58:	Turn left on ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	96,2 m
59:	Arrive at Location 12, on the right	
60:	Depart Location 12	
61:	Continue southwest on ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	20,4 m
62:	Arrive at Location 13, on the left	
63:	Depart Location 13	
64:	Continue southwest on ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	16,5 m
65:	Arrive at Location 14, on the left	
66:	Depart Location 14	
67:	Continue southwest on ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	43,6 m
68:	Arrive at Location 15, on the left	
69:	Depart Location 15	
70:	Continue southwest on ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	42,4 m
71:	Arrive at Location 16, on the left	
72:	Depart Location 16	
73:	Continue southwest on ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	35 m
74:	Arrive at Location 17, on the left	
75:	Depart Location 17	
76:	Continue southwest on ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	62,6 m
77:	Turn left on ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ	182 m
78:	Turn left on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	94 m
79:	Arrive at Location 18, on the left	
80:	Depart Location 18	
81:	Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	67,1 m

82:	Arrive at Location 19, on the left	
83:	Depart Location 19	
84:	Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	41,3 m
85:	Arrive at Location 20, on the left	
86:	Depart Location 20	
87:	Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	260,8 m
88:	Bear left on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	3 m
89:	Bear right on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	232,8 m
90:	Turn right on ΥΔΡΑΣ	10,4 m
91:	Turn right on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	82,9 m
92:	Arrive at Location 167, on the left	
93:	Depart Location 167	
94:	Continue southeast on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	67,6 m
95:	Continue on ΔΡΟΣΙΝΗ	72,3 m
96:	Turn right on ΜΕΓΑΛΟΧΑΡΗΣ	11,5 m
97:	Arrive at Location 172, on the left	
98:	Depart Location 172	
99:	Go south on ΣΥΝΤΑΓΜΑΤΑΡΧΟΥ ΔΑΒΑΚΗ	6,3 m
100:	Arrive at Location 49, on the right	
101:	Depart Location 49	
102:	Go south on ΣΥΝΤΑΓΜΑΤΑΡΧΟΥ ΔΑΒΑΚΗ	16,4 m
103:	Arrive at Location 50, on the right	
104:	Depart Location 50	
105:	Continue south on ΣΥΝΤΑΓΜΑΤΑΡΧΟΥ ΔΑΒΑΚΗ	35,5 m
106:	Arrive at Location 51, on the right	
107:	Depart Location 51	
108:	Continue south on ΣΥΝΤΑΓΜΑΤΑΡΧΟΥ ΔΑΒΑΚΗ	59,6 m
109:	Arrive at Location 52, on the right	
110:	Depart Location 52	
111:	Continue southwest on ΣΥΝΤΑΓΜΑΤΑΡΧΟΥ ΔΑΒΑΚΗ	23,6 m
112:	Turn left on ΠΑΠΑΔΙΑΜΑΝΤΗ	15 m
113:	Arrive at Location 53, on the right	
114:	Depart Location 53	
115:	Continue east on ΠΑΠΑΔΙΑΜΑΝΤΗ	47,4 m
116:	Arrive at Location 54	
117:	Depart Location 54	
118:	Go southwest on ΓΡΑΒΙΑΣ	198,8 m
119:	Arrive at Location 154, on the right	
120:	Depart Location 154	

121: Go southeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	7,4 m
122: Make sharp right on ΣΠΑΡΤΗΣ	80,9 m
123: Arrive at Location 122, on the left	
124: Depart Location 122	
125: Go northwest on ΣΠΑΡΤΗΣ	2,6 m
126: Turn left on ΣΠΕΤΣΩΝ	16 m
127: Arrive at Location 123, on the right	
128: Depart Location 123	
129: Continue southwest on ΣΠΕΤΣΩΝ	14,4 m
130: Arrive at Location 124, on the right	
131: Depart Location 124	
132: Continue southwest on ΣΠΕΤΣΩΝ	93,8 m
133: Arrive at Location 125, on the right	
134: Depart Location 125	
135: Continue southwest on ΣΠΕΤΣΩΝ	51,5 m
136: Arrive at Location 126, on the right	
137: Depart Location 126	
138: Continue southwest on ΣΠΕΤΣΩΝ	45,1 m
139: Arrive at Location 127, on the right	
140: Depart Location 127	
141: Continue southwest on ΣΠΕΤΣΩΝ	44,7 m
142: Arrive at Location 128, on the right	
143: Depart Location 128	
144: Continue southwest on ΣΠΕΤΣΩΝ	96,7 m
145: Arrive at Location 129, on the left	
146: Depart Location 129	
147: Continue southwest on ΣΠΕΤΣΩΝ	25,4 m
148: Arrive at Location 130, on the right	
149: Depart Location 130	
150: Continue southwest on ΣΠΕΤΣΩΝ	36,7 m
151: Turn right on ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ	97,3 m
152: Turn left on ΖΕΦΥΡΩΝ	42 m
153: Arrive at Location 131, on the right	
154: Depart Location 131	
155: Continue southwest on ΖΕΦΥΡΩΝ	16,3 m
156: Arrive at Location 132, on the left	
157: Depart Location 132	
158: Continue southwest on ΖΕΦΥΡΩΝ	31,3 m
159: Arrive at Location 133, on the right	
160: Depart Location 133	
161: Continue southwest on ΖΕΦΥΡΩΝ	6,1 m

162: Arrive at Location 134, on the left	
163: Depart Location 134	
164: Continue southwest on ΖΕΦΥΡΩΝ	22,4 m
165: Arrive at Location 135, on the right	
166: Depart Location 135	
167: Continue southwest on ΖΕΦΥΡΩΝ	108,2 m
168: Turn left on ΑΝΑΤΟΛΗΣ	99,8 m
169: Turn left on ΝΟΤΟΥ	232,3 m
170: Turn left on ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ	228,1 m
171: Turn left on ΤΑΣΣΟΠΟΥΛΟΥ	10,9 m
172: Arrive at Location 88, on the right	
173: Depart Location 88	
174: Continue southwest on ΤΑΣΣΟΠΟΥΛΟΥ	93,8 m
175: Arrive at Location 89, on the right	
176: Depart Location 89	
177: Continue southwest on ΤΑΣΣΟΠΟΥΛΟΥ	24,3 m
178: Arrive at Location 90, on the right	
179: Depart Location 90	
180: Continue southwest on ΤΑΣΣΟΠΟΥΛΟΥ	75,2 m
181: Arrive at Location 91, on the right	
182: Depart Location 91	
183: Continue southwest on ΤΑΣΣΟΠΟΥΛΟΥ	75,5 m
184: Arrive at Location 92, on the left	
185: Depart Location 92	
186: Continue southwest on ΤΑΣΣΟΠΟΥΛΟΥ	61,1 m
187: Turn left on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	16,6 m
188: Arrive at Location 93, on the left	
189: Depart Location 93	
190: Go southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	16,5 m
191: Arrive at Location 99, on the right	
192: Depart Location 99	
193: Go southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	40,3 m
194: Arrive at Location 94, on the left	
195: Depart Location 94	
196: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	174,3 m
197: Arrive at Location 96, on the right	
198: Depart Location 96	
199: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	72,7 m
200: Arrive at Location 98, on the left	
201: Depart Location 98	
202: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	0,1 m

