

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το θέμα της εργασίας αυτής δόθηκε από την κ. Παπαδοπούλου Μαρία, Επίκουρη Καθηγήτρια Ε.Μ.Π., σε συνεργασία με τον κ. Χατζηχρήστο Θωμά, μέλος του Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού στο πλαίσιο της εκπόνησης της διπλωματικής μελέτης της Σχολής Αγρονόμων-Τοπογράφων Μηχανικών. Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει τίτλο «Αξιολόγηση Υφιστάμενων Τομέων Καθαριότητας με Χρήση Γεωπληροφοριακών Συστημάτων (Γ.Σ.). Εφαρμογή: Δήμος Χαϊδαρίου».

Για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής αισθάνομαι υποχρεωμένος να ευχαριστήσω κάποια πρόσωπα, δίχως την καθοδήγηση και τις υποδείξεις των οποίων δεν θα ήταν δυνατή η αντιμετώπιση και η καλύτερη παρουσίαση του θέματος.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επίκουρη Καθηγήτρια του Τομέα Γεωγραφίας και Περιφερειακού Σχεδιασμού της Σχολής Αγρονόμων-Τοπογράφων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. κ. Παπαδοπούλου Μαρία, επιβλέπουσα της διπλωματικής εργασίας, η οποία υπέδειξε το θέμα της εργασίας και είχε την επίβλεψη καθόλη τη διάρκεια της εκπόνησής της. Τον κ. Χατζηχρήστο Θωμά, μέλος του Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού της Σχολής Αγρονόμων-Τοπογράφων Μηχανικών για την υπομονή του και την επιστημονική καθοδήγηση που μου παρείχε.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους φορείς και τις υπηρεσίες (ΕΛ.ΣΤΑΤ., Δήμος Χαϊδαρίου, Διεύθυνση Καθαριότητας Δήμου Χαϊδαρίου) για την παροχή των απαραίτητων δεδομένων, τις διευκρινίσεις που μου παρείχαν και τη συνεργασία τους. Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής μου εργασίας για την τιμή που μου έκαναν και το χρόνο τους, τον Επίκουρο Καθηγητή του Τομέα Γεωγραφίας και Περιφερειακού Σχεδιασμού της Σχολής Αγρονόμων-Τοπογράφων Μηχανικών κ. Σαγιά Ιωάννη και τον Επίκουρο Καθηγητή του Τομέα Έργων Υποδομής και Αγροτικής Ανάπτυξης της Σχολής Αγρονόμων-Τοπογράφων Μηχανικών κ. Αντωνίου Κωνσταντίνο.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στην αδερφή μου και φιλόλογο Γαϊτανάκη Μαρία για τη συνεισφορά και τη σημαντική βοήθειά της στην συγγραφή αυτού του τεύχους. Ολοκληρώνοντας θα ήθελα να απευθύνω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και ιδιαίτερα στους γονείς μου για την υπομονή τους και την ηθική και οικονομική υποστήριξή τους καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, 2013

Γαϊτανάκης Ε. Παναγιώτης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ</u>	
1.1 Ορισμοί και ιστορικά στοιχεία	8
1.2 Κατηγορίες στερεών απορριμμάτων	9
1.2.1 Κατηγορίες αποβλήτων Q1-Q16	12
1.3 Ποιοτική ανάλυση των στερεών απορριμμάτων	13
1.3.1 Φυσικά χαρακτηριστικά	13
1.3.2 Χημικά χαρακτηριστικά	14
1.3.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά	15
1.4 Ποσοτική ανάλυση των στερεών απορριμμάτων	16
1.4.1 Σύνθεση και ποσότητες παραγωγής απορριμμάτων	16
1.4.2 Μεγέθη που περιγράφουν την παραγωγή των απορριμμάτων	17
1.5 Αρχές διαχείρισης αποβλήτων και η βασική ιεράρχησή τους	18
1.6 Στάδια διαχείρισης αποβλήτων	19
1.6.1 Προσωρινή αποθήκευση	19
1.6.2 Συλλογή	21
1.6.3 Μεταφορά	22
1.6.4 Μεταφόρτωση	22
1.6.5 Επεξεργασία	23
1.6.6 Αξιοποίηση	26
1.7 Τομείς αποκομιδής απορριμμάτων	27
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (Γ.Σ.)</u>	
2.1 Γενικά στοιχεία	30
2.1.1 Ορισμός Γ.Σ.	30

2.1.2 Διαχρονική εξέλιξη των Γ.Σ.	31
2.1.3 Δομικά μέρη ενός Γ.Σ.	31
2.1.4 Κατηγορίες δεδομένων ενός Γ.Σ.	32
2.1.5 Εφαρμογές-χρήσεις των Γ.Σ.	33
2.2 Στάδια και διαδικασίες ενός Γ.Σ.	34
2.2.1 Εισαγωγή δεδομένων	35
2.2.2 Διαχείριση δεδομένων	35
2.2.2.1 Το εργαλείο Join	35
2.2.3 Ανάλυση δεδομένων	36
2.2.3.1 Το εργαλείο Intersect	36
2.2.3.2 Το εργαλείο Summary Statistics	37
2.2.4 Απεικόνιση δεδομένων	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΗΣ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ

3.1 Ο Δήμος Χαϊδαρίου	39
3.1.1 Γενικά στοιχεία	39
3.1.1.1 Χρήσεις γης	41
3.1.2 Υπάρχουσα κατάσταση στον τομέα καθαριότητας	41
3.2 Εισαγωγή δεδομένων που αφορούν το Δήμο Χαϊδαρίου	42
3.3 Διαχείριση δεδομένων	43
3.4 Ανάλυση δεδομένων	43
3.5 Απεικόνιση δεδομένων	46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ-ΠΡΟΤΑΣΗ ΝΕΩΝ ΤΟΜΕΩΝ

4.1 Αξιολόγηση υπαρχόντων τομέων καθαρότητας του Δήμου Χαϊδαρίου	48
4.2 Πρόταση νέων τομέων αποκομιδής απορριμμάτων	49
4.3 Παράγοντες μελλοντικής εξέλιξης	52
4.3.1 Παράγοντας μεταβολής πληθυσμού	52
4.3.2 Παράγοντας χρήσεων γης	53

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	54
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	55
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	58

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρείται η αξιολόγηση των υφιστάμενων τομέων καθαριότητας της αστικής περιοχής του Δήμου Χαϊδαρίου με τη χρήση Γεωπληροφοριακών Συστημάτων (Γ.Σ.).

Η διαχείριση των απορριμμάτων είναι ένας πολύ σημαντικός τομέας, ο οποίος απαιτεί σωστή οργάνωση και επιστημονικά τεκμηριωμένο σχεδιασμό. Ένα αρχικό αλλά πάρα πολύ σημαντικό στάδιο της διαχείρισης είναι ο διαχωρισμός της εκάστοτε περιοχής σε τομείς αποκομιδής απορριμμάτων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που αυτή παρουσιάζει, αλλά και τις δυνατότητες της τοπικής αυτοδιοίκησης. Το περιβάλλον είναι ήδη υπερβολικά επιβαρυνόμενο, οι πόλεις πυκνοκατοικημένες και ένα μεγάλο μέρος των ανθρώπων ελλιπώς ενημερωμένο -ίσως και αδιάφορο- σε ό,τι αφορά τα απορρίμματα και τον τρόπο με τον οποίο πρέπει αυτά να διαχειρίζονται. Επίσης ο όγκος των απορριμμάτων συνεχώς αυξάνεται, γεγονός που καθιστά ακόμα πιο αναγκαίο το σωστό και επιστημονικό διαχωρισμό των τομέων καθαριότητας. Στα χέρια των αρμοδίων υπάρχουν τα κατάλληλα εργαλεία προκειμένου εκείνοι με τη σειρά τους να κάνουν τις απαραίτητες ενέργειες ώστε να επιτευχθεί η αρτιότερη διαχείριση προσωπικού και κόστους με στόχο την οικονομικότερη, ταχύτερη και αποτελεσματικότερη αποκομιδή των απορριμμάτων.

Γενικά τα βασικά στάδια της συλλογής είναι η διαδρομή προς και από την περιοχή συλλογής, η διαδικασία της συλλογής (μεταφορά των απορριμμάτων από τους χώρους αποθήκευσης στα οχήματα και η διαδρομή μεταξύ των διαδοχικών σημείων συλλογής) και η διαδικασία παράδοσης (μεταφορά περιεχομένου οχημάτων στην περιοχή επεξεργασίας ή διάθεσης). Για την οργάνωση της διαδικασίας αυτής απαραίτητη προϋπόθεση είναι η βαθιά γνώση της περιοχής μελέτης ώστε οι εκτιμήσεις που θα γίνουν να είναι όσο το δυνατόν πιο ακριβείς. Τα τελευταία χρόνια έχει διεξαχθεί ένας μεγάλος αριθμός από πολύ σημαντικές έρευνες ανά τον κόσμο με στόχο την αρτιότερη ανάλυση των περιοχών και διαχείριση των στερεών απορριμμάτων τους. Πιο συγκεκριμένα, έχει γίνει μια σειρά μελετών που αφορούν τη βελτιστοποίηση των διαδρομών κατά τη διαδικασία της συλλογής, όπως φαίνεται στο άρθρο του Dostal G. (2001), τη σύσταση των αστικών απορριμμάτων, όπως παρουσιάζεται και αναλύεται στο άρθρο των Tahraoui Douma Naima, Matejka G., Chambon S., Touil D. (2012), τον προγραμματισμό αποκομιδής ανακυκλώσιμων απορριμμάτων, θέμα το οποίο περιγράφουν διεξοδικά οι Joao Teixeira, Antonio Pais Antunes, Jorge Pinho de Sousa (2004) στην έρευνά τους, και τέλος τη χωροθέτηση, ζήτημα που προσπαθούν να εξηγήσουν οι Caruso C., Colorni A., Paruccini M. (1993) στο επιστημονικό τους άρθρο.

Όπως προκύπτει, η τεχνολογία είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη και να χρησιμοποιηθεί σωστά για να γίνουν αυτά που περιγράφηκαν παραπάνω. Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρούνται η παρουσίαση, ανάλυση, αξιολόγηση και απεικόνιση της υπάρχουσας κατάστασης στον τομέα της καθαριότητας του Δήμου Χαϊδαρίου με τρόπο απλό και κατανοητό προκειμένου να αποδειχτεί αν είναι απαραίτητη ή όχι μια νέα μελέτη καθορισμού τομέων αποκομιδής απορριμμάτων. Πιο συγκεκριμένα γίνεται μια προσπάθεια εισαγωγής κάποιων βασικών προϋποθέσεων και ανάλυσης κάποιων θεμελιωδών χαρακτηριστικών ώστε ο διαχωρισμός των τομέων καθαριότητας να γίνεται σε βάσεις επιστημονικές και όχι εμπειρικά, όπως συμβαίνει ως επί το πλείστον σήμερα.

Η διπλωματική εργασία διαρθρώνεται σε τέσσερα κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται γενικά στοιχεία που αφορούν τη διαχείριση απορριμμάτων (ορισμοί, ιστορικά στοιχεία, αρχές διαχείρισης απορριμμάτων, κατηγορίες, ποιοτικές και ποσοτικές αναλύσεις κ.ά.), ενώ γίνεται ιδιαίτερη μνεία στους τομείς αποκομιδής απορριμμάτων και τις βασικές αρχές που διέπουν το διαχωρισμό τους. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται αρχικά κάποια γενικά στοιχεία που αφορούν τα Γ.Σ. (ορισμοί, εξέλιξη, μέρη, κατηγορίες δεδομένων κ.ά.), ενώ στη συνέχεια αναφέρεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε, καθώς και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης και των χαρακτηριστικών της αστικής περιοχής του Δήμου Χαϊδαρίου. Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η περίπτωση της αστικής περιοχής του Δήμου Χαϊδαρίου, παρατίθενται γενικές πληροφορίες για το συγκεκριμένο δήμο και περιγράφεται λεπτομερώς η διαδικασία που ακολουθήθηκε στο περιβάλλον του προγράμματος ArcGis. Στο τέταρτο κεφάλαιο

αξιολογείται αν ο διαχωρισμός που έχει γίνει στο Δήμο Χαϊδαρίου είναι επαρκής αναφορικά με τις προϋποθέσεις που έχουν καθοριστεί στην παρούσα εργασία. Εν συνεχεία προτείνεται ένας νέος διαχωρισμός της αστικής περιοχής του Δήμου Χαϊδαρίου σε τομείς καθαριότητας σύμφωνα με τις νεοεισαχθείσες προϋποθέσεις, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται δύο παράγοντες (μεταβολής πληθυσμού και χρήσεων γης) για να αποδειχτεί ότι το προτεινόμενο μοντέλο διαχωρισμού δεν επηρεάζεται από το εγκεκριμένο πολεοδομικό σχέδιο του Δήμου Χαϊδαρίου, ενώ ανταποκρίνεται επαρκώς και στις μελλοντικές πληθυσμιακές αλλαγές.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ

απόβλητα, διαχείριση απορριμμάτων, αστικά στερεά απορρίμματα, γεωπληροφοριακά συστήματα, αποκομιδή απορριμμάτων, τομείς αποκομιδής απορριμμάτων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σωστή διαχείριση των αποβλήτων πρέπει να αποτελεί βασική προτεραιότητα όλων των χωρών ανεξαιρέτως, οι οποίες οφείλουν να υιοθετούν πολιτικές, μέτρα και έργα που στόχο έχουν αυτή να γίνεται με αποτελεσματικό και ορθολογικό τρόπο.

Το ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για την κοινή πολιτική των αποβλήτων επιβάλλει στα κράτη μέλη τη λήψη μέτρων που θα εξασφαλίζουν την εξάλειψη των αποβλήτων χωρίς κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία, χωρίς ζημιά για το περιβάλλον και κυρίως χωρίς κίνδυνο για το νερό, τον αέρα ή το έδαφος, την πανίδα και τη χλωρίδα, χωρίς οχλήσεις θορύβου και οσμών και χωρίς βλάβη στους τόπους και τα τοπία. Αυτή η οδηγία εισάγει μια νέα προσέγγιση στη διαχείριση αποβλήτων που εξαίρει την πρόληψη. Για την καλύτερη και αποτελεσματικότερη εφαρμογή της οδηγίας επιβάλλεται η συνδρομή της επιστήμης. Η τεχνολογία μπορεί να δώσει πολλές δυνατότητες στους υπευθύνους να σχεδιάσουν όσο το δυνατόν ορθότερα και με χαμηλό προϋπολογισμό τον τρόπο αποκομιδής των σκουπιδιών.