203: Arrive at Location 97, on the right	
204: Depart Location 97	
205: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	27,4 m
206: Turn left on ΓΡΑΒΙΑΣ	56,4 m
207: Arrive at Location 141, on the left	
208: Depart Location 141	
209: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	24,2 m
210: Arrive at Location 142, on the left	
211: Depart Location 142	
212: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	116,5 m
213: Arrive at Location 143, on the left	
214: Depart Location 143	
215: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	17,6 m
216: Arrive at Location 164, on the right	
217: Depart Location 164	
218: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	48,4 m
219: Arrive at Location 144, on the left	
220: Depart Location 144	
221: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	65,5 m
222: Arrive at Location 145, on the left	
223: Depart Location 145	
224: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	28,2 m
225: Arrive at Location 173	
226: Depart Location 173	
227: Go northwest on ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ	32,3 m
228: Arrive at Location 157, on the left	
229: Depart Location 157	
230: Continue northwest on ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ	161 m
231: Turn left on ΖΕΦΥΡΩΝ	226,3 m
232: Arrive at Location 136, on the left	
233: Depart Location 136	
234: Continue southwest on ΖΕΦΥΡΩΝ	17,1 m
235: Arrive at Location 140, on the left	
236: Depart Location 140	
237: Continue southwest on ΖΕΦΥΡΩΝ	31,6 m
238: Arrive at Location 137, on the left	
239: Depart Location 137	
240: Continue southwest on ΖΕΦΥΡΩΝ	18,6 m
241: Arrive at Location 138, on the right	
242: Depart Location 138	
243: Continue southwest on ΖΕΦΥΡΩΝ	24,4 m

244: Arrive at Location 139, on the left	
245: Depart Location 139	
246: Continue southwest on ΖΕΦΥΡΩΝ	26,6 m
247: Turn left on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	56,1 m
248: Arrive at Location 95, on the right	
249: Depart Location 95	
250: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	41,8 m
251: Turn left on ΝΟΤΟΥ	36,5 m
252: Arrive at Location 100, on the left	
253: Depart Location 100	
254: Continue northeast on ΝΟΤΟΥ	28,6 m
255: Arrive at Location 101, on the right	
256: Depart Location 101	
257: Continue northeast on ΝΟΤΟΥ	77,5 m
258: Arrive at Location 102, on the left	
259: Depart Location 102	
260: Continue northeast on ΝΟΤΟΥ	63,1 m
261: Arrive at Location 103, on the right	
262: Depart Location 103	
263: Continue northeast on ΝΟΤΟΥ	49,3 m
264: Arrive at Location 104, on the left	
265: Depart Location 104	
266: Continue northeast on ΝΟΤΟΥ	26,2 m
267: Arrive at Location 105, on the right	
268: Depart Location 105	
269: Continue northeast on ΝΟΤΟΥ	27 m
270: Arrive at Location 106, on the left	
271: Depart Location 106	
272: Continue northeast on ΝΟΤΟΥ	40,4 m
273: Turn left on ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ	97,3 m
274: Arrive at Location 163	
275: Depart Location 163	
276: Continue northwest on ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ	27,3 m
277: Turn right on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	96,9 m
278: Arrive at Location 110, on the right	
279: Depart Location 110	
280: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	17,6 m
281: Arrive at Location 111, on the right	
282: Depart Location 111	
283: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	45,8 m
284: Arrive at Location 112, on the right	

285: Depart Location 112	
286: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	60,6 m
287: Arrive at Location 113, on the right	
288: Depart Location 113	
289: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	28 m
290: Turn left on ΠΕΥΚΑΚΙΩΝ	86 m
291: Turn left on ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ	32,4 m
292: Arrive at Location 83, on the left	
293: Depart Location 83	
294: Continue southwest on ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ	18,7 m
295: Arrive at Location 84, on the left	
296: Depart Location 84	
297: Continue southwest on ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ	51,8 m
298: Arrive at Location 85, on the left	
299: Depart Location 85	
300: Continue southwest on ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ	43,4 m
301: Arrive at Location 86, on the left	
302: Depart Location 86	
303: Continue southwest on ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ	48,2 m
304: Arrive at Location 87, on the left	
305: Depart Location 87	
306: Continue southwest on ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ	49,8 m
307: Turn left on ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ	11,2 m
308: Arrive at Location 165, on the right	
309: Depart Location 165	
310: Continue southeast on ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ	72,6 m
311: Turn left on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	13,4 m
312: Arrive at Location 107, on the left	
313: Depart Location 107	
314: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	39,8 m
315: Arrive at Location 108, on the left	
316: Depart Location 108	
317: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	34 m
318: Arrive at Location 109, on the left	
319: Depart Location 109	
320: Go southeast on ΑΛΑΜΑΝΑΣ	177 m
321: Arrive at Location 156, on the right	
322: Depart Location 156	

323: Continue southeast on ΑΛΑΜΑΝΑΣ	20 m
324: Arrive at Location 155, on the left	
325: Depart Location 155	
326: Continue southeast on ΑΛΑΜΑΝΑΣ	25,7 m
327: Turn left on ΓΡΑΒΙΑΣ	3,1 m
328: Arrive at Location 146, on the right	
329: Depart Location 146	
330: Go northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	14,9 m
331: Arrive at Location 147, on the left	
332: Depart Location 147	
333: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	65,2 m
334: Arrive at Location 148, on the left	
335: Depart Location 148	
336: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	59,3 m
337: Arrive at Location 149, on the left	
338: Depart Location 149	
339: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	55,7 m
340: Arrive at Location 150, on the left	
341: Depart Location 150	
342: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	78,9 m
343: Arrive at Location 151, on the left	
344: Depart Location 151	
345: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	68,6 m
346: Arrive at Location 152, on the left	
347: Depart Location 152	
348: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	18 m
349: Arrive at Location 153, on the right	
350: Depart Location 153	
351: Go northwest on ΓΡΑΒΙΑΣ	21,9 m
352: Bear left on ΣΠΑΡΤΗΣ	83,5 m
353: Turn left on ΣΠΕΤΣΩΝ	162,9 m
354: Turn right on ΠΕΥΚΑΚΙΩΝ	96,1 m
355: Turn right on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	20,3 m
356: Arrive at Location 114, on the left	
357: Depart Location 114	
358: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	3,3 m
359: Arrive at Location 115, on the right	
360: Depart Location 115	
361: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	32,3 m
362: Arrive at Location 116, on the left	
363: Depart Location 116	

364: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	5,3 m
365: Arrive at Location 117, on the right	
366: Depart Location 117	
367: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	21,1 m
368: Arrive at Location 118, on the left	
369: Depart Location 118	
370: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	7,2 m
371: Arrive at Location 119, on the right	
372: Depart Location 119	
373: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	19,3 m
374: Arrive at Location 120, on the left	
375: Depart Location 120	
376: Continue northeast on ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΠΑΛΛΗ	74,4 m
377: Turn left on ΣΠΑΡΤΗΣ	1 m
378: Arrive at Location 121, on the left	
379: Depart Location 121	
380: Go north on ΣΠΑΡΤΗΣ	100,3 m
381: Turn left on ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ	1,7 m
382: Arrive at Location 78, on the left	
383: Depart Location 78	
384: Go southwest on ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ	8,4 m
385: Arrive at Location 79, on the left	
386: Depart Location 79	
387: Continue southwest on ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ	56,6 m
388: Arrive at Location 80, on the left	
389: Depart Location 80	
390: Continue southwest on ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ	78,6 m
391: Arrive at Location 81, on the left	
392: Depart Location 81	
393: Continue southwest on ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ	51,4 m
394: Arrive at Location 82, on the left	
395: Depart Location 82	
396: Continue southwest on ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ	32,9 m
397: Turn right on ΠΕΥΚΑΚΙΩΝ	102 m
398: Turn right on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	2,2 m
399: Arrive at Location 21, on the left	
400: Depart Location 21	
401: Go northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	42,8 m
402: Arrive at Location 22, on the left	

403: Depart Location 22	
404: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	43,8 m
405: Arrive at Location 23, on the left	
406: Depart Location 23	
407: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	121,1 m
408: Arrive at Location 24, on the left	
409: Depart Location 24	
410: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	11,4 m
411: Arrive at Location 77, on the left	
412: Depart Location 77	
413: Go northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	1,4 m
414: Bear left on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	3 m
415: Bear right on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	0,7 m
416: Arrive at Location 25, on the right	
417: Depart Location 25	
418: Go northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	59,4 m
419: Arrive at Location 26, on the left	
420: Depart Location 26	
421: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	69,4 m
422: Arrive at Location 27, on the left	
423: Depart Location 27	
424: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	53,2 m
425: Arrive at Location 28, on the left	
426: Depart Location 28	
427: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	47 m
428: Arrive at Location 161, on the left	
429: Depart Location 161	
430: Go northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	2,3 m
431: Arrive at Location 162, on the left	
432: Depart Location 162	
433: Go northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	0,8 m
434: Turn right on ΥΔΡΑΣ	10,4 m
435: Make U-turn at ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ and go back on ΥΔΡΑΣ	49,1 m
436: Turn left to stay on ΥΔΡΑΣ	20,4 m
437: Turn right on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	68,2 m
438: Arrive at Location 171, on the right	
439: Depart Location 171	
440: Go northwest on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	1,4 m
441: Turn right on ΜΙΑΟΥΛΗ	61,6 m
442: Arrive at Location 70, on the right	
443: Depart Location 70	

444: Continue northeast on ΜΙΑΟΥΛΗ	59,5 m
445: Bear left on ΥΔΡΑΣ	4,4 m
446: Arrive at Location 69, on the left	
447: Depart Location 69	
448: Go north on ΥΔΡΑΣ	122,6 m
449: Turn right on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	169,2 m
450: Turn right on ΣΚΥΡΟΥ	132,4 m
451: Turn right on ΤΕΜΠΩΝ	45,3 m
452: Arrive at Location 67, on the right	
453: Depart Location 67	
454: Continue northwest on ΤΕΜΠΩΝ	5,1 m
455: Arrive at Location 68, on the left	
456: Depart Location 68	
457: Continue northwest on ΤΕΜΠΩΝ	60 m
458: Arrive at Location 33, on the left	
459: Depart Location 33	
460: Go north on ΥΔΡΑΣ	36,8 m
461: Arrive at Location 34, on the right	
462: Depart Location 34	
463: Continue north on ΥΔΡΑΣ	52,1 m
464: Turn right on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	169,2 m
465: Turn right on ΣΚΥΡΟΥ	27,7 m
466: Arrive at Location 35, on the left	
467: Depart Location 35	
468: Continue southwest on ΣΚΥΡΟΥ	55,2 m
469: Arrive at Location 36, on the left	
470: Depart Location 36	
471: Continue southwest on ΣΚΥΡΟΥ	72,5 m
472: Arrive at Location 37, on the left	
473: Depart Location 37	
474: Continue southwest on ΣΚΥΡΟΥ	84,3 m
475: Arrive at Location 38, on the left	
476: Depart Location 38	
477: Go southwest on ΣΚΥΡΟΥ	9 m
478: Turn right on ΥΔΡΑΣ	10,5 m
479: Turn left to stay on ΥΔΡΑΣ	2,5 m
480: Arrive at Location 32, on the left	
481: Depart Location 32	
482: Go southwest on ΥΔΡΑΣ	17,8 m
483: Turn left at ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ to stay on ΥΔΡΑΣ	20,6 m
484: Turn right on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	3,6 m

485: Arrive at Location 39, on the right	
486: Depart Location 39	
487: Go south on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	14,7 m
488: Bear right on ΥΔΡΑΣ	8,7 m
489: Arrive at Location 29, on the right	
490: Depart Location 29	
491: Go south on ΥΔΡΑΣ	33,6 m
492: Arrive at Location 30, on the left	
493: Depart Location 30	
494: Continue southwest on ΥΔΡΑΣ	118,8 m
495: Arrive at Location 31, on the right	
496: Depart Location 31	
497: Go south on ΥΔΡΑΣ	10,4 m
498: Make sharp left on ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	37,2 m
499: Arrive at Location 166, on the left	
500: Depart Location 166	
501: Continue northeast on ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	91 m
502: Arrive at Location 40, on the left	
503: Depart Location 40	
504: Continue northeast on ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	86 m
505: Arrive at Location 41, on the right	
506: Depart Location 41	
507: Continue northeast on ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	43,1 m
508: Arrive at Location 42, on the right	
509: Depart Location 42	
510: Go northeast on ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	2,9 m
511: Turn right on ΦΕΙΔΙΟΥ	62,2 m
512: Arrive at Location 45, on the right	
513: Depart Location 45	
514: Continue southeast on ΦΕΙΔΙΟΥ	26,2 m
515: Turn right on ΚΟΣΜΑ ΑΙΤΩΛΟΥ	50,5 m
516: Turn right on ΠΡΑΞΙΤΕΛΟΥΣ	2,5 m
517: Arrive at Location 48, on the right	
518: Depart Location 48	
519: Go southwest on ΠΡΑΞΙΤΕΛΟΥΣ	8,2 m
520: Arrive at Location 46, on the left	
521: Depart Location 46	
522: Continue southwest on ΠΡΑΞΙΤΕΛΟΥΣ	31 m
523: Arrive at Location 47, on the left	
524: Depart Location 47	
525: Continue southwest on ΠΡΑΞΙΤΕΛΟΥΣ	35,2 m