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια να παρουσιαστεί ένας τυπικός δήμος της Αθήνας και συγκεκριμένα ο Δήμος Χαϊδαρίου, όσον αφορά την κατάσταση που σχετίζεται με την αποκομιδή των απορριμμάτων. Μέσα στο πλαίσιο αυτό αναλύονται οι τομείς αποκομιδής απορριμμάτων στους οποίους είναι χωρισμένος ο δήμος και στη συνέχεια αξιολογούνται με τη χρήση των Γ.Σ. και πιο συγκεκριμένα του λογισμικού ArcGis. Συγκεντρώνονται, λοιπόν, τα απαραίτητα δεδομένα από τους αρμόδιους φορείς και επεξεργάζονται προκειμένου να βγει το συμπέρασμα για το αν ο σχεδιασμός ο οποίος έχει ακολουθηθεί είναι επαρκής ή λανθασμένος, ενώ προτείνονται νέοι τομείς σύμφωνοι με τις προϋποθέσεις που ορίζονται από την εργασία. Τέλος εξετάζονται λεπτομερώς κάποια σενάρια που αποδεικνύουν ότι ο σχεδιασμός που προτείνεται στην εργασία είναι κατάλληλος και αποτελεσματικός, αφού είναι επιστημονικά τεκμηριωμένος.

ABSTRACT

Waste management should be priority for all countries without exception. All country-members of European Union must adopt policies, measures and projects that aim to an efficient and streamlined manner of this basic sector.

The european legal framework for joint waste policy requires all country-members to take measures to ensure the elimination of waste, without endangering human health, polluting the environment and particularly without polluting water, air or soil, fauna and flora, without nuisance through noise or odors and without damaging places and landscapes. This directive introduces a new approach to waste management that emphasizes prevention. For the better and more effective implementation of this directive, the contribution of science is required. Technology can provide many opportunities for those who in charge to plan the garbage collection procedure accurately and economically.

In this paper an attempt is made to present a typical municipality of Athens, the Municipality of Haidari on the sector associated with garbage collection. In this attempt, we analyze the existing waste collection sectors that the study area has been divided by the local administration, and then we evaluate them by using G.I.S. technology and more particularly the software ArcGis. The necessary data were collected and processed, so that we can conclude whether the planning of the collection sectors which has taken place is insufficient or wrong. New waste collection zones are being proposed, zones that are in accordance to the conditions laid down in this paper. Finally, two hypothetical scenarios are being examined to demonstrate that the new collection zone planning proposed in the paper is suitable and effective.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η παρουσίαση της έννοιας της διαχείρισης των απορριμμάτων καθώς και των ορισμών, στοιχείων που έχουν άμεση σχέση με αυτή, όπως αυτοί απορρέουν την εγχώρια και διεθνή βιβλιογραφία και από την υπάρχουσα νομοθεσία. Πιο αναλυτικά δίνονται οι απαραίτητοι ορισμοί που αφορούν την διαχείριση των απορριμμάτων αλλά και των απορριμμάτων γενικά, η ιστορική εξέλιξη του τομέα της διαχείρισής τους, οι κατηγορίες των απορριμμάτων και η ποιοτική και ποσοτική τους ανάλυση. Επίσης γίνεται μία αναφορά στα μεγέθη που περιγράφουν την παραγωγή των απορριμμάτων και τις αρχές διαχείρισής τους μαζί με τη βασική ιεράρχηση αυτών, ενώ παρουσιάζονται και οι 4 κυριότερες μέθοδοι επεξεργασίας των απορριμμάτων. Τέλος ξεχωριστή αναφορά γίνεται στο Δήμο Χαϊδαρίου, όπου και παρουσιάζονται συνοπτικά στοιχεία που αφορούν το Δήμο (δημογραφικά, πολεοδομικά, ιστορικά, γεωγραφικά στοιχεία) και στοιχεία που αφορούν την υπάρχουσα κατάσταση των τομέων καθαριότητας.

1.1 Ορισμοί και ιστορικά στοιχεία

Σύμφωνα με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, απόβλητο είναι «κάθε ουσία ή αντικείμενο το οποίο ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει». Τα απόβλητα χωρίζονται σε υγρά και στερεά, τα οποία δεν περιλαμβάνονται στον κατάλογο επικίνδυνων αποβλήτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η έννοια της διαχείρισης απορριμμάτων ορίζεται ως εξής: «Η συλλογή, μεταφορά, ανάκτηση και διάθεση αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της εποπτείας των εργασιών αυτών, καθώς και της επίβλεψης των χώρων απόρριψης και των ενεργειών στις οποίες προβαίνουν οι έμποροι ή οι μεσίτες».

Η έννοια της διαχείρισης των απορριμμάτων φαίνεται πως εξελίσσεται διαχρονικά. Από παλιά συσχετιζόταν η δημόσια υγεία με τις ανεπαρκείς μεθόδους διαχείρισης, οι οποίες ευθύνονταν για τις επιδημίες και τις πάσης φύσεως ασθένειες. Άρα είναι φανερό πως ιστορικά ο πρώτος στόχος της διαχείρισης αφορούσε αποκλειστικά την προστασία της δημόσιας υγείας.

Από τη δεκαετία του '70 και έπειτα άρχισε να υπάρχει έντονη ευαισθητοποίηση για θέματα του περιβάλλοντος αλλά και για προβλήματα που παρουσιάζονταν σε αυτό, οπότε ο αρχικός στόχος εμπλουτίστηκε με την προστασία του αέρα, του νερού, του εδάφους, καθώς και την αποτροπή δυσμενών επιπτώσεων.

Επικράτησε διεθνώς η άποψη ότι τα απορρίμματα αποτελούν άχρηστα προϊόντα που πρέπει όμως να διαχειρίζονται με κατάλληλες μεθόδους, ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία της δημόσιας υγείας αλλά και του περιβάλλοντος. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, η πολιτεία με εκπρόσωπο την τοπική αυτοδιοίκηση επιφορτίστηκε με τη διαχείριση των αποβλήτων επιμερίζοντας στους πολίτες τις ανάλογες δαπάνες.

Στη δεκαετία του '90, σε πολλές χώρες της Ευρώπης, προβλήθηκε η έννοια της διαχείρισης με κύριο θέμα τη μείωση των παραγόμενων απορριμμάτων, αλλά και την αξιοποίησή τους. Επίσης εκείνη τη περίοδο παρουσιάζονται νέες αντιλήψεις σχετικά με την ευθύνη αλλά και τον τρόπο οργάνωσης της διαχείρισης των απορριμμάτων. Οι παραγωγοί των αποβλήτων έχουν την ευθύνη της διαχείρισής τους, πράγμα που σημαίνει ότι περιορίζονται αισθητά η ευθύνη αλλά και ο ρόλος της πολιτείας. Έτσι η αντιμετώπιση του προβλήματος των αποβλήτων αρχίζει να παίρνει παγκόσμιες διαστάσεις.

Είναι φανερό πως τα έργα διαχείρισης των στερεών αποβλήτων καλούνται να καλύψουν τις ανάγκες που δημιουργεί συνεχώς το κοινωνικό σύνολο. Τα τελευταία χρόνια, η αντιρρυστική τεχνολογία και οι περισσότερες τεχνολογίες που αφορούν τη διαχείριση έχουν σημειώσει σημαντική ανάπτυξη.

Η διαχείριση των απορριμμάτων θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα θέματα του περιβάλλοντος που προκαλεί τεράστιο ενδιαφέρον διεθνώς¹. Η αυξανόμενη συνειδητοποίηση των κυβερνήσεων και των πολιτών για τα προβλήματα του περιβάλλοντος αποτέλεσε το έναυσμα για αναζήτηση νέων τεχνικών και λύσεων που αφορούν μελλοντικά συστήματα

σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων².

Έτσι για την επιτυχή διαχείρισή τους καθορίζονται και διεξάγονται σε εθνικό επίπεδο ειδικές τεχνικές προδιαγραφές και δραστηριότητες, με σκοπό να ελαττωθούν τα παραγόμενα απόβλητα, να προωθηθεί η προσπάθεια για ανακύκλωση και να διεξαχθούν εκστρατείες ευαισθητοποίησης των πολιτών³.

Τα τελευταία χρόνια, οι χώρες που χαρακτηρίζονται από έντονη βιομηχανική δραστηριότητα έχουν λάβει νομοθετικές πρωτοβουλίες, με σκοπό αφενός να ενθαρρύνουν τους πολίτες να ελαττώσουν την παραγωγή των απορριμμάτων και αφετέρου να προωθήσουν την επαναχρησιμοποίηση αλλά και την ανακύκλωση των συστατικών τους².

Για να είναι αποτελεσματική και κοινωνικά δίκαιη η διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων, είναι απαραίτητο να υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με την ποσότητα και το ρυθμό παραγωγής των αποβλήτων, που μεταβάλλονται ανάλογα με την εποχή και τον τόπο, τα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά τους.

Ωστόσο η διαχείριση των απορριμμάτων αντιμετωπίζει πολλά προβλήματα σε πολλές περιοχές. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στους υπάρχοντες ΧΥΤΑ, οι οποίοι δέχονται απορρίμματα με ραγδαίους ρυθμούς και στις Μονάδες Θερμικής Επεξεργασίας (ΜΘΕ), που χρησιμοποιούνται στο όριο της δυναμικότητάς τους, ή πιθανόν αντιμετωπίζουν προβλήματα στην τροφοδοσία και στην αποδοχή.

1.2 Κατηγορίες στερεών απορριμμάτων

Στη συγκεκριμένη κατηγορία περιλαμβάνονται όλα τα απόβλητα εκτός από τα υγρά (σε υγρή φάση χωρίς αξιόλογο ποσοστό αιωρούμενων ρύπων) και τους αέριους ρύπους. Τα στερεά απόβλητα ομαδοποιούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: στα **αστικά απόβλητα** (απορρίμματα) και στα **ειδικά απόβλητα** (επικίνδυνα, μη επικίνδυνα ειδικά, ιατρικά) (Θωμά, 2005).

Αναλυτικότερα τα στερεά απόβλητα περιλαμβάνουν αστικά απορρίμματα (οικιακά, βιοτεχνικά, εμπορικά, οδοκαθαρισμού κ.λπ.), στερεά ή υδαρή που δεν μπορούν να διατεθούν μαζί με τα οικιακά, πετρελαιοειδή (από διυλιστήρια κ.λπ.), απόβλητα γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, απόβλητα ορυχείων και μεταλλείων, απόβλητα εκσκαφών (από ξηρά και θάλασσα), απόβλητα οικοδομικών κατεδαφίσεων, ιλύς από την επεξεργασία αστικών λυμάτων και τη βιομηχανία, απόβλητα εμπορικών δραστηριοτήτων, ιατρικά απόβλητα, ελαστικά, σκραπ (αποσυρθέντα οχήματα, παλιοί Η/Υ κ.λπ.). Η κατηγοριοποίησή τους παρουσιάζεται αναλυτικότερα στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 1):

Χαρακτηρισμός πηγής αποβλήτων	Τυπικές Δραστηριότητες	Τύποι και Συστατικά Αποβλήτων
Οικιακά Απόβλητα	Κατοικίες, Πολυκατοικίες	Τροφικά Υπολείμματα, Χαρτιά, Χαρτόνια, Πλαστικά, Υφάσματα, Δέρματα, Ξύλα, Απόβλητα Κήπων, Γυαλιά, Μέταλλα, Τέφρα, Ογκώδη Αντικείμενα, Επικίνδυνα / τοξικά οικιακά απόβλητα, Ηλεκτρικά είδη/ συσκευές
Εμπορικά Απόβλητα	Καταστήματα, Εστιατόρια, Γραφεία, Ξενοδοχεία, Μικρές Βιοτεχνίες, Τυπογραφεία, Βιομηχανία, κτλ.	Χαρτιά, Χαρτόνια, Πλαστικά, Ξύλα, Τροφικά υπολείμματα, Γυαλιά, Μέταλλα, Ειδικά Απόβλητα (ηλεκτρικές συσκευές, άλλες συσκευές, επικίνδυνα /τοξικά απόβλητα
Απόβλητα Ιδρυμάτων	Σχολεία, Νοσοκομεία, Διοικητήρια, κτλ. (δεν περιλαμβάνονται τα μολυσματικά απόβλητα)	Χαρτιά, Χαρτόνια, Πλαστικά, Ξύλα, Τροφικά υπολείμματα, Γυαλιά, Μέταλλα, Ειδικά Απόβλητα (ηλεκτρ. συσκευές, Επικίνδυνα /τοξικά απόβλητα
Απόβλητα Κατασκευών και Κατεδαφίσεων	Νέες κατασκευές	Ξύλα, Σκυρόδεμα, Τούβλα, Καλώδιο, Μέταλλα, Χώμα,
Απόβλητα Καθαρισμού Κοινόχρηστων Χώρων	Καθαρισμός Οδών, Πάρκων, Παραλίων Χώρων, Χώρων	Σκουπίδια, Ξύλα, Κλαδιά, κτλ.
Απόβλητα Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Αποβλήτων	Καύση Αποβλήτων, Βιολογικοί Καθαρισμοί	Τέφρα, Ιλύς (λυματολάσπη)

Πίνακας 1 : Κατηγοριοποίηση αποβλήτων (Θωμά, 2005)

Συγκεκριμένα τα **αστικά απόβλητα** (απορρίμματα) είναι ένα ανομοιογενές συνονθύλευμα υλικών. Για να προσδιοριστούν βασικές ποσοστιαίες κατηγορίες υλικών στα απορρίμματα διενεργείται η ποιοτική ανάλυσή τους και με βάση το αποτέλεσμα ακολουθείται το κατάλληλο σχέδιο διαχείρισης, επεξεργασίας και αξιοποίησής τους. Η πιο δόκιμη κατηγοριοποίηση η οποία προκύπτει από σειρά δειγματοληψιών και αναλύσεων περιλαμβάνει τις εξής ομάδες υλικών:

- ζυμώσιμα (υπολείμματα κουζίνας και κήπου)
- χαρτί

- μέταλλα (σιδηρούχα και μη σιδηρούχα, με τις μπαταρίες να αποτελούν ξεχωριστή κατηγορία λόγω της επικινδυνότητάς τους)
- γυαλί (διαχωρισμός σε λευκό, καφέ και πράσινο)
- πλαστικό
- δέρμα, ξύλο, λάστιχο, ύφασμα
- αδρανή (χημικά ανενεργά όπως χρώματα, πέτρες κ.λπ.)
- λοιπά (εδώ εντάσσονται όσα υλικά δεν μπορούν να περιληφθούν σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες).