526: Make sharp left on ΔΡΟΣΙΝΗ	197,2 m
527: Arrive at Location 56, on the right	
528: Depart Location 56	
529: Continue southeast on ΔΡΟΣΙΝΗ	2,3 m
530: Arrive at Location 57, on the right	
531: Depart Location 57	
532: Continue southeast on ΔΡΟΣΙΝΗ	12,5 m
533: Arrive at Location 55	
534: Depart Location 55	
535: Go northeast	
536: Arrive at Location 168, on the left	
537: Depart Location 168	
538: Continue northeast	
539: Continue on ΧΛΟΗΣ	65,5 m
540: Arrive at Location 61, on the right	
541: Depart Location 61	
542: Continue northeast on ΧΛΟΗΣ	43,7 m
543: Arrive at Location 60, on the left	
544: Depart Location 60	
545: Continue north on ΧΛΟΗΣ	31,8 m
546: Make sharp left on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ	52,9 m
547: Arrive at Location 59, on the left	
548: Depart Location 59	
549: Continue west on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ	50,6 m
550: Arrive at Location 62, on the right	
551: Depart Location 62	
552: Continue west on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ	8,7 m
553: Continue at ΑΓΙΑΣ ΣΟΦΙΑΣ to stay on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ	108,6 m
554: Turn left on ΚΟΣΜΑ ΑΙΤΩΛΟΥ	68,4 m
555: Turn left on ΤΡΙΚΑΛΩΝ	111,8 m
556: Turn left on ΑΓΙΑΣ ΣΟΦΙΑΣ	2 m
557: Arrive at Location 170, on the right	
558: Depart Location 170	
559: Go north on ΑΓΙΑΣ ΣΟΦΙΑΣ	33,7 m
560: Arrive at Location 58, on the right	
561: Depart Location 58	
562: Continue north on ΑΓΙΑΣ ΣΟΦΙΑΣ	35,7 m
563: Turn left on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ	4,3 m

564: Arrive at Location 63, on the right	
565: Depart Location 63	
566: Go west on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ	66,4 m
567: Arrive at Location 64, on the right	
568: Depart Location 64	
569: Continue northwest on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ	37,9 m
570: Arrive at Location 66, on the left	
571: Depart Location 66	
572: Go west on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ	34,8 m
573: Arrive at Location 65, on the right	
574: Depart Location 65	
575: Continue west on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ	34 m
576: Arrive at Location 44, on the left	
577: Depart Location 44	
578: Go northeast on ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	104,1 m
579: Arrive at Location 43, on the right	
580: Depart Location 43	
581: Continue northeast on ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	23,2 m
582: Turn right on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	315,8 m
583: Turn right on ΑΔΡΙΑΝΟΥ	113,8 m
584: Arrive at Location 158, on the left	
585: Depart Location 158	
586: Continue southwest on ΑΔΡΙΑΝΟΥ	65,6 m
587: Arrive at Location 169, on the left	
588: Depart Location 169	
589: Go back northeast on ΑΔΡΙΑΝΟΥ	179,4 m
590: Turn right on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	66,7 m
591: Turn right on ΗΛΙΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	70,9 m
592: Finish at Location 159, on the left	
Total distance: 13280,7 m	

Route: Location 90 - Location 54		24528,7 m
1:	Start at Location 90	
2:	Go southeast on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ toward ΑΔΡΙΑΝΟΥ	39,9 m
3:	Turn right on ΑΔΡΙΑΝΟΥ	5,2 m
4:	Arrive at Location 149, on the left	
5:	Depart Location 149	
6:	Go south on ΑΔΡΙΑΝΟΥ	181,6 m
7:	Turn right on ΤΡΙΚΑΛΩΝ	8,6 m
8:	Arrive at Location 92, on the right	
9:	Depart Location 92	
10:	Go northwest on ΤΡΙΚΑΛΩΝ	53,8 m
11:	Turn left on ΓΡΑΒΙΑΣ	89,3 m
12:	Turn right on ΜΕΓΑΛΟΧΑΡΗΣ	200,2 m
13:	Make sharp left on ΔΡΟΣΙΝΗ	138,8 m
14:	Arrive at Location 108, on the left	
15:	Depart Location 108	
16:	Go southeast on ΔΡΟΣΙΝΗ	9,2 m
17:	Turn left on ΓΡΑΒΙΑΣ	181,3 m
18:	Continue on ΧΛΟΗΣ	53,8 m
19:	Arrive at Location 91, on the right	
20:	Depart Location 91	
21:	Continue north on ΧΛΟΗΣ	76,5 m
22:	Make sharp left on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ	105,6 m
23:	Continue on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ	107,6 m
24:	Turn left on ΚΟΣΜΑ ΑΙΤΩΛΟΥ	65,4 m
25:	Turn left on ΤΡΙΚΑΛΩΝ	69,8 m
26:	Turn right on ΠΡΑΞΙΤΕΛΟΥΣ	206,4 m
27:	Make sharp left on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	74,7 m
28:	Turn right on ΜΕΓΑΛΟΧΑΡΗΣ	19,1 m
29:	Turn left on ΣΥΝΤΑΓΜΑΤΑΡΧΟΥ ΔΑΒΑΚΗ	24,8 m
30:	Arrive at Location 110, on the right	
31:	Depart Location 110	
32:	Continue south on ΣΥΝΤΑΓΜΑΤΑΡΧΟΥ ΔΑΒΑΚΗ	89,9 m
33:	Arrive at Location 109, on the right	
34:	Depart Location 109	
35:	Continue south on ΣΥΝΤΑΓΜΑΤΑΡΧΟΥ ΔΑΒΑΚΗ	20,1 m
36:	Turn left on ΠΑΠΑΔΙΑΜΑΝΤΗ	27 m
37:	Arrive at Location 111, on the right	