Όσον αφορά τα **ειδικά απόβλητα**, διαχωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

-Επικίνδυνα απόβλητα: Με τον όρο αυτό νοείται κάθε στερεό απόβλητο ή οποιοσδήποτε συνδυασμός αυτών, που, λόγω της ποιότητας, της συγκέντρωσης των συστατικών τους ή και των φυσικών, χημικών ή μεταδοτικών χαρακτηριστικών που έχουν, μπορούν να δημιουργήσουν προβληματικές καταστάσεις. Ορισμένα από τα προβλήματα που προκαλούν, είναι οι ασθένειες που μπορούν να οδηγήσουν μέχρι και στο θάνατο και η ανεπανόρθωτη μόλυνση του περιβάλλοντος, από την οποία μπορεί να καταστραφούν η χλωρίδα και η πανίδα. Προέρχονται από βιομηχανίες όπως βυρσοδεψία, μονάδες επιφανειακής επεξεργασίας μετάλλων, κλωστοϋφαντουργία, φινιριστήρια και μονάδες παραγωγής γεωργικών φαρμάκων. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται και τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB's), τα οποία χρησιμοποιούνται ακόμη σε μεγάλο βαθμό στους μετασχηματιστές της ΔΕΗ. Επίσης επικίνδυνα απόβλητα παράγονται και από τα ναυπηγεία. Τα τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα που παράγονται στην Ελλάδα ετησίως ανέρχονται σε 280.000 τόνους. Ωστόσο στις ποσότητες αυτές δεν περιλαμβάνονται τα απόβλητα που χρησιμοποιούνται για το μπάτζωμα των δρόμων ή ως πρόσθετα υλικά σε τσιμέντα⁴.

-Μη επικίνδυνα απόβλητα: Στην ομάδα αυτή ανήκουν όλα τα ειδικά απόβλητα που δεν είναι επικίνδυνα για το περιβάλλον και τον άνθρωπο².

-Ιατρικά απόβλητα: Περιλαμβάνονται τα απόβλητα όλων των φαρμακευτικών βιομηχανιών, καθώς και εκείνα που προέρχονται από την περίθαλψη των ασθενών εντός της οικίας τους. Γενικότερα περιλαμβάνονται τα απόβλητα ανατομικής, παθολογικής, μολυσματικής και επικίνδυνης φύσεως και διακρίνονται σε τρεις βασικές υποομάδες ανάλογα με την προέλευσή τους:

- Οικιακού τύπου: Θεωρούνται τα απόβλητα των νοσοκομείων που προέρχονται από τα μαγειρεία, τα εστιατόρια, τις καφετέριες, τα γύψινα εκμαγεία και τα απορρίμματα γραφείων.
- Ειδικά: Χαρακτηρίζονται τα στερεά απόβλητα που περιέχουν τόσο τοξικές όσο και ραδιενεργές ουσίες. Γι' αυτόν το λόγο κρίνεται αναγκαίο να εισαχθούν στο νομαρχιακό σχεδιασμό διαχείρισης στερεών αποβλήτων, ώστε να ακολουθούν την προβλεπόμενη πορεία διαχείρισης μαζί με τα άλλα επικίνδυνα βιομηχανικά απόβλητα.
- Μολυσματικά: Ονομάζονται εκείνα τα οποία είναι λοιμογόνα ή δυνητικά λοιμογόνα, όπως, για παράδειγμα, τα προϊόντα χειρουργείων, τα προϊόντα των μικροβιολογικών και αιματολογικών εργαστηρίων και εκείνα που προκύπτουν από την εξυπηρέτηση των ασθενών⁵.

Τα ειδικά-βιομηχανικά στερεά απόβλητα: Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται οι εξής επιμέρους κατηγορίες:

- Αδρανή απόβλητα κατασκευαστικών δραστηριοτήτων: Προέρχονται από ανεγέρσεις οικοδομών, κατεδαφίσεις και εκσκαφές. Τα απόβλητα που παράγονται από αυτές τις δραστηριότητες είναι κατά κύριο λόγο αδρανή και ογκώδη, όπως το χώμα, η άμμος, το χαλίκι, το σκυρόδεμα, οι πέτρες και τα τούβλα, αλλά ακόμη και υλικά όπως το ξύλο, τα μέταλλα, το γυαλί, τα πλαστικά, το χαρτί και το ύφασμα. Τα απόβλητα αυτά διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της κατασκευής και την τοποθεσία.
- Στερεά απόβλητα οχημάτων: Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται τα ελαστικά επίσωτρα, οι μεταχειρισμένοι καταλύτες, αλλά και τα οχήματα που πλέον δε χρησιμοποιούνται. Τα

ελαστικά επίσωτρα συσσωρεύονται συνήθως στα βουλκανιζατέρ και έχουν υψηλή θερμογόνο δύναμη, επειδή αποτελούνται κυρίως από λάστιχο. Η διαχείριση των ελαστικών αποτελεί ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα στην Ελλάδα επειδή έχουν μεγάλο όγκο αλλά και επειδή είναι επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία.

- Αυτοκίνητα: Η μέση ηλικία κατά μέσο όρο των καταλυτικών επιβατικών αυτοκινήτων εκτιμάται περίπου στα 4,5 έτη ενώ για τα συμβατικά στα 13,2 έτη.
- Καταλύτες: Έχουν συνήθως όριο ζωής τα 100.000 χιλιόμετρα. Πέρα από το όριο αυτό, θεωρούνται τοξικοί και επικίνδυνοι για τη δημόσια υγεία και χρειάζονται ειδική μεταχείριση. Περιέχουν όμως πολύτιμα μέταλλα, όπως η πλατίνα, τα οποία μπορούν να επανενεργοποιηθούν με διάφορες μεθόδους.
- Ιλεις: Κατά την επεξεργασία καθαρισμού που υφίστανται τα απόβλητα, παράγονται ταυτόχρονα και ορισμένα παραπροϊόντα, όπως, για παράδειγμα, τα σαχάρια, η άμμος, τα ξαφρίσματα και η λάσπη. Από τα παραπροϊόντα αυτά, το σημαντικότερο είναι η λάσπη (ιλύς), η οποία είναι ουσιαστικά ένα παχύρρευστο υγρό που περιέχει σαράντα περίπου φορές περισσότερες στερεές ουσίες, από ό,τι τα αστικά λύματα και έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία.
- Στερεά βιομηχανικά απόβλητα: Πρόκειται για τα πάσης φύσεως στερεά απόβλητα που παράγονται από τις βιομηχανικές δραστηριότητες. Στην Ελλάδα δραστηριοποιείται ένας σημαντικός αριθμός βιομηχανικών μονάδων από την παραγωγική διαδικασία που παράγει ακίνδυνα στερεά απόβλητα².

1.2.1 Κατηγορίες αποβλήτων Q1-Q16

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 91/156/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 18.3.1991, η οποία τροποποιεί την Οδηγία 75/442/ΕΟΚ περί των στερεών αποβλήτων, καταγράφονται οι παρακάτω ορισμοί αποβλήτων που είναι κοινοί για όλα τα κράτη-μέλη με σκοπό να επιτευχθεί η μέγιστη αποτελεσματική διαχείρισή τους⁶:

Q1: Υπολείμματα παραγωγής ή κατανάλωσης που δεν διευκρινίζονται παρακάτω.

Q2: Προϊόντα μη σύμφωνα με τα πρότυπα.

Q3: Προϊόντα που έχουν υπερβεί το όριο διατήρησής τους.

Q4: Ύλες που έχουν κατά τύχη εκχυθεί, απολεσθεί ή έχουν ρυπάνει εξοπλισμό.

Q5: Ύλες που έχουν μολυνθεί ή ρυπανθεί ύστερα από ηθελημένες δραστηριότητες.

Q6: Μη χρησιμοποιημένα στοιχεία (π.χ. άδειες ηλεκτρικές στήλες, εξαντλημένοι καταλύτες).

Q7: Ουσίες που έχουν γίνει ακατάλληλες προς χρήση.

Q8: Υπολείμματα βιομηχανικών μεθόδων.

Q9: Υπολείμματα μεθόδων για την καταπολέμηση της ρύπανσης (π.χ. ιλύς πλυσίματος αερίων).

Q10: Υπολείμματα κατεργασίας μετάλλων.

Q11: Υπολείμματα εξόρυξης και προετοιμασίας πρώτων υλών.

Q12: Ρυπασμένη ύλη.

Q13: Κάθε ύλη, ουσία ή προϊόν του οποίου η χρήση απαγορεύεται από το νόμο.

Q14: Προϊόντα που δεν μπορούν να χρησιμεύσουν στον κάτοχο τους.

Q15: Ρυπασμένες ύλες, ουσίες ή προϊόντα που προέρχονται από εργασίες αποκατάστασης.

Q16: Κάθε ουσία, ύλη ή προϊόν τα οποία δεν καλύπτονται από τις προαναφερόμενες κατηγορίες⁷.00

1.3 Ποιοτική ανάλυση των στερεών απορριμμάτων

Η ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των αστικών αποβλήτων επηρεάζεται σημαντικά από μεταβλητές όπως το βιοτικό επίπεδο, οι καταναλωτικές συνήθειες και ο τρόπος ζωής του αστικού πληθυσμού, καθώς επίσης και από το μέγεθος των νοικοκυριών και τη συχνότητα συλλογής των απορριμμάτων. Επιπλέον το οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο του πληθυσμού, οι πληθυσμιακές διακυμάνσεις (κυρίως σε τουριστικές περιοχές), η πληθυσμιακή πυκνότητα, η εμπορική και βιομηχανική δραστηριότητα και το μέγεθος της γεωγραφικής περιοχής αναφοράς συμβάλλουν στη διαμόρφωση της ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης των αστικών απορριμμάτων (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Οι ποσότητες των αστικών στερεών αποβλήτων σε μια γεωγραφική περιοχή μπορούν να εκτιμηθούν είτε με άμεσες μετρήσεις (δειγματοληπτικές ή συνολικές), είτε με βάση στοιχεία από άλλες περιοχές όπως αυτά καταγράφονται σε σχετικές μελέτες. Οι προβλέψεις των ποσοτήτων τους εκφράζονται συνήθως σε μονάδες βάρους ανά κάτοικο ανά μέρα (kg/άτομο/μέρα). Υπάρχουν τρεις μέθοδοι καθορισμού του μεγέθους αυτού: α) με απευθείας ζύγιση των απορριμματοφόρων οχημάτων για ορισμένη χρονική περίοδο, β) με δειγματοληπτικές μετρήσεις, στις οποίες ακολουθούνται μέθοδοι και κανόνες της στατιστικής και γ) με την ανάλυση του ισοζυγίου μάζας, που στηρίζεται στην καταγραφή όλων των δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα εντός ενός συστήματος-μιας γεωγραφικής περιοχής, οι οποίες επηρεάζουν αθροιστικά το σύστημα παραγωγής αποβλήτων της περιοχής (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των στερεών αστικών απορριμμάτων μπορούν να διαχωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες:

- Φυσικά χαρακτηριστικά: Πρόκειται για τη φυσική σύσταση κατά βάρος κάποιων ευδιάκριτων υλικών, όπως το χαρτί, το γυαλί, το πλαστικό, τα μέταλλα, τα ζυμώσιμα και λοιπά συστατικά, που εκφράζεται σε ποσοστιαίες μονάδες, το ειδικό βάρος τους, το μέγεθος- κατανομή των μεγεθών και τέλος τη διαπερατότητά τους.
- Χημικά χαρακτηριστικά: Προκύπτουν αναλογικά με τη χημική σύσταση των απορριμμάτων. Τα απόβλητα συνήθως αποτελούνται από υγρασία, περιέχουν πτητικά και ανόργανα συστατικά, καθώς και μικρά ποσοστά χημικών στοιχείων. Στα χημικά χαρακτηριστικά, ανήκει και η θερμογόνο δύναμη των απορριμμάτων, καθώς και η περιεκτικότητα που έχουν σε επικίνδυνα συστατικά.
- Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά: Ορίζονται από το ποσοστό των μολυσματικών αποβλήτων που βρίσκονται στην συνολική παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων.
- Βιολογικά χαρακτηριστικά: Χαρακτηριστικό του οργανικού κλάσματος των στερεών απορριμμάτων αποτελεί η δυνατότητα που έχουν να μετασχηματίζονται μέσω βιολογικών διεργασιών σε αέρια, αδρανή οργανικά και αέρια στερεά συστατικά. Από τις διαδικασίες σήψης των οργανικών συστατικών και ιδιαίτερα των υπολειμμάτων των τροφών είναι δυνατό να εκλύονται οσμές και να προσελκύονται διάφορα έντομα². Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικότερα τα χαρακτηριστικά των απορριμμάτων που αναφέρθηκαν.

1.3.1 Φυσικά χαρακτηρισικά

α. Φυσική σύσταση: Ο προσδιορισμός της φυσικής σύστασης των απορριμμάτων αποτελείται από τα ακόλουθα τρία βασικά στάδια: δειγματοληψία, προεπεξεργασία δείγματος και ανάλυση².

β. Ειδικό βάρος (πυκνότητα): Το ειδικό βάρος ή η πυκνότητα των στερεών απορριμμάτων μεταβάλλεται ανάλογα με τη φάση διαχείρισής τους. Υπολογίζεται είτε στη μορφή που βρίσκονται αυτά μέσα στους κάδους, είτε σε συμπιεσμένη μορφή. Ο βαθμός συμπίεσης

εξαρτάται κατά κύριο λόγο από το υλικό (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Οι τιμές του ειδικού βάρους εξαρτώνται από τη γεωγραφική θέση της περιοχής που εξετάζεται, την εποχή του έτους και το χρόνο παραμονής των απορριμμάτων στους κάδους. Η πυκνότητα των απορριμμάτων πρέπει να είναι γνωστή, διότι κρίνεται απαραίτητη για τον προσδιορισμό της συνολικής μάζας των απορριμμάτων και του όγκου του νερού που περιέχουν, ο οποίος επηρεάζει σημαντικά τη διαχείρισή τους².

γ. Υγρασία: Η υγρασία των απορριμμάτων εξαρτάται από τη σύστασή τους, την εποχή, τις κλιματολογικές συνθήκες και από πολλούς άλλους παράγοντες. Αποτελεί καθοριστική παράμετρο για τη λιπασματοποίηση και την καύση. Έχει παρατηρηθεί ότι προσθέτει βάρος στα αστικά στερεά απόβλητα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος μεταφοράς τους. Επίσης μειώνει τη θερμογόνο δύναμη των απορριμμάτων και έτσι δυσκολεύεται κατά πολύ η θερμική τους επεξεργασία (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

δ. Μέγεθος και κατανομή μεγεθών: Δίνεται βαρύτητα στο μέγεθος των στερεών απορριμμάτων, ιδιαίτερα όταν πρόκειται να εφαρμοστεί κάποιο πρόγραμμα ανάκτησης υλικών με μηχανικά μέσα. Το μέγεθος των απορριμμάτων εκφράζεται σε συνάρτηση μίας, δύο ή τριών διαστάσεων και παίζει καθοριστικό ρόλο στην καύση, τη συμπίεση, τη μηχανική διαλογή και την ανάκτηση υλικών.

ε. Υδραυλική αγωγιμότητα: Η υδραυλική αγωγιμότητα ή υδατοπερατότητα των στερεών απορριμμάτων είναι ουσιαστικά το μέτρο που δείχνει την ευκολία που έχει το νερό και τα άλλα ρευστά να διαπερνούν μέσα από τα απορρίμματα. Η ειδική διαπερατότητα εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των απορριμμάτων, το πορώδες, την κατανομή και πολυπλοκότητα των πόρων, καθώς και από την κοκκομετρία. Μετράται με μονάδες ταχύτητας (m/s^2)².

στ. Υδροαπορροφητικότητα: Είναι η μέγιστη υγρασία που μπορεί να συγκρατηθεί υπό την επήρεια βαρύτητας. Από την υδροαπορροφητικότητα εξαρτάται η δημιουργία στραγγισμάτων στο ΧΥΤΑ. Ως φυσικό φαινόμενο, εξαρτάται από τη σύνθεση των αστικών στερεών απορριμμάτων, το βαθμό συμπίεσης και το βαθμό βιοαποδόμησης (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

1.3.2 Χημικά χαρακτηριστικά

α. Στοιχειακή ανάλυση: Η στοιχειακή ανάλυση των απορριμμάτων λαμβάνει χώρα στο εργαστήριο με καύση -των προς εξέταση δειγμάτων- σε αρκετά υψηλή θερμοκρασία. Αυτό γίνεται με σκοπό να κατακρατηθούν τα παραγόμενα οξείδια του άνθρακα, του υδρογόνου, του αζώτου και του θείου σε ειδικές στήλες για να αναλυθούν και να καθοριστούν τα χημικά στοιχεία και την ποσοστιαία τους περιεκτικότητα στα αστικά στερεά απόβλητα.

β. Θερμογόνος δύναμη: Η θερμογόνος δύναμη των οικιακών απορριμμάτων είναι η ποσότητα της θερμότητας που εκλύεται από την πλήρη καύση τους και εκφράζεται σε χιλιοθερμίδες ανά κιλό απορριμμάτων (kcal/kg). Η θερμογόνος δύναμη των απορριμμάτων ή των συστατικών αυτών υπολογίζεται με τη βοήθεια θερμιδόμετρου στο εργαστήριο². Η τυπική τιμή της θερμογόνου δύναμης των αστικών στερεών απορριμμάτων κυμαίνεται περίπου στις 2.500 kcal/gr. Η κυταρίνη θεωρείται βασική πηγή της θερμογόνου δύναμης.

γ. Ανάλυση καταλληλότητας για καύση: Πρόκειται για το προσδιορισμό των ακόλουθων χαρακτηριστικών, που έχουν καθοριστική σημασία για τη καταλληλότητα προς καύση των αστικών στερεών αποβλήτων:

- Υγρασία: Τα απορρίμματα θερμαίνονται για περίπου μία ώρα στους 105^o C, ώστε να απαλλαγούν από αυτή αλλά και από το πρόσθετο βάρος που τους δίνει.

- Τέφρα: Είναι το υπόλειμμα της καύσης των συστατικών των αποβλήτων που δεν καίγονται.

Τα απόβλητα θερμαίνονται στους 550^o C για να απαλλαγθούν από το πρόσθετο βάρος.

- Πτητική καύσιμη ύλη: Θεωρείται ότι είναι το επί τοις % βάρος των απορριμμάτων, το οποίο μετατρέπεται σε αέρια μορφή, στους 550^ο C.

- Μη πτητικός άνθρακας: Είναι ο άνθρακας που απομένει μετά από την καύση στους 550^ο C. Θεωρείται ότι και αυτός είναι καύσιμη ύλη, αλλά σε μεγαλύτερες των 550^ο C θερμοκρασίες.

δ. Ομαδοποίηση χημικών ενώσεων: Ουσιαστικά γίνεται διαχωρισμός στις χημικές ενώσεις που αποτελούν τα απορρίμματα, οι οποίες είναι:

- τα λιπίδια που έχουν αρκετά υψηλή θερμογόνο δύναμη
- οι υδατάνθρακες που έχουν μεγάλη διαλυτότητα στο νερό
- οι φυσικές και τεχνητές ίνες (πχ τα δερμάτινα είδη)
- οι πρωτεΐνες
- τα συνθετικά οργανικά υλικά (π.χ. τα πλαστικά είδη που θεωρούνται μη βιοαποδομήσιμα)
- τα ανόργανα υλικά (π.χ. γυαλί, μέταλλα, κεραμικά) (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

1.3.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά

Τα αστικά στερεά απόβλητα έχουν ορισμένες βιολογικές ιδιότητες οι οποίες επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την αποτελεσματικότητα της βιοαποδόμησης της οργανικής τους ύλης. Αναφέρονται αναλυτικά οι κυριότερες βιολογικές ιδιότητες παρακάτω:

α. Βιοαποδομησιμότητα: Ως κύριο βιολογικό χαρακτηριστικό των αστικών στερεών αποβλήτων αναφέρεται η ικανότητα που έχει το οργανικό τους κλάσμα να βιοαποδομείται, δηλαδή να μετατρέπεται με βιολογικές διεργασίες, σε αδρανή οργανικά και ανόργανα στερεά. Οι συγκεκριμένες βιολογικές διεργασίες μπορούν να γίνουν κάτω από:

Αναερόβιες συνθήκες, δηλαδή χωρίς την παρουσία οξυγόνου. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι είναι δυνατή η παραγωγή και ανάπτυξη εντόμων, καθώς και δυσάρεστων οσμών.

Αερόβιες συνθήκες, δηλαδή με την παρουσία οξυγόνου. Έτσι παράγεται το compost, το οποίο είναι ένα πλούσιο σε οργανική ύλη στερεό υλικό και χρησιμοποιείται ως εδαφοβελτιωτικό.

Πρέπει να επισημανθεί ότι η βιοαποδόμηση των οργανικών υλικών δεν γίνεται με τον ίδιο ρυθμό και ότι εκτιμάται μόνο με εμπειρικό τρόπο. Ανάλογα με το ρυθμό βιοαποδόμησης, τα αστικά στερεά απόβλητα διακρίνονται σε βραδέως «βιοαποδομήσιμα» και «ταχέως βιοαποδομήσιμα». Ωστόσο υπάρχουν και κάποια υλικά, όπως, για παράδειγμα, τα πλαστικά είδη, τα οποία σε θεωρητικό επίπεδο βιοαποδομούνται πολύ αργά, αλλά σε πρακτικό επίπεδο χαρακτηρίζονται ως «μη βιοαποδομήσιμα».

β. Παραγωγή οσμών: Οι δυσάρεστες οσμές των αποβλήτων οφείλονται στις αναερόβιες συνθήκες που λαμβάνουν χώρα στους κάδους, στους χώρους εδαφικής διάθεσης και γενικότερα στους χώρους όπου συσσωρεύονται αυτά. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται πιο έντονα τους καλοκαιρινούς μήνες, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από αρκετά υψηλές θερμοκρασίες.

γ. Ανάπτυξη εντόμων: Η κοινή μύγα παράγει αβγά τα οποία αναπτύσσονται σε εννέα με έντεκα μέρες (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

1.4 Ποσοτική ανάλυση των στερεών απορριμμάτων

1.4.1 Σύνθεση και ποσότητες παραγωγής

Τα οικιακά απορρίμματα αποτελούνται από ένα ιδιαίτερα ανομοιογενές μείγμα υλικών. Για το λόγο αυτό γίνεται ποιοτική ανάλυση σε αυτά, με σκοπό να προσδιοριστούν οι βασικές ποσοστιαίες κατηγορίες των υλικών που τα αποτελούν. Αυτό γίνεται προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες ενέργειες για την κατάρτιση των σχεδίων διαχείρισης, επεξεργασίας και αξιοποίησής τους².

Οι ποσότητες παραγωγής των αστικών στερεών αποβλήτων διαφέρουν γεωγραφικά, διαχρονικά και από εποχή σε εποχή. Παρ' όλα αυτά πρέπει να αναφερθεί ότι πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τις ποσότητες των αστικών στερεών απορριμμάτων που παράγονται σε κάθε γεωγραφικό διαμέρισμα. Οι σημαντικότεροι από αυτούς αναφέρονται περιληπτικά παρακάτω:

-Το νοικοκυριό: Αφορά στοιχεία όπως οι συνήθειες των καταναλωτών και ο τρόπος ζωής τους, ο αριθμός των μελών που το απαρτίζουν, καθώς και το μορφωτικό και βιοτικό τους επίπεδο.

-Το γεωγραφικό διαμέρισμα και τα χαρακτηριστικά του, δηλαδή την πολεοδομία του, το μέγεθός του, την τουριστική κίνηση και τη συχνότητα συλλογής των απορριμμάτων.

-Η μακροοικονομία: Αφορά οικονομικά στοιχεία όπως το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν, το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα, η οικονομική ανάπτυξη και οι οικονομίες κλίμακας που διαμορφώνονται στην εκάστοτε χώρα.

-Τα προϊόντα: Περιλαμβάνουν τα υλικά παραγωγής και συσκευασίας τους, τη διάρκεια ζωής που έχουν και το χρονικό διάστημα που είναι κατάλληλα για χρήση κ.λπ. (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Τα στερεά απόβλητα μπορούν να διαχωριστούν σε 970 είδη, εκ των οποίων τα 406 είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Σύμφωνα με το Πανελλήνιο Δίκτυο Οικολογικών Οργανώσεων, κάθε χρόνο στην Ελλάδα παράγονται περίπου:

-4,5 εκατομμύρια τόνοι αστικών αποβλήτων.

-20 εκατομμύρια τόνοι μη επικίνδυνων βιομηχανικών αποβλήτων.

-400 χιλιάδες τόνοι επικίνδυνων βιομηχανικών αποβλήτων.

-15 χιλιάδες τόνοι μολυσματικών αποβλήτων.

Όσον αφορά τα αστικά απόβλητα, έρευνες δείχνουν ότι παράγονται κατά μέσο όρο 1,14 κιλά /κάτοικο την ημέρα, ενώ το 10% των αστικών αποβλήτων παράγεται αποκλειστικά από εμπορικές δραστηριότητες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι συσκευασίες αποτελούν το 20% των αστικών αποβλήτων, εκ των οποίων μόνο το 21% ανακυκλώνεται, ενώ το 79% καταλήγει στους ΧΥΤΑ ή τις χωματερές. Τέλος τα οικιακά απόβλητα αγγίζουν τους 4,5 εκατομμύρια τόνους, ενώ το βιοαποδομήσιμο κλάσμα αποτελεί το 47% των αστικών αποβλήτων⁷.

Για να εκτιμηθούν σωστά οι ποσότητες των υλικών που αποτελούν τα αστικά στερεά απόβλητα, πρέπει να παρθούν δείγματα και να γίνουν στατιστικές αναλύσεις. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος είναι ο διαχωρισμός των υλικών με χειρωνακτικό τρόπο, κατά τον οποίο τα υλικά τοποθετούνται σε χωριστούς κάδους για να ζυγιστούν. Για να γίνει μια σωστή εκτίμηση, πρέπει να γνωρίζουν οι ενδιαφερόμενοι τα είδη των αποβλήτων και τις αναγκαίες μεθόδους της στατιστικής (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Από στοιχεία πιο πρόσφατων ερευνών, φαίνεται ότι στην Ελλάδα παράγονται κάθε χρόνο περίπου 3.900.000 τόνοι αστικών στερεών αποβλήτων. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι ο κάθε πολίτης παράγει περίπου ένα κιλό απορριμμάτων την ημέρα. Από τα αστικά απορρίμματα που συλλέγονται, μόνο το 9% ανακυκλώνεται, ενώ το υπόλοιπο διατίθεται σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων ή χωματερές².

Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με εκτιμήσεις του έτους 2002, τα χωριά που έχουν πληθυσμό μικρότερο των 2.000 κατοίκων παράγουν κατά μέσο όρο 0,6-0,8 kg/άτομο/ ημέρα, ενώ οι περιοχές όπου κατοικούνται έως 100.000 κατοίκους παράγουν κατά μέσο όρο 0,8-0,12 kg/άτομο/ημέρα. Είναι φανερό ότι όσο μεγαλώνει ο αριθμός των κατοίκων των πόλεων, μεγαλώνει και η κατά άτομο παραγωγή στερεών απορριμμάτων. Επίσης παρατηρείται ότι με τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, αυξήθηκε και η κατά άτομο παραγωγή αστικών στερεών απορριμμάτων, ενώ μειώθηκε σε μέρη όπου οι ευκαιρίες για απασχόληση και άνετη επιβίωση είναι σχεδόν μηδαμινές.

Σήμερα γίνονται προσπάθειες να μειωθούν τα απόβλητα που παράγουν κυρίως οι αναπτυσσόμενες χώρες. Για να γίνει κάτι τέτοιο εφικτό, απαιτείται να αλλάξουν τα καταναλωτικά πρότυπα και η νοοτροπία των πολιτών. Επίσης πρέπει οι εκάστοτε κυβερνήσεις να ενημερώνουν σωστά τους πολίτες, να τους παρέχουν οικονομικά κίνητρα που θα αλλάξουν τη νοοτροπία τους και να καθιερώσουν χρεώσεις ανάλογες με την ποσότητα αποβλήτων που παράγει ο καθένας.

Όσον αφορά τις φτωχότερες χώρες και τους μικρούς οικισμούς, παρατηρείται έντονα το φαινόμενο να παράγουν περισσότερα τροφικά υπολείμματα από τις πόλεις. Αυτό ίσως να οφείλεται στην αδυναμία πρόσβασης των κατοίκων σε συσκευασμένες τροφές και σε πάσης φύσεως καταναλωτικά αγαθά, πλην αυτών που συμπεριλαμβάνονται στα τρόφιμα. Αντίθετα, στις πλούσιες χώρες παρατηρείται μεγάλη αύξηση των συσκευών που αλέθουν τα τροφικά υπολείμματα, τα οποία εντέλει καταλήγουν στο σύστημα αποχέτευσης σε υγρή μορφή.