38:	Depart Location 111	
39:	Continue east on ΠΑΠΑΔΙΑΜΑΝΤΗ	36,9 m
40:	Make sharp right on ΓΡΑΒΙΑΣ	5,5 m
41:	Arrive at Location 112, on the right	
42:	Depart Location 112	
43:	Go southwest on ΓΡΑΒΙΑΣ	202,9 m
44:	Make sharp right on ΣΠΑΡΤΗΣ	11,8 m
45:	Arrive at Location 146, on the right	
46:	Depart Location 146	
47:	Continue northwest on ΣΠΑΡΤΗΣ	71,8 m
48:	Arrive at Location 151, on the left	
49:	Depart Location 151	
50:	Continue northwest on ΣΠΑΡΤΗΣ	17,1 m
51:	Turn left on ΣΠΕΤΣΩΝ	28,6 m
52:	Arrive at Location 140, on the right	
53:	Depart Location 140	
54:	Continue southwest on ΣΠΕΤΣΩΝ	57,3 m
55:	Turn left on ΝΙΚΗΣ	102,1 m
56:	Turn left on ΓΡΑΒΙΑΣ	21,4 m
57:	Arrive at Location 134, on the left	
58:	Depart Location 134	
59:	Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	92,5 m
60:	Turn left on ΣΠΑΡΤΗΣ	100,7 m
61:	Turn left on ΣΠΕΤΣΩΝ	121 m
62:	Arrive at Location 139, on the right	
63:	Depart Location 139	
64:	Continue southwest on ΣΠΕΤΣΩΝ	141,7 m
65:	Arrive at Location 136, on the right	
66:	Depart Location 136	
67:	Continue southwest on ΣΠΕΤΣΩΝ	121,7 m
68:	Arrive at Location 135, on the right	
69:	Depart Location 135	
70:	Continue southwest on ΣΠΕΤΣΩΝ	31,6 m
71:	Turn right on ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	95,5 m
72:	Turn left on ΖΕΦΥΡΩΝ	94,4 m
73:	Arrive at Location 125, on the right	
74:	Depart Location 125	
75:	Continue southwest on ΖΕΦΥΡΩΝ	23,6 m
76:	Turn right on ΒΟΡΡΑ	121,1 m
77:	Arrive at Location 122, on the right	
78:	Depart Location 122	

79:	Go northwest on ΒΟΡΡΑ	9 m
80:	Turn left on ΑΝΘΥΠΟΛΟΧΑΓΟΥ ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ	104,5 m
81:	Turn left on ΑΝΑΤΟΛΗΣ	9,5 m
82:	Arrive at Location 123, on the left	
83:	Depart Location 123	
84:	Continue southeast on ΑΝΑΤΟΛΗΣ	113,9 m
85:	Arrive at Location 124, on the right	
86:	Depart Location 124	
87:	Go southeast on ΑΝΑΤΟΛΗΣ	8,7 m
88:	Turn right on ΖΕΦΥΡΩΝ	117,3 m
89:	Turn left on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	60,5 m
90:	Arrive at Location 15, on the right	
91:	Depart Location 15	
92:	Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	31,7 m
93:	Turn left on ΝΟΤΟΥ	32 m
94:	Arrive at Location 16, on the left	
95:	Depart Location 16	
96:	Continue northeast on ΝΟΤΟΥ	35,5 m
97:	Arrive at Location 148, on the right	
98:	Depart Location 148	
99:	Continue northeast on ΝΟΤΟΥ	72,2 m
100:	Arrive at Location 126, on the left	
101:	Depart Location 126	
102:	Continue northeast on ΝΟΤΟΥ	69,1 m
103:	Arrive at Location 127, on the right	
104:	Depart Location 127	
105:	Continue northeast on ΝΟΤΟΥ	140,9 m
106:	Turn left on ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	224,7 m
107:	Turn left on ΑΝΘΥΠΟΛΟΧΑΓΟΥ ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ	16,3 m
108:	Arrive at Location 147, on the right	
109:	Depart Location 147	
110:	Continue southwest on ΑΝΘΥΠΟΛΟΧΑΓΟΥ ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ	331,3 m
111:	Turn right on ΕΙΡΗΝΗΣ	160,4 m
112:	Arrive at Location 14, on the left	
113:	Depart Location 14	
114:	Go northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	39,6 m
115:	Turn right on ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	44,3 m
116:	Arrive at Location 33, on the right	
117:	Depart Location 33	

118: Continue northeast on ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	37,5 m
119: Arrive at Location 34, on the left	
120: Depart Location 34	
121: Continue northeast on ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	62,7 m
122: Make sharp right on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	81,5 m
123: Arrive at Location 30, on the left	
124: Depart Location 30	
125: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	92,8 m
126: Arrive at Location 31, on the left	
127: Depart Location 31	
128: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	45,1 m
129: Turn right on ΑΝΘΥΠΟΛΟΧΑΓΟΥ ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ	10,7 m
130: Turn left on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	325,1 m
131: Arrive at Location 17, on the left	
132: Depart Location 17	
133: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	29,8 m
134: Bear left on ΓΡΑΒΙΑΣ	75,8 m
135: Arrive at Location 128, on the left	
136: Depart Location 128	
137: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	248,7 m
138: Arrive at Location 129, on the left	
139: Depart Location 129	
140: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	55,1 m
141: Arrive at Location 130, on the left	
142: Depart Location 130	
143: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	47,7 m
144: Arrive at Location 131, on the left	
145: Depart Location 131	
146: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	102,2 m
147: Arrive at Location 132, on the left	
148: Depart Location 132	
149: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	65,2 m
150: Arrive at Location 133, on the left	
151: Depart Location 133	
152: Continue northeast on ΓΡΑΒΙΑΣ	24,6 m
153: Turn left on ΠΕΥΚΑΚΙΩΝ	386,3 m
154: Continue on ΚΑΡΒΕΛΛΑ	29,1 m
155: Arrive at Location 65, on the right	
156: Depart Location 65	
157: Continue northwest on ΚΑΡΒΕΛΛΑ	114,2 m
158: Arrive at Location 64, on the right	