1.4.2 Μεγέθη που περιγράφουν τη παραγωγή των απορριμμάτων

Τα πιο χαρακτηριστικά μεγέθη περιγραφής για την παραγωγή απορριμμάτων είναι τα ακόλουθα:

- Η Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ). Το μέγεθος αυτό εκφράζεται από το βάρος των απορριμμάτων που παράγει κάθε άτομο στη διάρκεια μίας ημέρας. Είναι σημαντικό το γεγονός ότι όσον αφορά τη ποσότητα των απορριμμάτων που παράγεται από κάθε κάτοικο μεμονωμένα, παρουσιάζονται διαφοροποιήσεις ανάλογα με τη χώρα και την περιοχή. Η ποσότητα των απορριμμάτων είναι φανερό ότι αυξάνεται στις πλούσιες χώρες και στις πλούσιες περιοχές των συγκεκριμένων χωρών. Η τιμή της ΜΠΑ για τις ελληνικές αγροτικές περιοχές κυμαίνεται από 0,6 kg/cap.day έως 1,4 kg/cap.day για τις ελληνικές και οικονομικά ακμαίες πόλεις².
- Ο Ρυθμός Παραγωγής Απορριμμάτων (ΡΠΑ). Προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της Μοναδιαίας Παραγωγής Απορριμμάτων (ΜΠΑ) με τον πληθυσμό που εξυπηρετεί. Ωστόσο τον ΡΠΑ επηρεάζουν πολλοί παράγοντες όπως: οι εποχές του χρόνου, η συχνότητα συλλογής των απορριμμάτων, η εμπορική/βιομηχανική δραστηριότητα, η πληθυσμιακή πυκνότητα και οι διακυμάνσεις που προκύπτουν. Στους παράγοντες συγκαταλέγονται επίσης και ανθρώπινα χαρακτηριστικά που αφορούν το οικονομικό, κοινωνικό, πολιτισμικό, ηλικιακό και μορφωτικό επίπεδο, καθώς και η σωστή ενημέρωση των πολιτών.

Για να καθοριστεί το ΡΠΑ μιας περιοχής χρησιμοποιούνται τρεις μέθοδοι:

1. Η απευθείας ζύγιση των συλλεγόμενων απορριμμάτων για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.
2. Η ανάλυση των φορτίων, όπου γίνεται με την καταμέτρηση των φορτίων των απορριμματοφόρων σε μια δεδομένη περίοδο και σε τακτά χρονικά διαστήματα για να εξαχθούν έγκυρα και αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα. Για να χρησιμοποιηθεί σωστά η μέθοδος αυτή, πρέπει να είναι γνωστά η χωρητικότητα και ο τύπος των απορριμματοφόρων, το ειδικό βάρος των απορριμμάτων και η πληρότητα των κάδων τη στιγμή που εκκενώνονται. Από τα παραπάνω προκύπτει βέβαια ότι η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα όσον αφορά τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων που χρειάζεται.
3. Η ανάλυση ισοζυγίου υλικών. Στηρίζεται στο ισοζύγιο της μάζας που επικρατεί σε ένα σύστημα, όπως, για παράδειγμα, το νοικοκυριό, ο δήμος, η περιφέρεια και η χώρα. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, τα υλικά εισέρχονται και παραμένουν στο σύστημα που

μελετάται κάθε φορά ανάλογα με τη χρησιμότητα που προσφέρουν στον κάτοχό τους, μέχρι να απορριφθούν και να απομακρυνθούν από το εν λόγω σύστημα. Με την ανάλυση του ισοζυγίου των υλικών είναι δυνατό να μελετηθεί ένα προϊόν ή μια ομάδα προϊόντων, να υπολογιστεί με μεγάλη ακρίβεια ο Ρυθμός Παραγωγής Απορριμμάτων και να δοθεί η δυνατότητα μελλοντικής πρόβλεψης στην παραγωγή απορριμμάτων. Παρ' όλα αυτά, για να εφαρμοστεί η μέθοδος, χρειάζεται ένα πλήθος πολύπλοκων υπολογισμών και δεν λαμβάνονται υπόψη η ποιοτική και ποσοτική παραγωγή των απορριμμάτων. Επίσης η μέθοδος αυτή εξαρτάται από στοιχεία που αφορούν την κατανάλωση και την παραγωγή των προϊόντων, τα οποία δεν είναι πάντα διαθέσιμα².

1.5 Αρχές διαχείρισης απορριμμάτων και η βασική ιεράρχησή τους

Τις τελευταίες δεκαετίες, η συγκέντρωση του πληθυσμού σε μεγάλα αστικά κέντρα και η παράλληλη εκβιομηχάνιση έχουν συνέπεια την αύξηση των παραγόμενων απορριμμάτων και την ανάγκη οργάνωσης της διαδικασίας απόρριψής τους. Έτσι σταδιακά η ανάγκη για την παρέμβαση της πολιτείας και την εφαρμογή αυστηρών κανόνων διαχείρισης των στερεών αποβλήτων γίνεται όλο και μεγαλύτερη, ενώ σε ότι αφορά τα απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας επιδιώκεται όλο και περισσότερο η ανακύκλωσή τους. Η παρέμβαση της πολιτείας ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του '60. Κύριο γνώρισμα της περιόδου αυτής ήταν η έλλειψη σαφούς επίδρασης της κρατικής και δημοτικής παρέμβασης στην υπάρχουσα κατάσταση της διαχείρισης των αποβλήτων με στόχο τον επανακαθορισμό τους σε μια προσπάθεια βελτίωσης της κατάστασης. Μόλις στα τέλη της δεκαετίας του '60 η κοινωνία άρχισε να ενδιαφέρεται σοβαρά και να λαμβάνει υπόψη της τα αποτελέσματα της παρέμβασής της στον τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, προσπαθώντας να βελτιστοποιήσει τη δράση της. Βασικά αίτια της προαναφερόμενης αλλαγής είναι αυξανόμενη ποσότητα των αποβλήτων, η αλλαγή της φυσικής τους σύνθεσης, με κύριο γνώρισμα την αύξηση περιεκτικότητάς τους σε χαρτί και πλαστικό, και η ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον. Όλα αυτά τα στοιχεία οδήγησαν σε μια ριζική ανατροπή της ήδη διαταραγμένης από την προηγούμενη περίοδο οικολογικής ισορροπίας, που εκφράζεται κυρίως από τη δυσκολία του φυσικού περιβάλλοντος να ανταποκριθεί ικανοποιητικά στο ρόλο του ως τροφοδότη υλικών (προοπτική εξαντλησιμότητας πολλών πρώτων υλών και ενεργειακών πόρων) και αποδέκτη αποβλήτων (αδυναμία αφομοίωσης των τεράστιων ποσοτήτων απορριμμάτων, αυξανόμενο ποσοστό τοξικών και μη αποικοδομήσιμων υλικών).

Η διαχείριση των απορριμμάτων βασίζεται σε 3 στοιχεία:

- α. στη διατύπωση γενικού σχεδίου,
- β. στο ρυθμιστικό σύστημα και στο σύστημα ελέγχου
- γ. στη διαθεσιμότητα κατάλληλων τεχνικών και εγκαταστάσεων διαχείρισης και διάθεσης, με σκοπό να υλοποιηθεί η επιλεγμένη πορεία για τη διαχείριση των απορριμμάτων.

Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή Οδηγία 2008/98/EK, οι κύριες αρχές πάνω στις οποίες στηρίζεται ο σχεδιασμός της διαχείρισης των απορριμμάτων στη σύγχρονη κοινωνία είναι οι παρακάτω:

- πρόληψη-μείωση απορριμμάτων στην πηγή τους
- ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων
- ανάκτηση ενέργειας από ακατέργαστα υλικά
- διαχείριση απορριμμάτων και
- διάθεση των υπολειμμάτων από τη χρήση και άλλων αναπόφευκτων απορριμμάτων.

Αρχή της πρόληψης-μείωσης απορριμμάτων στην πηγή τους: Πρόκειται για την εκτίμηση των επιπτώσεων από το στάδιο της εξαγωγής παρθένων πρώτων υλών, της επεξεργασίας, μεταποίησης, μεταφοράς και χρήσης. Μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν σε αρκετά παγιωμένη μορφή μέθοδοι αναλύσεων κύκλου ζωής για τα κάθε είδους προϊόντα, κατασκευές κ.λπ. Ήδη όμως έχουν ληφθεί αποφάσεις που υλοποιούνται είτε μέσω χρηματοδοτικών προγραμμάτων (π.χ. LIFE), είτε μέσω θεσμοθέτησης τεχνικών προτύπων, στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης (CEN). Σε ειδικές περιπτώσεις η πρόληψη μπορεί να γίνεται μέσω περιορισμών ή απαγορεύσεων στη χρήση συγκεκριμένων ουσιών (π.χ. βαρέων μετάλλων), ώστε να προλαμβάνεται σε

μεταγενέστερο στάδιο η δημιουργία επικίνδυνων αποβλήτων. Άλλοι τρόποι συνεισφοράς στην πρόληψη είναι τα προγράμματα οικολογικών ελέγχων, με παράλληλη θέσπιση κινήτρων ή και αντικινήτρων σε οικονομικούς φορείς του δημόσιου ή του ιδιωτικού τομέα (οικολογικό σήμα) και η ενθάρρυνση των καταναλωτών να αγοράσουν προϊόντα που ρυπαίνουν λιγότερο⁸.

Αρχή της επαναχρησιμοποίησης των υλικών: Σύμφωνα με αυτή, ο κατασκευαστής οφείλει να εξασφαλίζει τα μέσα, όχι μόνο για να περιορίσει τη δημιουργία αποβλήτων, (με συνετή χρήση των φυσικών πόρων, ανανεώσιμων πρώτων υλών ή μη επικίνδυνων υλικών), αλλά και για τη δημιουργία προϊόντων ώστε να διευκολύνονται η επαναχρησιμοποίησή και η ανάκτησή τους⁸.

Αρχή της ανακύκλωσης και αξιοποίησης των υλικών: Η ανάκτηση από τα απορρίμματα αποτελεί τον πυρήνα κάθε αειφόρου πολιτικής διαχείρισής τους. Αυτό σημαίνει ότι σε περιπτώσεις κατά τις οποίες η δημιουργία τους δεν μπορεί να αποφεύγεται, θα πρέπει να επαναχρησιμοποιούνται ή να υποβάλλονται σε διαδικασίες ανάκτησης υλικών. Βασική διαδικασία για την ανάκτηση των υλικών, είναι ο διαχωρισμός τους στην πηγή. Αυτό 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. Σημαντική επίσης προϋπόθεση για την οικονομική βιωσιμότητα των συστημάτων ανακύκλωσης δεν είναι άλλη από τη δημιουργία αγορών για τα διάφορα προϊόντα που πρόκειται να προκύψουν.

Αρχή της ανάκτησης ενέργειας από ακατέργαστα υλικά: Στις περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η ανάκτηση υλικών λόγω τεχνικών περιορισμών, θα πρέπει να οδηγούνται τα απόβλητα με σημαντικό θερμικό περιεχόμενο σε μονάδες καύσης με στόχο την ανάκτηση ενέργειας, ώστε να διατεθεί τελικώς μόνο το κλάσμα που δεν δύναται να αξιοποιηθεί⁸.

Αρχή της διάθεσης των υπολειμμάτων από τη χρήση: Η απόρριψη στερεών αποβλήτων σε χώρους διάθεσης έχει βαρύτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον και θα πρέπει να επιλέγεται ως έσχατη λύση. Χρησιμοποιείται εκτενώς μιας και είναι η οικονομικότερη λύση, αλλά οι πρόσφατες νομοθετικές διατάξεις έχουν ως μεσοπρόθεσμο στόχο να καταλήγουν σε χώρους διάθεσης μόνο τα μη ανακτήσιμα και αδρανή απόβλητα⁸.

Ένας γενικός κύκλος διαχείρισης μπορεί να περιγραφεί ως εξής: ξεκινά από την παραγωγή βιομηχανικών, οικιακών, αστικών απορριμμάτων κ.λπ. Με βάση την παραπάνω ιεραρχία η πρώτη προτεραιότητα είναι να μειωθεί η παραγωγή απορριμμάτων στην πηγή τους, δηλαδή να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα πριν κάποια ουσία/υλικό ή προϊόν καταστεί απόβλητο, και να ακολουθηθούν κατάλληλος διαχωρισμός και τακτικές ανακύκλωσης. Τα αναπόφευκτα απορρίμματα συσκευάζονται, συλλέγονται και μεταφέρονται είτε σε προσωρινές εγκαταστάσεις αποθήκευσης, είτε κατευθείαν στους χώρους ανάκτησης, διαχείρισης και διάθεσης. Η διαχείριση των απορριμμάτων εξυπηρετεί δύο σκοπούς: (α) την ανάκτηση υλικών από το ενεργειακό περιεχόμενο των απορριμμάτων και (β) τη μετατροπή των απορριμμάτων σε μια μορφή που επιτρέπει την τελική διάθεσή τους με ασφαλή και σωστό τρόπο. Ακόμα και στο σημείο της τελικής διάθεσης ο αντικειμενικός σκοπός είναι η εξάλειψη της όποιας πιθανότητας μόλυνσης του περιβάλλοντος.

1.6 Στάδια διαχείρισης απορριμμάτων

1.6.1 Προσωρινή αποθήκευση

Η προσωρινή αποθήκευση αποτελεί το πρώτο στάδιο στη διαχείριση των αποβλήτων. Περιλαμβάνει το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στην παραγωγή των απορριμμάτων και την τοποθέτησή τους σε συγκεκριμένο και κατάλληλο χώρο μέχρι το χρονικό διάστημα της αποκομιδής τους⁹.

Πιο αναλυτικά, η προσωρινή αποθήκευση διαχωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες: **1)** της προσωρινής αποθήκευσης που πραγματοποιείται μέσα στο σπίτι και **2)** της προσωρινής αποθήκευσης που συντελείται στο σημείο συλλογής. Για να υπάρξει ταύτιση των δύο υποκατηγοριών, πρέπει να υπάρχει μόνιμος χώρος προσωρινής αποθήκευσης, ώστε να

διευκολυνθούν σε μεγάλο βαθμό πολλά θέματα που αφορούν τη διαχείριση των απορριμμάτων (π.χ. να τοποθετηθούν κάδοι ανακύκλωσης σε συνοικίες)².

Προβλήματα που συνήθως εμφανίζονται στο στάδιο αυτό είναι η ανάπτυξη εντόμων και τρωκτικών, η δημιουργία δυσάρεστων οσμών και η διασπορά των απορριμμάτων από τον αέρα ή από περιπλανώμενα αδέσποτα ζώα. Τα παραπάνω προβλήματα κρίνεται αναγκαίο να επιλυθούν, ωστόσο θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και κάποιοι παράγοντες που αφορούν την επιλογή ενός κατάλληλου συστήματος προσωρινής αποθήκευσης, όπως το απαιτούμενο κόστος επένδυσης και τη διευκόλυνση του έργου της συλλογής.

Κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί για τη προσωρινή αποθήκευση των απορριμμάτων, μεταλλικά ή πλαστικά δοχεία μικρού μεγέθους, χάρτινες ή πλαστικές σακούλες των σουπερμάρκετ, μεγάλοι μεταλλικοί ή πλαστικοί κάδοι, έχοντας ή όχι συμπίεση. Σήμερα, επικρατεί και εφαρμόζεται κυρίως η μέθοδος των κάδων. Οι κάδοι απορριμμάτων μπορούν ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες:

1. Συρόμενοι κάδοι: Σύρονται στο σταθμό μεταφόρτωσης ή στο χώρο επεξεργασίας/ διάθεσης και, αφού εκκενωθούν, οδηγούνται στην αρχική τους θέση. Θεωρούνται ιδανικοί για περιοχές οι οποίες χαρακτηρίζονται ιδιαίτερα από υψηλή παραγωγή απορριμμάτων. Μάλιστα χρησιμοποιούνται συχνά σε συνδυασμό με τη σταθερή πρέσα, ώστε να επιτευχθεί μέγιστη συμπίεση των απορριμμάτων. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι συρόμενων κάδων που χρησιμοποιούνται σήμερα, είναι οι εξής:

- Container-πρέσα με χωρητικότητα 15-26 m³: Η εκκένωση συντελείται με αντίθετη κίνηση του εμβόλου.

- Container ορθογωνικής ανοικτής διατομής με χωρητικότητα 40 m³: Το άδειασμα γίνεται με ανατροπή.

- Container τραπεζοειδούς διατομής τύπου σκάφης με χωρητικότητα 10 m³: Χρησιμοποιείται κυρίως για μπάζα και άλλα αντικείμενα μεγάλου όγκου.

Οι συρόμενοι κάδοι διαθέτουν μεγάλη ευελιξία ως προς τα μεγέθη και τα είδη τους. Στα σημαντικά πλεονεκτήματά τους συγκαταλέγονται η μείωση του χρόνου διαχείρισης και προσωπικού αποκομιδής, το οποίο απαρτίζεται από έναν οδηγό απορριμματοφόρου και δύο βοηθούς συλλέκτες. Ωστόσο το χειρωνακτικό τους γέμισμα καθώς και ο μικρός βαθμός πλήρωσης του κάδου αποτελούν τα βασικότερα μειονεκτήματα αυτής της κατηγορίας των κάδων.

Σήμερα παρατηρείται το φαινόμενο να μη χρησιμοποιούνται οι συρόμενοι κάδοι στην Ελλάδα, παρόλο που σε αραιοκατοικημένες ή αγροτικές περιοχές η χρήση τους σε συνδυασμό με την αραιότερη συχνότητα συλλογής αποδεικνύεται συμφέρουσα λύση, λόγω του ότι δεν απαιτείται μεγάλος αριθμός κάδων και αρχικό κόστος επένδυσης.

2. Στάσιμοι κάδοι: Παραμένουν στη θέση τους, και μετακινούνται από το πεζοδρόμιο μέχρι το απορριμματοφόρο από εργάτες του δήμου. Χρησιμοποιούνται για όλα τα είδη απορριμμάτων που υπάρχουν και διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Κυλιόμενοι κάδοι: Συναντώνται συχνά στο στάδιο της προσωρινής αποθήκευσης και χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τη μηχανική συλλογή. Κατασκευάζονται συνήθως από επιψευδαργυρωμένο χάλυβα ή πλαστικό και τα μεγέθη τους κυμαίνονται από 20 έως 4.000 λίτρα. Συνήθως στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται οι κάδοι των 800 και 1.100 λίτρων. Οι κυλιόμενοι κάδοι αδειάζονται με τη βοήθεια ενός ειδικού μηχανισμού και τοποθετούνται σε προκαθορισμένες θέσεις, έτσι ώστε τα απορριμματοφόρα να έχουν εύκολη πρόσβαση. Εξασφαλίζουν καλές συνθήκες υγιεινής, διευκολύνουν το έργο του προσωπικού αποκομιδής και μειώνουν αισθητά το χρόνο που απαιτείται για τη συλλογή των απορριμμάτων. Παρ' όλα αυτά έχουν υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης και πολλές φορές δεν είναι εφικτή η ύπαρξη κατάλληλων χώρων για την τοποθέτησή τους που να εξασφαλίζει καλή πρόσβαση στα απορριμματοφόρα. Τέλος απαιτείται πρόσθετος εξοπλισμός, όπως το σύστημα ανύψωσης κάδων στα απορριμματοφόρα και το πλυντήριο κάδων.

- Σταθεροί κάδοι: Χρησιμοποιούνται σε αστικές περιοχές, οι οποίες έχουν χαμηλή πυκνότητα δόμησης ή σε περιοχές όπου δεν είναι εφικτή η διέλευση των απορριμματοφόρων. Οι κάδοι αδειάζονται με χειρωνακτικό τρόπο και είναι αδύνατη η μηχανική πλήυση.

Εκτός από τα είδη των κάδων που αναφέρθηκαν, πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν και πιο σύνθετες κατασκευές, οι οποίες μπορούν να επεξεργάζονται και ταυτόχρονα να αποθηκεύουν τα απορρίμματα που δέχονται ταυτόχρονα. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε πολυώροφα κτίρια, ξενοδοχεία και νοσοκομεία, δηλαδή σε κτίρια που παράγουν μεγάλες ποσότητες απορριμμάτων, τις οποίες καλούνται να αποθηκεύσουν σε μικρό χρονικό διάστημα και με όσο το δυνατό μεγαλύτερη οικονομία χώρου.

1.6.2 Συλλογή

Με τον όρο «συλλογή» νοείται η διαδικασία που περιλαμβάνει τη συγκέντρωση των αποβλήτων, το διαχωρισμό τους σε υλικά, σύμφωνα πάντα με τις φυσικές και χημικές ιδιότητές τους και τέλος την ανάμειξή τους ώστε να μπορέσουν να μεταφερθούν⁹. Το στάδιο αυτό αρχίζει από τη στιγμή που συλλέγονται τα απορρίμματα στους κάδους που αποθηκεύονται προσωρινά και τελειώνει όταν εισέρχονται στους ειδικούς χώρους επεξεργασίας και διάθεσής τους.

Η διαδικασία της συλλογής των απορριμμάτων αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα στάδια της διαχείρισης των απορριμμάτων, για πολλούς λόγους. Αφενός, απορροφά ένα υψηλό ποσοστό κόστους που αγγίζει το 70-85% του συνολικού κόστους που απαιτεί η διαχείριση και αφετέρου επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την ποιότητα των υπηρεσιών που παρέχονται στους κατοίκους. Η οργάνωση ενός συστήματος συλλογής απαιτεί την εξέταση κάποιων παραμέτρων, όπως:

- την επιλογή των κατάλληλων σημείων συλλογής
- τον καθορισμό της συχνότητας συλλογής των απορριμμάτων από τους κάδους
- τον καθορισμό των δρομολογίων συλλογής των απορριμματοφόρων
- την επιλογή του μηχανολογικού εξοπλισμού και προσωπικού που απαιτείται για τη συλλογή.

Ο καθορισμός των σημείων της συλλογής επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το κόστος της, το είδος αλλά και την ποσότητα του εξοπλισμού που απαιτείται για αυτή. Υπάρχουν βέβαια δυνατότητες επιλογής σε κάποια σημεία, οι οποίες είναι:

- Η συλλογή από προκαθορισμένα κεντρικά σημεία, κυρίως κοντά σε οδικές αρτηρίες
- Η συλλογή από ένα ή περισσότερα σημεία κάθε οικοδομικού τετραγώνου
- Η συλλογή από πόρτα σε πόρτα.

Στις αστικές περιοχές, η υπηρεσία καθαριότητας του δήμου συλλέγει τα απορρίμματα περίπου τρεις φορές την εβδομάδα, ενώ στις μη αστικές περιοχές περιστασιακά ή και καθόλου (Μπιναζούνας, 1995). Για λόγους υγείας αλλά και αισθητικής, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες, η συχνότητα συλλογής δεν πρέπει να είναι μικρότερη από μία ή δύο μέρες, ενώ για τις αγροτικές περιοχές, υπάρχουν τα περιθώρια η συλλογή να γίνεται μία ή δύο φορές την εβδομάδα.

Η συλλογή ογκωδών οικιακών αντικειμένων δημιουργεί προβλήματα σε πολλές περιοχές. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος υπάρχουν τρεις εναλλακτικές μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοστούν:

- Τα ογκώδη αντικείμενα να συλλέγονται μαζί με τα υπόλοιπα απορρίμματα, μέσω απορριμματοφόρων που διαθέτουν πρέσα. Για να είναι κάτι τέτοιο εφικτό, χρειάζονται κατάλληλα απορριμματοφόρα που να μπορούν να δεχτούν τα αντικείμενα αυτά.
- Να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα ξεχωριστή συλλογή των ογκωδών αντικειμένων από σημεία που είναι προκαθορισμένα και γνωστά από τους πολίτες.
- Οι πολίτες να καλούν τηλεφωνικά την υπηρεσία καθαριότητας ή να μεταφέρουν το ογκώδες αντικείμενο έξω από το σπίτι τους, ώστε τα πληρώματα συλλογής απορριμμάτων να μπορούν να ειδοποιούν την υπηρεσία καθαριότητας.

Τέλος παρατηρείται ότι οι διαδικασίες συλλογής χρησιμοποιούνται και για τα υπολείμματα της αποτέφρωσης ή μηχανικής διαλογής που δεν μπορούν να αξιοποιηθούν περαιτέρω και κρίνεται αναγκαίο να μεταφερθούν από τις διάφορες εγκαταστάσεις που προκύπτουν ως υπόλοιπο σε χώρους απόθεσης. Οι χώροι αυτοί ανάλογα με την τοξικότητα των υλικών που δέχονται μπορεί να είναι οι συνηθισμένες χωματερές ή χωματερές ειδικών αποβλήτων².

1.6.3 Μεταφορά

Η μεταφορά περιλαμβάνει το σύνολο των εργασιών μετακίνησης των αποβλήτων από τα μέσα συλλογής που βρίσκονται στους χώρους διάθεσης, αξιοποίησης ή μεταφόρτωσης⁹. Συνεπώς, τα απορριμματοφόρα που έχουν αναλάβει το έργο αυτό μπορούν να έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως χωρητικότητα, μηχανισμό ανύψωσης των κάδων και μηχανισμό συμπίεσης.

Έτσι διαχωρίζονται στα απορριμματοφόρα κλειστού και ανοικτού τύπου. Τα κλειστού τύπου σύγχρονα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή των απορριμμάτων έχουν εφοδιαστεί με ένα σύστημα συμπίεσης των απορριμμάτων και ανύψωσης των κάδων. Αντίθετα, τα ανοικτού τύπου απορριμματοφόρα χρησιμοποιούνται μόνο για τη συλλογή ογκωδών αντικειμένων, που δεν δύναται να συλλεχθούν στα κλειστά απορριμματοφόρα.

Τα κλειστά απορριμματοφόρα αυτοκίνητα διαθέτουν επίσης ένα σύστημα αλέσεως και έναν ανυψωτικό μηχανισμό για τους κάδους και χρησιμοποιούνται ευρέως. Αντίθετως, τα ανοικτά απορριμματοφόρα χρησιμοποιούνται σε ένα μικρό ποσοστό. Τέλος στις μη αστικές περιοχές χρησιμοποιούνται άλλα μεταφορικά μέσα, όπως τρίκυκλα, τρακτέρ με ρυμούλκα κ.ά.

Σε όλη την Ελλάδα παρουσιάζονται προβλήματα κατά τη συλλογή και μεταφορά των οικιακών απορριμμάτων, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αντιαισθητικές και ανθυγιεινές καταστάσεις στα πεζοδρόμια και τους δρόμους. Η ευθύνη για τη συγκεκριμένη κατάσταση φαίνεται να βαρύνει την τοπική αυτοδιοίκηση, η οποία καλείται να αντιμετωπίσει προβλήματα οργάνωσης, τα οποία σχετίζονται πολλές φορές με την έλλειψη χώρων προσωρινής αποθήκευσης των απορριμμάτων στις αστικές περιοχές (Μπιναζούνας, 1995).

1.6.4 Μεταφόρτωση

Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τις εργασίες μετακίνησης των απορριμμάτων από τα μέσα συλλογής συνήθως σε ένα σταθμό μεταφόρτωσης⁹. Πιο συγκεκριμένα, όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία της συλλογής, τα απορρίμματα μεταφέρονται στον τελικό χώρο επεξεργασίας /διάθεσης ή σε σταθμούς μεταφόρτωσης.

Οι σταθμοί μεταφόρτωσης είναι στεγασμένοι ή ανοιχτοί χώροι, όπου τα απορριμματοφόρα μεταφέρουν εκεί τα πάσης φύσεως απόβλητα. Στη συνέχεια, τα απορρίμματα μετά από τη διαδικασία συμπίεσης, ή χωρίς αυτή, μεταφέρονται μέσω ειδικών αυτοκινήτων μεταφοράς (τα οποία διαθέτουν μεγάλη χωρητικότητα) στους χώρους επεξεργασίας/ διάθεσης.

Οι σταθμοί μεταφόρτωσης έχουν εξοπλιστεί με ειδικό σύστημα συμπίεσης των απορριμμάτων, ώστε να μειώνουν δραστικά τον όγκο τους. Συνεπώς, υπάρχει η δυνατότητα να μειωθεί η απαιτούμενη έκταση που προορίζεται για την τελική διάθεση. Επίσης, στο βαθμό που είναι κατάλληλα εξοπλισμένοι, μπορεί να γίνει μερική διαλογή των υλικών, κυρίως των μετάλλων.

Η τροφοδοσία του σταθμού μεταφόρτωσης γίνεται μέσω του τοπικού ή περιφερειακού δικτύου διακίνησης. Βέβαια μπορούν να συνδυαστούν ταυτόχρονα και τα δύο, ανάλογα με το αν ο σταθμός βρίσκεται μέσα στα όρια του οργανικού τοπικής αυτοδιοίκησης που εξυπηρετεί. Ο διαχωρισμός των σταθμών αποσκοπεί στο να εξεταστούν και να βελτιωθούν τα συστήματα περιφερειακής κλίμακας, χωρίς να καθορίζονται λεπτομερώς τα δρομολόγια αποκομιδής εντός των κατοικημένων περιοχών, η χωροθέτηση των κάδων και η οργάνωση προγραμμάτων διαχείρισης².