159: Depart Location 64	
160: Continue northwest on ΚΑΡΒΕΛΛΑ	27,3 m
161: Arrive at Location 63, on the right	
162: Depart Location 63	
163: Continue northwest on ΚΑΡΒΕΛΛΑ	154,1 m
164: Turn right on ΤΡΩΑΔΟΣ	194,6 m
165: Bear left on ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΤΡΙΑΣ	0,4 m
166: Arrive at Location 58, on the right	
167: Depart Location 58	
168: Go north on ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΤΡΙΑΣ	62,2 m
169: Arrive at Location 57, on the left	
170: Depart Location 57	
171: Continue north on ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΤΡΙΑΣ	30,2 m
172: Turn left on ΣΧΟΛΕΙΟΥ	191,6 m
173: Arrive at Location 51, on the right	
174: Depart Location 51	
175: Continue southwest on ΣΧΟΛΕΙΟΥ	179,3 m
176: Arrive at Location 50, on the left	
177: Depart Location 50	
178: Continue southwest on ΣΧΟΛΕΙΟΥ	24,8 m
179: Turn right on ΣΚΟΠΕΛΟΥ	99,1 m
180: Arrive at Location 49, on the right	
181: Depart Location 49	
182: Continue southwest on ΣΚΟΠΕΛΟΥ	13,6 m
183: Turn left on ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	114 m
184: At fork keep left on ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	77,3 m
185: Turn right on ΤΡΩΑΔΟΣ	29,4 m
186: Arrive at Location 41, on the right	
187: Depart Location 41	
188: Continue southwest on ΤΡΩΑΔΟΣ	13,3 m
189: Turn right on ΑΙΟΛΟΥ	9,9 m
190: Turn left on ΕΑΡΟΣ	267,1 m
191: Turn left on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	30,5 m
192: Arrive at Location 27, on the right	
193: Depart Location 27	
194: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	90,8 m
195: Arrive at Location 28, on the right	
196: Depart Location 28	
197: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	15,2 m
198: Arrive at Location 29, on the left	
199: Depart Location 29	

200: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	232,3 m
201: Turn left on ΕΛΒΕΤΙΑΣ	214,4 m
202: Turn left on ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ	3,7 m
203: Arrive at Location 45, on the left	
204: Depart Location 45	
205: Go northwest on ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ	104,8 m
206: Arrive at Location 44, on the right	
207: Depart Location 44	
208: Continue northwest on ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ	79,4 m
209: Arrive at Location 43, on the left	
210: Depart Location 43	
211: Continue northwest on ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ	71,2 m
212: Arrive at Location 42, on the left	
213: Depart Location 42	
214: Continue northwest on ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ	68,2 m
215: Arrive at Location 145, on the left	
216: Depart Location 145	
217: Continue northwest on ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ	22,9 m
218: Turn left on ΕΑΡΟΣ	34,5 m
219: Arrive at Location 40, on the right	
220: Depart Location 40	
221: Continue southwest on ΕΑΡΟΣ	92 m
222: Turn left on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	385,1 m
223: Turn right on ΑΝΘΥΠΟΛΟΧΑΓΟΥ ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ	21 m
224: Turn right on ΕΙΡΗΝΗΣ	200,7 m
225: Arrive at Location 13, on the left	
226: Depart Location 13	
227: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	142,5 m
228: Arrive at Location 12, on the left	
229: Depart Location 12	
230: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	49,1 m
231: Arrive at Location 11, on the left	
232: Depart Location 11	
233: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	47,3 m
234: Arrive at Location 10, on the left	
235: Depart Location 10	
236: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	115,1 m
237: Arrive at Location 9, on the right	
238: Depart Location 9	
239: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	100,6 m
240: Arrive at Location 8, on the right	

241: Depart Location 8	
242: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	10,2 m
243: Arrive at Location 7, on the left	
244: Depart Location 7	
245: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	371,1 m
246: Turn right on ΕΥΕΡΓΕΤΟΥ ΓΙΑΒΑΣΗ	269,1 m
247: Arrive at Location 37, on the left	
248: Depart Location 37	
249: Continue east on ΕΥΕΡΓΕΤΟΥ ΓΙΑΒΑΣΗ	26,3 m
250: Turn right on ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ	98,9 m
251: Turn left on ΑΝΩΝΥΜΟΣ	12 m
252: Arrive at Location 39, on the right	
253: Depart Location 39	
254: Continue east on ΑΝΩΝΥΜΟΣ	7,2 m
255: Turn left on ΣΤΡΑΤΗΓΟΥ ΤΟΜΠΡΑ	63 m
256: Arrive at Location 38, on the left	
257: Depart Location 38	
258: Continue north on ΣΤΡΑΤΗΓΟΥ ΤΟΜΠΡΑ	69,4 m
259: Turn right on ΕΥΕΡΓΕΤΟΥ ΓΙΑΒΑΣΗ	72,9 m
260: Turn left on ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	69,9 m
261: Turn left on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	241,9 m
262: Turn left on ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ	69,9 m
263: Arrive at Location 36, on the right	
264: Depart Location 36	
265: Continue southeast on ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ	20,6 m
266: At fork keep right on ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ	39,8 m
267: Turn left on ΕΥΕΡΓΕΤΟΥ ΓΙΑΒΑΣΗ	36,4 m
268: Arrive at Location 144, on the right	
269: Depart Location 144	
270: Continue northeast on ΕΥΕΡΓΕΤΟΥ ΓΙΑΒΑΣΗ	154,3 m
271: Turn left on ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	69,9 m
272: Turn right on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	35,7 m
273: Arrive at Location 46, on the right	
274: Depart Location 46	
275: Continue east on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	90,7 m
276: Arrive at Location 47, on the right	
277: Depart Location 47	
278: Continue east on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	23,5 m
279: Turn right on ΤΕΡΖΟΠΟΥΛΟΥ	26,5 m

280: Arrive at Location 48, on the left	
281: Depart Location 48	
282: Continue south on ΤΕΡΖΟΠΟΥΛΟΥ	109,8 m
283: Turn right at ΑΝΩΝΥΜΟΣ to stay on ΤΕΡΖΟΠΟΥΛΟΥ	118,2 m
284: Turn left on ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	41,4 m
285: Turn right on ΑΧΙΛΛΕΩΣ	278,4 m
286: Turn left on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	65,8 m
287: Turn right on ΝΑΥΠΛΙΟΥ	137,4 m
288: Arrive at Location 32, on the left	
289: Depart Location 32	
290: Continue southwest on ΝΑΥΠΛΙΟΥ	37 m
291: Turn right on ΕΙΡΗΝΗΣ	57,3 m
292: Arrive at Location 6, on the left	
293: Depart Location 6	
294: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	153,4 m
295: Arrive at Location 5, on the left	
296: Depart Location 5	
297: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	75,9 m
298: Arrive at Location 4, on the left	
299: Depart Location 4	
300: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	69,4 m
301: Arrive at Location 3, on the left	
302: Depart Location 3	
303: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	91,7 m
304: Arrive at Location 2, on the left	
305: Depart Location 2	
306: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	26,3 m
307: Arrive at Location 1, on the left	
308: Depart Location 1	
309: Continue northwest on ΕΙΡΗΝΗΣ	20,9 m
310: Turn right on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	23,6 m
311: Arrive at Location 18, on the right	
312: Depart Location 18	
313: Continue east on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	146,3 m
314: Turn right on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	0,5 m
315: Arrive at Location 35, on the left	
316: Depart Location 35	
317: Go southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	168,4 m
318: Arrive at Location 19, on the left	
319: Depart Location 19	
320: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	27,1 m