Η υιοθέτηση των σταθμών προϋποθέτει την εφαρμογή μιας συγκεκριμένης τεχνικοοικονομικής μελέτης, ώστε να εκτιμηθούν μαζί οι πάγιες δαπάνες κατασκευής, το κόστος λειτουργίας τους, διάφοροι περιβαλλοντικοί παράγοντες και οικονομικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τις ελάχιστες διαδρομές των απορριμματοφόρων.

Στην Ελλάδα, δεν εφαρμόζεται ευρέως το σύστημα των σταθμών μεταφόρτωσης παρά μόνο στις μεγάλες πόλεις. Πιο συγκεκριμένα, λειτουργούν δύο σταθμοί μεταφόρτωσης στην Αθήνα και δύο στη Θεσσαλονίκη, ενώ ένας ακόμα βρίσκεται υπό κατασκευή στην Αττική.

1.6.5 Επεξεργασία

Με τον όρο «επεξεργασία», νοείται η εφαρμογή ή ο συνδυασμός των φυσικών, χημικών, θερμικών και βιολογικών διεργασιών που μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων, με σκοπό να περιοριστεί ο όγκος ή οι επικίνδυνες ιδιότητες που έχουν. Έτσι μπορεί να διευκολυνθεί ο χειρισμός τους ή ακόμα και να επιταχυνθεί η ανάκτηση των χρήσιμων υλικών και ενέργειας⁹.

Μέθοδοι επεξεργασίας

Οι κυριότεροι μέθοδοι επεξεργασίας περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω:

α. Θερμική επεξεργασία

Στα πλαίσια ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης αποβλήτων, η θερμική επεξεργασία των αστικών στερεών απορριμμάτων καταλαμβάνει σπουδαία θέση, γιατί αφενός μειώνει τον όγκο των αποβλήτων, αφετέρου παρουσιάζει το πλεονέκτημα της ανάκτησης ενέργειας. Η θερμική επεξεργασία μετατρέπει τα στερεά απορρίμματα σε αέρια και στερεά προϊόντα, με απελευθέρωση σημαντικών ποσών θερμικής ενέργειας. Για να μπορέσει να εφαρμοστεί με επιτυχία, πρέπει οπωσδήποτε να έχει εξαστιστεί η υγρασία των αποβλήτων και να είναι γνωστά η σύσταση και η θερμογόνο δύναμή τους. Ο διαχωρισμός των συστημάτων θερμικής επεξεργασίας γίνεται με βάση τις ανάγκες που έχουν σε οξυγόνο και είναι τα εξής:

1. Καύση: Για να πραγματοποιηθεί, χρειάζεται οξυγόνο. Η καύση των απορριμμάτων θεωρείται η κατάλληλη λύση, επειδή επιτυγχάνεται ικανοποιητική ανάκτηση ενέργειας². Τα αέρια προϊόντα της καύσης είναι μονοξείδιο του άνθρακα, υδρατμοί, καπνός, σκόνη, διοξείδιο του άνθρακα, υποξείδια του αζώτου και του θείου, διοξίνες και βαρέα μέταλλα, ενώ τα στερεά υπολείμματα που αφήνει η καύση είναι η τέφρα και η σκουριά, που περιέχουν επικίνδυνες τοξικές ουσίες (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Παρόλα αυτά, για να αποφευχθούν οι εκπομπές επικίνδυνων –για την υγεία– ρύπων, είναι αναγκαίο και προαπαιτούμενο να γίνουν επενδύσεις, προσεκτικός σχεδιασμός, διαχείριση της εγκατάστασης και κατάλληλη επιλογή των χώρων.
2. Αεριοποίηση: Είναι η μερική καύση των στερεών απορριμμάτων, με ελάχιστη ποσότητα αέρα, για την παραγωγή αερίων που περιέχουν κυρίως μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και κορεσμένους υδρογονάνθρακες, όπως το μεθάνιο². Με την αεριοποίηση επιτυγχάνεται μείωση του όγκου των απορριμμάτων καθώς και ανάκτηση ενέργειας. Το αέριο προϊόν της καύσης χρησιμοποιείται κυρίως σε κινητήρες εσωτερικής καύσης. Τα συστήματα της αεριοποίησης έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να αυτοσυντηρούνται και να χρησιμοποιούν αέρα για τη μερική καύση.
3. Πυρόλυση: Νοείται η θερμική επεξεργασία των στερεών απορριμμάτων σε πλήρη απουσία οξυγόνου. Θεωρείται ενδοθερμική αντίδραση και γι' αυτό απαιτεί εξωτερική πηγή θερμότητας. Από τη διαδικασία της πυρόλυσης παράγονται: **α.** ένα υγρό κλάσμα που μέσω μιας ειδικής επεξεργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συνθετικό καύσιμο, **β.** ένα μείγμα αερίων, η σύνθεση του οποίου εξαρτάται από τα οργανικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων και **γ.** ένα υπόλειμμα που αποτελείται από καθαρό άνθρακα και από αδρανή υλικά που υπάρχουν στα απόβλητα.

Παρά τα καλά της θερμικής επεξεργασίας, η διεργασία αυτή απαιτεί υψηλό κόστος επένδυσης και λειτουργίας και είναι ανταγωνιστική προς την ανακύκλωση. Επίσης η τέφρα που αφήνει περιέχει τοξικές αέριες εκπομπές και επικίνδυνα συστατικά για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

β. Βιολογική επεξεργασία

Η εφαρμογή της βιολογικής επεξεργασίας απαιτεί το διαχωρισμό του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των αστικών στερεών απορριμμάτων. Στόχος της βιολογικής επεξεργασίας είναι η ανάκτηση compost ή/και ενέργειας, η μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και η μείωση στραγγισμάτων και βιοαερίου στα ΧΥΤΑ. Διαχωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, οι οποίες είναι:

1. Η αναερόβια επεξεργασία: Είναι μια τεχνητά επιταχυνόμενη διαδικασία που, για να

εφαρμοστεί, πρέπει τα αστικά στερεά απόβλητα να είναι διαχωρισμένα στην πηγή. Πραγματοποιείται σε κλειστούς αντιδραστήρες μέσω ξηρής ή υγρής μεθόδου. Τα προϊόντα που προκύπτουν από την αναερόβια επεξεργασία είναι το βιοαέριο και η ιλύς. Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής απαιτούνται ένα αρκετά υψηλό κόστος και μεγάλη εμπειρία πάνω στη μεταβλητή πρώτη ύλη, πράγμα που πολλές φορές δεν είναι εφικτό. Με τη μέθοδο αυτή παράγεται ενέργεια από το βιοαέριο, μειώνονται τα αέρια που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τέλος ο απαιτούμενος χώρος που λαμβάνει χώρα η επεξεργασία αυτή είναι μικρότερος από τον αντίστοιχο της κομποστοποίησης σε ποσοστό 30-50% περίπου.

2. Η αερόβια επεξεργασία ή κομποστοποίηση: Είναι η ελεγχόμενη βιοοξειδωση ετερογενών οργανικών υλικών, όπου βακτήρια και μύκητες μπορούν και βιοαποδομούν οργανικές ενώσεις. Έτσι μειώνεται κατά 50% η μάζα των στερεών αστικών αποβλήτων. Τα προϊόντα της κομποστοποίησης είναι το compost, το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα. Το compost είναι ένα πλούσιο σε οργανική ύλη υλικό. Εξαιτίας της σύνθεσής του, το compost χρησιμοποιείται είτε ως εδαφοβελτιωτικό σε αμμώδη, αργιλώδη, όξινα, πορώδη και ασβεστώδη εδάφη, είτε ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια φυτών. Ωστόσο από την κομποστοποίηση παράγονται οσμές, θόρυβος, σκόνης, στραγγίσματα και παθογόνοι μικροοργανισμοί. Επίσης, ως φυσική βιολογική διεργασία, απαιτεί μεγάλους χώρους και χρόνους για να διεξαχθεί με επιτυχία (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

γ. Μηχανική επεξεργασία

Η μηχανική επεξεργασία απαιτεί το διαχωρισμό των απορριμμάτων που γίνεται πρακτικά με δύο τρόπους: είτε με διαλογή στη πηγή, είτε σε ειδικές εγκαταστάσεις². Το RDF αποτελείται από απορρίμματα που έχουν υποστεί κατάλληλη επεξεργασία, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ατμού ή ηλεκτρισμού. Μπορεί να συνδυαστεί με ποσότητα κάρβουνου και καίγεται σε λέβητες γενικής χρήσης ή σε ειδικά συστήματα καύσης.

Συνήθως παρατηρείται ο όρος RDF να αναφέρεται σε απορρίμματα που έχουν περάσει από το στάδιο της διαλογής, έχει μειωθεί το μέγεθός τους και έχουν απομακρυνθεί τα άκαυστα υλικά που τυχόν τα αποτελούν. Βέβαια ακόμα και τα απορρίμματα που δεν έχουν υποστεί καμία επεξεργασία θεωρητικά ονομάζονται RDF.

Αυτό που επικρατεί γενικά είναι ότι πριν διαχωριστούν τα αστικά στερεά απόβλητα, απελευθερώνονται από τους πλαστικούς σάκους ή τα χαρτόκουτα που συλλέγονται και έπειτα τεμαχίζονται. Αν τα απορρίμματα επεξεργαστούν πριν την αποτέφρωσή τους, εξασφαλίζουν βέλτιστη μηχανική συμπεριφορά του αποτεφρωτή, ενώ παράλληλα αυξάνεται η θερμογόνος δύναμη που έχουν.

δ. Εδαφική διάθεση

Η εδαφική διάθεση θεωρείται ότι είναι ένα υποσύστημα κάθε συστήματος διαχείρισης αστικών στερεών απορριμμάτων το οποίο δεν μπορεί να παραληφθεί, επειδή κάθε μέθοδος επεξεργασίας αφήνει κάποια υπολείμματα που καταλήγουν είτε σε Χώρους Εδαφικής Διάθεσης Υπολειμμάτων (ΧΕΔΥ), είτε σε χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Σημειώνεται ότι πρέπει να είναι η τελευταία επιλογή μετά από τη μείωση στην πηγή, την επαναχρησιμοποίηση και την ανάκτηση υλικών και ενέργειας. Ανάλογα με το είδος των αποβλήτων, οι χώροι εδαφικής διάθεσης διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ): Θεωρείται κάθε χώρος διάθεσης που χρησιμοποιείται για την απόθεση των στερεών απορριμμάτων είτε στο έδαφος, είτε κάτω από αυτό⁹. Για να λάβει χώρα η κατασκευή ενός ΧΥΤΑ, καθορίζονται κριτήρια κοινωνιακής, κοινωνικής, νομικής, οικονομικής, τοπογραφικής και γεωλογικής φύσεως, σχετικά με την επιλογή της κατάλληλης για αυτόν θέσης¹⁰. Ωστόσο, λαμβάνονται υπόψη και κάποια κριτήρια που αφορούν τη φύση των αποβλήτων, προκειμένου να διατεθούν τελικώς σε χώρους υγειονομικής ταφής. Αυτό γίνεται με σκοπό να αποφευχθούν αρνητικές επιπτώσεις στα συστήματα που προστατεύουν το περιβάλλον, να μην επιβαρυνθεί το περιβάλλον και να προστατευτεί η δημόσια υγεία.

Τα κριτήρια αυτά, έχουν βραχυπρόθεσμο, μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο χαρακτήρα και βασίζονται στις ιδιότητες που έχουν τα απορρίμματα. Ιδίως για τους χώρους ταφής μη επικίνδυνων αποβλήτων, τα κριτήρια πρέπει να είναι αρκετά αναλυτικά, για να λαμβάνονται πιο αυστηρά μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος. Επομένως, σε ΧΥΤΑ δύναται να διατεθούν δύο κατηγορίες στερεών αποβλήτων: **α)** τα στερεά απόβλητα που έχουν υποστεί διαχείριση με σκοπό να μειωθεί το περιεχόμενο του βιοαποδομήσιμου οργανικού φορτίου και **β)** τα στερεά μη επικίνδυνα απόβλητα οποιασδήποτε προέλευσης, που πληρούν τα κριτήρια της Κοινοτικής Οδηγίας για την αποδοχή τους σε χώρους υγειονομικής ταφής μη επικίνδυνων αποβλήτων¹.

2. Χώροι Υγειονομικής Ταφής Επικίνδυνων Αποβλήτων (ΧΥΤΕΑ): Πρόκειται για ειδικούς χώρους, που δέχονται στερεά επικίνδυνα απόβλητα, εφόσον έχουν ήδη υποστεί επεξεργασία για να ελαχιστοποιήσουν την επικινδυνότητα του χαρακτήρα τους. Σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 1999/31/ΕΚ, δεν μπορούν να διατεθούν τα επικίνδυνα απόβλητα που:

1. δεν έχουν υποστεί επεξεργασία για να εξαιρεθεί η επικινδυνότητά τους
2. έχουν αναμειχθεί ή αραιωθεί με στόχο την τήρηση των κριτηρίων αποδοχής σε ΧΥΤΕΑ
3. περιέχουν ελεύθερα υγρά και είναι υγρής φύσεως
4. περιέχουν ορυκτέλαια
5. είναι εύφλεκτα, μολυσματικά, ισχυρά οξειδωτικά, αναγωγικά και εκρηκτικά
6. περιέχουν επικίνδυνα συστατικά υψηλής υδατοδιαλυτότητας
7. εκπέμπουν οσμές και περιέχουν επικίνδυνα συστατικά που αντιδρούν με το νερό
8. χαρακτηρίζονται κενές συσκευασίες επικινδύνων αποβλήτων
9. θεωρούνται πτητικά ή ισχυρά όξινα ή αλκαλικά¹.

Τα κριτήρια που αφορούν τη φύση των αποβλήτων, για την τελική τους διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής επικίνδυνων αποβλήτων, μπορούν να είναι λιγότερο αναλυτικά αφού λαμβάνονται πολύ αυστηρά μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος.