321: Arrive at Location 20, on the left	
322: Depart Location 20	
323: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	130 m
324: Arrive at Location 21, on the right	
325: Depart Location 21	
326: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	34,3 m
327: Arrive at Location 22, on the left	
328: Depart Location 22	
329: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	86,2 m
330: Arrive at Location 23, on the right	
331: Depart Location 23	
332: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	71,2 m
333: Turn left on ΑΝΘΕΩΝ	1,3 m
334: Arrive at Location 24, on the right	
335: Depart Location 24	
336: Go northeast on ΑΝΘΕΩΝ	293,8 m
337: Turn right on ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	114 m
338: At fork keep left on ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	73 m
339: Turn left on ΤΡΩΑΔΟΣ	47,3 m
340: Arrive at Location 60, on the right	
341: Depart Location 60	
342: Continue northeast on ΤΡΩΑΔΟΣ	65,9 m
343: Arrive at Location 61, on the left	
344: Depart Location 61	
345: Continue northeast on ΤΡΩΑΔΟΣ	79,8 m
346: Arrive at Location 59, on the left	
347: Depart Location 59	
348: Continue northeast on ΤΡΩΑΔΟΣ	200,1 m
349: Turn right on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	77 m
350: Arrive at Location 75, on the left	
351: Depart Location 75	
352: Continue southeast on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	49,6 m
353: Arrive at Location 74, on the left	
354: Depart Location 74	
355: Continue southeast on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	27,8 m
356: Arrive at Location 73, on the left	
357: Depart Location 73	
358: Continue southeast on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	11,9 m
359: Turn right on ΔΗΜΗΤΡΑΣ	101,8 m
360: Make sharp left on ΒΑΚΧΟΥ	6,4 m
361: Arrive at Location 71, on the right	

362: Depart Location 71	
363: Go east on ΒΑΧΧΟΥ	179,6 m
364: Turn left on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	29,5 m
365: Turn right on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	112,8 m
366: Turn right on ΔΙΑΚΟΥ ΑΘ.	238,1 m
367: Turn right on ΠΕΥΚΑΚΙΩΝ	103,9 m
368: Continue on ΚΑΡΒΕΛΛΑ	181 m
369: Turn left on ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	171,2 m
370: Arrive at Location 62, on the left	
371: Depart Location 62	
372: Continue southwest on ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	55,4 m
373: Turn right on ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	446,4 m
374: Turn left on ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΥ ΑΛ.	279,1 m
375: Turn left on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	250 m
376: Arrive at Location 25, on the right	
377: Depart Location 25	
378: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	32,3 m
379: Arrive at Location 26, on the left	
380: Depart Location 26	
381: Continue southeast on ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	400,8 m
382: Turn left on ΕΛΒΕΤΙΑΣ	321,5 m
383: Continue on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	19,7 m
384: Arrive at Location 68, on the left	
385: Depart Location 68	
386: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	68,9 m
387: Arrive at Location 67, on the left	
388: Depart Location 67	
389: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	68,7 m
390: Arrive at Location 66, on the left	
391: Depart Location 66	
392: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	163,9 m
393: Arrive at Location 69, on the left	
394: Depart Location 69	
395: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	113,6 m
396: Arrive at Location 70, on the left	
397: Depart Location 70	
398: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	35 m
399: Turn right on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	112,8 m
400: Turn right on ΔΙΑΚΟΥ ΑΘ.	72,4 m
401: Arrive at Location 114, on the left	
402: Depart Location 114	
403: Continue southwest on ΔΙΑΚΟΥ ΑΘ.	81,1 m

404: Arrive at Location 115, on the left	
405: Depart Location 115	
406: Continue southwest on ΔΙΑΚΟΥ ΑΘ.	51,8 m
407: Arrive at Location 116, on the left	
408: Depart Location 116	
409: Continue southwest on ΔΙΑΚΟΥ ΑΘ.	66,5 m
410: Arrive at Location 117, on the left	
411: Depart Location 117	
412: Continue southwest on ΔΙΑΚΟΥ ΑΘ.	24,1 m
413: Arrive at Location 118, on the left	
414: Depart Location 118	
415: Continue southwest on ΔΙΑΚΟΥ ΑΘ.	51,2 m
416: Arrive at Location 119, on the left	
417: Depart Location 119	
418: Continue southwest on ΔΙΑΚΟΥ ΑΘ.	43,6 m
419: Arrive at Location 120, on the left	
420: Depart Location 120	
421: Continue southwest on ΔΙΑΚΟΥ ΑΘ.	49,7 m
422: Arrive at Location 121, on the left	
423: Depart Location 121	
424: Continue southwest on ΔΙΑΚΟΥ ΑΘ.	41,8 m
425: Turn left on ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	87,7 m
426: Turn left on ΠΑΛΛΗ Δ.	111,6 m
427: Arrive at Location 137, on the left	
428: Depart Location 137	
429: Continue northeast on ΠΑΛΛΗ Δ.	113,1 m
430: Arrive at Location 138, on the right	
431: Depart Location 138	
432: Continue northeast on ΠΑΛΛΗ Δ.	42,3 m
433: Arrive at Location 142, on the left	
434: Depart Location 142	
435: Continue northeast on ΠΑΛΛΗ Δ.	41 m
436: Arrive at Location 150, on the right	
437: Depart Location 150	
438: Continue northeast on ΠΑΛΛΗ Δ.	47,2 m
439: Arrive at Location 143, on the left	
440: Depart Location 143	
441: Continue northeast on ΠΑΛΛΗ Δ.	79,4 m
442: Turn left on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	1,4 m
443: Arrive at Location 141, on the left	
444: Depart Location 141	

445: Go north on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	93,7 m
446: Arrive at Location 113, on the left	
447: Depart Location 113	
448: Go northwest on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	121,4 m
449: Turn right on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	50,7 m
450: Arrive at Location 101, on the left	
451: Depart Location 101	
452: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	70,8 m
453: Arrive at Location 102, on the left	
454: Depart Location 102	
455: Continue northeast on ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	100,8 m
456: Turn right on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	16,9 m
457: Turn right at ΑΝΩΝΥΜΟΣ to stay on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	144,4 m
458: Turn left on ΠΡΑΞΙΤΕΛΟΥΣ	30,9 m
459: Arrive at Location 107, on the right	
460: Depart Location 107	
461: Continue east on ΠΡΑΞΙΤΕΛΟΥΣ	32 m
462: Arrive at Location 106, on the right	
463: Depart Location 106	
464: Continue northeast on ΠΡΑΞΙΤΕΛΟΥΣ	143,5 m
465: Turn right on ΤΡΙΚΑΛΩΝ	30,5 m
466: Arrive at Location 93, on the left	
467: Depart Location 93	
468: Go southeast on ΤΡΙΚΑΛΩΝ	8,7 m
469: Turn left on ΑΓΙΑΣ ΣΟΦΙΑΣ	62,5 m
470: Arrive at Location 94, on the right	
471: Depart Location 94	
472: Go north on ΑΓΙΑΣ ΣΟΦΙΑΣ	6,7 m
473: Turn left on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥΛΟΓΟΥ	13,2 m
474: Arrive at Location 95, on the right	
475: Depart Location 95	
476: Continue west on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥΛΟΓΟΥ	94 m
477: Arrive at Location 96, on the right	
478: Depart Location 96	
479: Go northwest on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥΛΟΓΟΥ	0,4 m
480: Continue on ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥΛΟΓΟΥ	71,7 m
481: Continue on ΤΕΜΠΩΝ	76,7 m
482: Turn left on ΣΚΥΡΟΥ	119,2 m

483: Go on ΣΕΦΕΡΗ Γ.	0,6 m
484: Arrive at Location 100, on the left	
485: Depart Location 100	
486: Go northwest on ΣΕΦΕΡΗ Γ.	0,6 m
487: Go on ΣΚΥΡΟΥ	7 m
488: Make sharp right on ΑΝΩΝΥΜΟΣ	24,6 m
489: Arrive at Location 99, on the right	
490: Depart Location 99	
491: Go southwest on ΑΝΩΝΥΜΟΣ	38 m
492: Turn left on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	9,9 m
493: Arrive at Location 103, on the right	
494: Depart Location 103	
495: Go southeast on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	7,1 m
496: Turn right at ΑΝΩΝΥΜΟΣ to stay on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	12,3 m
497: Bear right on ΥΔΡΑΣ	164,8 m
498: Arrive at Location 104, on the right	
499: Depart Location 104	
500: Go south on ΥΔΡΑΣ	20,2 m
501: Make sharp left on ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	125 m
502: Arrive at Location 105, on the left	
503: Depart Location 105	
504: Continue northeast on ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	157,3 m
505: Arrive at Location 98, on the right	
506: Depart Location 98	
507: Continue northeast on ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	63,2 m
508: Arrive at Location 97, on the left	
509: Depart Location 97	
510: Continue northeast on ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	109,4 m
511: Arrive at Location 89, on the right	
512: Depart Location 89	
513: Continue northeast on ΕΥΚΑΛΥΠΤΩΝ	29,3 m
514: Turn left on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	64,8 m
515: Turn left on ΣΚΥΡΟΥ	3,7 m
516: Arrive at Location 87, on the right	
517: Depart Location 87	
518: Go southwest on ΣΚΥΡΟΥ	33,2 m
519: Arrive at Location 88, on the left	
520: Depart Location 88	
521: Continue southwest on ΣΚΥΡΟΥ	95,8 m
522: Turn right on ΤΕΜΠΩΝ	34 m
523: Arrive at Location 86, on the right	

524: Depart Location 86	
525: Continue northwest on ΤΕΜΠΩΝ	65,1 m
526: Turn right on ΥΔΡΑΣ	8,7 m
527: Arrive at Location 85, on the right	
528: Depart Location 85	
529: Go north on ΥΔΡΑΣ	98,8 m
530: Turn left on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	21,2 m
531: Turn left on ΔΗΜΗΤΡΑΣ	230 m
532: Turn right on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	138,7 m
533: Turn right on ΠΑΡΑΔΕΙΣΟΥ	47 m
534: Arrive at Location 152, on the left	
535: Depart Location 152	
536: Continue northeast on ΠΑΡΑΔΕΙΣΟΥ	139,3 m
537: Turn right on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	145,9 m
538: Turn right on ΔΗΜΗΤΡΑΣ	26,6 m
539: Arrive at Location 77, on the left	
540: Depart Location 77	
541: Go southwest on ΔΗΜΗΤΡΑΣ	58,2 m
542: Arrive at Location 78, on the right	
543: Depart Location 78	
544: Continue southwest on ΔΗΜΗΤΡΑΣ	50,5 m
545: Arrive at Location 79, on the right	
546: Depart Location 79	
547: Continue southwest on ΔΗΜΗΤΡΑΣ	144,8 m
548: Arrive at Location 80, on the right	
549: Depart Location 80	
550: Continue southwest on ΔΗΜΗΤΡΑΣ	72,7 m
551: Arrive at Location 81, on the right	
552: Depart Location 81	
553: Continue southwest on ΔΗΜΗΤΡΑΣ	74,1 m
554: Turn left on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	13,4 m
555: Arrive at Location 72, on the right	
556: Depart Location 72	
557: Continue southeast on ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ	73,3 m
558: Turn left on ΜΙΑΟΥΛΗ	55,2 m
559: Arrive at Location 82, on the left	
560: Depart Location 82	
561: Continue northeast on ΜΙΑΟΥΛΗ	96 m
562: Arrive at Location 83, on the left	
563: Depart Location 83	
564: Continue northeast on ΜΙΑΟΥΛΗ	67,4 m

565: Turn left on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	32,1 m
566: Arrive at Location 84, on the right	
567: Depart Location 84	
568: Go northwest on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	151,4 m
569: Arrive at Location 76, on the right	
570: Depart Location 76	
571: Continue west on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	141,3 m
572: Arrive at Location 55, on the right	
573: Depart Location 55	
574: Continue west on ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	10,3 m
575: Turn left on ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΤΡΙΑΣ	39,2 m
576: Arrive at Location 56, on the right	
577: Depart Location 56	
578: Go south on ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΤΡΙΑΣ	7,9 m
579: Turn right on ΣΧΟΛΕΙΟΥ	91,7 m
580: Arrive at Location 52, on the right	
581: Depart Location 52	
582: Go west on ΣΧΟΛΕΙΟΥ	0,5 m
583: Turn right on ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΠΑΥΛΟΥ	131,2 m
584: Arrive at Location 53, on the right	
585: Depart Location 53	
586: Continue north on ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΠΑΥΛΟΥ	61,5 m
587: Turn right on ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	122,6 m
588: Turn right on ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΤΡΙΑΣ	20,6 m
589: Finish at Location 54, on the left	
Total distance: 24528,7 m	