- Χώροι Ταφής Αδρανών Υλικών: Πρόκειται για χώρους στους οποίους γίνονται δεκτά απόβλητα από υλικά μιας κατηγορίας και ενός τύπου. Ωστόσο μπορούν να γίνονται δεκτά διαφορετικά απόβλητα που όμως προέρχονται από την ίδια πηγή. Αν υπάρχει ενδεχόμενο ρύπανσης των απορριμμάτων, πρέπει να γίνονται δοκιμές ή να απαγορεύεται η παράδοση του εν λόγω φορτίου στους χώρους ταφής⁶. Τα κριτήρια για τη φύση των αποβλήτων πρέπει να είναι πολύ αναλυτικά για τους χώρους ταφής αδρανών αποβλήτων, επειδή δεν λαμβάνονται τόσο αυστηρά μέτρα όσο στις προηγούμενες κατηγορίες.

Ο κάτοχος ή ο φορέας εκμετάλλευσης των αποβλήτων, κατά τη διαδικασία της παράδοσής τους, πρέπει να μπορεί να αποδείξει με κατάλληλα έγγραφα ότι τα συγκεκριμένα απόβλητα μπορούν να γίνουν αποδεκτά στο χώρο ταφής που πρόκειται να διατεθούν, αφού πληρούν τα κριτήρια αποδοχής που καθορίζει η Κοινοτική Οδηγία.

Οι συλλέκτες/μεταφορείς των επικινδύνων αλλά και των μη επικινδύνων αποβλήτων είναι υποχρεωμένοι να συμπληρώσουν ένα έντυπο αναγνώρισης φορτίου αποβλήτων, το οποίο συνοδεύει τα απόβλητα σε όλη τη διαχείρισή τους. Συνεπώς, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία.

Με την παράδοση των αποβλήτων ο συλλέκτης/μεταφορέας παραδίδει το έντυπο στον αποδέκτη, συμπληρωμένο μέχρι το σημείο Δ. Ο αποδέκτης έπειτα συμπληρώνει το Ε σημείο και τα λοιπά στοιχεία, βεβαιώνοντας ότι έλαβε τα απόβλητα. Στη συνέχεια, ο αποδέκτης παραδίδει στο συλλέκτη/μεταφορέα αντίγραφο του πλήρως συμπληρωμένου εντύπου¹.

Εργασίες διάθεσης

Πρόκειται για τις εργασίες διάθεσης έτσι όπως εκτελούνται στην πραγματικότητα. Σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 91/156/ΕΟΚ, η διάθεση των αποβλήτων πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην προκαλείται κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

- D1 Απόθεση πάνω ή μέσα στο έδαφος
- D2 Επεξεργασία σε χερσαίο χώρο
- D3 Έγχυση σε βάθος
- D4 Τελμάτωση
- D5 Ειδικά διευθετημένοι χώροι απόρριψης
- D6 Απόρριψη στερεών αποβλήτων σε υδατικό περιβάλλον, εκτός από την καταβύθιση
- D7 Καταβύθιση, συμπεριλαμβανομένης της ταφής στο θαλάσσιο υπέδαφος
- D8 Βιολογική επεξεργασία, η οποία καταλήγει σε ενώσεις ή μείγματα
- D9 Φυσικοχημική επεξεργασία η οποία καταλήγει σε ενώσεις ή σε μείγματα, η διάθεση των οποίων γίνεται με μία από τις μεθόδους, π.χ. εξάτμιση, ξήρανση, διαπύρωση
- D10 Αποτέφρωση στη γη
- D11 Αποτέφρωση στη θάλασσα
- D12 Μόνιμη εναποθήκευση
- D13 Συγκέντρωση πριν από μία από τις εργασίες που αναφέρονται παραπάνω
- D14 Επανασυσκευασία πριν από μία από τις εργασίες που αναφέρονται παραπάνω
- D15 Εναποθήκευση ενώ διαρκεί μία από τις εργασίες που αναγράφονται παραπάνω, εκτός από τη προσωρινή εναποθήκευση, κατά τη διάρκεια της συλλογής, στο χώρο όπου παράγονται τα απόβλητα⁶.

1.6.6 Αξιοποίηση

Με τον όρο «αξιοποίηση» νοείται κάθε είδους εργασία ανακύκλωσης ή /και ανάκτησης υλικών ή ενέργειας από τα οικιακά απόβλητα⁹. Πιο συγκεκριμένα, η έννοια της αξιοποίησης περιλαμβάνει την ανάκτηση αλλά και επαναχρησιμοποίηση υλικών και ενέργειας, ενώ παράλληλα συμπεριλαμβάνεται η κομποστοποίηση του οργανικού κλάσματος, με σκοπό να παραχθεί εδαφοβελτιωτικό.

Ανάκτηση υλικών και ενέργειας

Η ανάκτηση υλικών θεωρείται ότι είναι από τις πιο σημαντικές μεθόδους διαχείρισης, σύμφωνα με στοιχεία της ευρωπαϊκής πολιτικής. Η έννοια της ανάκτησης των υλικών περιλαμβάνει την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση κάποιων υλικών.

Σήμερα, η άμεση επαναχρησιμοποίηση συναντάται περιορισμένα, παρόλο τις προσπάθειες που γίνονται για να εφαρμοστεί παγκοσμίως. Η επαναχρησιμοποίηση κάθε γυάλινου μπουκαλιού, αποτελεί τη κυριότερη μέθοδο επαναχρησιμοποίησης, αν και η ευρωπαϊκή αγορά, δημιουργεί σοβαρές δυσκολίες τεχνολογικού και νομικού χαρακτήρα, όσον αφορά την εφαρμογή της.

Κατά καιρούς, έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες να εφαρμοστεί και να κατοχυρωθεί νομικά σε κάποιες ευρωπαϊκές χώρες, επειδή αποτελεί μία από τις πιο ορθές οικολογικά πρακτικές. Ωστόσο το επιχείρημα αυτό έχει κατηγορηθεί ότι αποτελεί κίνητρο αθέμιτου ανταγωνισμού, χρησιμοποιώντας ως άλλοθι τη περιβαλλοντική προστασία και ευαισθητοποίηση.

Όσον αφορά την ανακύκλωση, θεωρείται ως μια από τις γνωστές μεθόδους ανάκτησης υλικών. Με την ανακύκλωση επεξεργάζονται κάποια υλικά, όπως το χαρτί, το γυαλί, το αλουμίνιο, το πλαστικό, τα παλιά έπιπλα και είδη ένδυσης, τα υλικά κατασκευών και κατεδαφίσεων, καθώς και τα ελαστικά οχημάτων, με σκοπό να επανενταχθούν στο φυσικό και οικονομικό κύκλο. Σημαντικός παράγοντας για την ανακύκλωση, είναι το σύστημα διαλογής. Το σύστημα διαλογής περιλαμβάνει δύο κατηγορίες:

-Τη διαλογή στην πηγή: Αποτελεί μέθοδο ανακύκλωσης, όπου τα υλικά διαχωρίζονται στην πηγή παραγωγής τους. Η μέθοδος αυτή εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την εθελοντική

συμμετοχή, δεδομένου ότι όσο αυξάνεται το ποσοστό συμμετοχής των κατοίκων, μειώνεται το κόστος ανάκτησης των υλικών. Το ποσοστό συμμετοχής, σύμφωνα με έρευνες, επηρεάζεται από διάφορα κοινωνικά και τοπικά χαρακτηριστικά της περιοχής, ενώ αυξάνεται όταν εντείνονται τα προγράμματα πληροφόρησης. Τα κύρια συστήματα διαλογής στην πηγή που υπάρχουν είναι τα εξής:

- Τα κέντρα συλλογής: Είναι εγκαταστάσεις υποδοχής των αστικών στερεών αποβλήτων, τα οποία μεταφέρονται από τους κατοίκους, με κάποιο κίνητρο. Τα υλικά εκεί προεπεξεργάζονται και μεταφέρονται έπειτα, στις βιομηχανίες. Το σύστημα έχει μηδενικό κόστος συλλογής, αλλά έχει αξιόλογο κόστος επένδυσης, λειτουργίας και μεταφοράς των υλικών.
- Συλλογή από πόρτα σε πόρτα: Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται κυρίως για υλικά όπως το χαρτί, και το κόστος του εξαρτάται από το ποσοστό συμμετοχής των κατοίκων στη διαδικασία αυτή.
- Συλλογή σε κάδους: Τα υλικά συγκεντρώνονται σε ειδικούς κάδους από τους κατοίκους. Συνήθως τοποθετούνται σε κοινόχρηστους χώρους, όπου μέσα από τους κάδους αυτούς, τα υλικά προσφέρονται για μεταπώληση. Επίσης, για όλα τα ανακυκλώσιμα υλικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας κάδος ή ξεχωριστός για το κάθε είδος.

-Τη μέθοδο της μηχανικής διαλογής: Αποτελεί μια ακόμα μέθοδο ανακύκλωσης, σύμφωνα με την οποία τα διάφορα υλικά που αποτελούν τα αστικά στερεά απόβλητα διαχωρίζονται με μηχανικά μέσα. Με τη μέθοδο αυτή διαχωρίζονται τα υλικά που πρόκειται να ανακυκλωθούν, μειώνοντας έτσι σημαντικά τον όγκο των απορριμμάτων. Επίσης βελτιώνονται οι συνθήκες κάτω από τις οποίες εφαρμόζεται η αποτέφρωση ενώ είναι πλέον δυνατό να παράγεται καύσιμη ύλη RDF και να εξασφαλίζεται αρκετή πρώτη ύλη για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικών. Η ανακύκλωση γίνεται με στόχο να διατεθούν τα ανακτημένα υλικά στην αγορά και η επιθυμητή τιμή πώλησης των ανακυκλωμένων προϊόντων να είναι ανταγωνιστική σε σχέση με εκείνη των αντίστοιχων προϊόντων που φτιάχνονται από πρώτη ύλη, πράγμα που δεν είναι εφικτό. Για αυτόν το λόγο, τα προγράμματα ανακύκλωσης είναι βιώσιμα μόνο στα πλαίσια των επιδοτήσεων και της συμμετοχής των πολιτών. Αξίζει πάντως να σημειωθεί ότι με την επιδότηση της ανακύκλωσης αφαιρούνται σημαντικοί οικονομικοί πόροι από τα κράτη, που θα μπορούσαν πιθανόν να διατεθούν για την περιβαλλοντική προστασία.

1.7 Τομείς αποκομιδής απορριμμάτων

Ο ορισμός των τομέων αποκομιδής των απορριμμάτων αποτελεί το πρώτο και βασικό στάδιο της οργάνωσης της διαδικασίας της καθαριότητας μιας περιοχής, καθώς τίποτα δεν είναι δυνατόν να γίνει και καμία απόφαση δεν μπορεί να παρθεί σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης αν δεν έχει προηγηθεί η διαμόρφωση της περιοχής μελέτης. Για το διαχωρισμό των τομέων τα απαραίτητα στοιχεία που πρέπει να είναι γνωστά προκειμένου αυτός να είναι σωστός και λειτουργικός είναι τα εξής: 1) δημογραφικά στοιχεία μιας περιοχής, 2) πολεοδομικά στοιχεία, όπως χρήσεις γης 3) τοπογραφικά και γεωμορφολογικά στοιχεία, όπως κλίσεις, πλάτη δρόμων κ.λπ., και τέλος 3) τα διαθέσιμα μηχανήματα καθαρισμού της περιοχής.

Μόνο με την κατάλληλη επεξεργασία των συγκεκριμένων δεδομένων είναι δυνατή μια πρώτη προσέγγιση των τομέων. Οι τομείς, για να είναι άρτιοι και όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα χωρισμένοι, πρέπει να συγκεντρώνουν κάποια βασικά χαρακτηριστικά:

- Να είναι πληθυσμιακά κατανομημένοι με βάση τη χωρητικότητα του διαθέσιμου στόλου των οχημάτων αποκομιδής.

Έτσι αποκτάται μια σωστή εικόνα για τους τομείς, καθώς με αυτό τον τρόπο είναι δυνατόν να ελεγχθεί αν οι ποσότητες των απορριμμάτων κατά τη διαδικασία της αποκομιδής μπορούν να συλλεχθούν επαρκώς με ένα δρομολόγιο. Το χαρακτηριστικό αυτό καθιστά τη διαδικασία της αποκομιδής οικονομικότερη, καθώς όλα τα απορριμματοφόρα συλλέγουν τους μέγιστους δυνατούς όγκους απορριμμάτων με βάση τη χωρητικότητά τους, με αποτέλεσμα να μειώνεται το κόστος συντήρησής τους εφόσον ελαχιστοποιούνται τα δρομολόγια. Στην περίπτωση που ο εκάστοτε δήμος διαθέτει οχήματα ίδιας χωρητικότητας, βασική προϋπόθεση είναι η ισοκατανομή

του πληθυσμού ανάμεσα στους τομείς. Αξίζει να σημειωθεί πως οι διαφορετικές χρήσεις γης του του πληθυσμού. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι διαφορετικές χρήσεις γης μπορούν να αλλάξουν τα πληθυσμιακά δεδομένα μιας περιοχής, καθώς ο όγκος των απορριμμάτων που παράγεται διαφέρει ανάλογα τη χρήση.

- Να είναι ενιαίοι.

Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η οικονομία καυσίμων των απορριμματοφόρων, καθώς και η μείωση των καθυστερήσεων στη διαδικασία της αποκομιδής. Επίσης εξασφαλίζεται έτσι μεγαλύτερη ασφάλεια τόσο για τους κατοίκους, όσο και για τους εργαζόμενους, καθώς περιορίζονται σημαντικά οι περιττές μετακινήσεις των βαρέων οχημάτων και κατ' επέκταση πιθανά ατυχήματα.

- Να καλύπτονται επαρκώς από το δυναμικό που έχει στη διάθεσή του ο εκάστοτε δήμος.

Αυτό σημαίνει ότι ο κάθε δήμος πρέπει να εξετάσει σοβαρά το δυναμικό που διαθέτει (εξοπλισμός και υπάλληλοι) και να αποφασίσει το διαχωρισμό των τομέων έτσι ώστε να εξασφαλίζονται τόσο η υψηλή ποιότητα ζωής των κατοίκων, όσο και η δημόσια υγεία, πρωταρχικοί στόχοι της ευρωπαϊκής νομοθεσίας για τα απορρίμματα. Επιπρόσθετα για το δήμο είναι ένας πιο οικονομικός και λειτουργικός τρόπος να διαχειρίζεται τα απορρίμματα, αφού δεν αναλώνεται σε πολυέξοδους και αναποτελεσματικούς σχεδιασμούς.

- Να διαχωρίζονται και με κριτήριο τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του κάθε δήμου.

Οι μεγάλες κλίσεις, καθώς και τα μικρά πλάτη δρόμων αποτελούν στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη από τους υπευθύνους της Διεύθυνσης Καθαριότητας του εκάστοτε δήμου. Ο σωστός και οικονομικός σχεδιασμός απαιτεί λειτουργικό σχήμα αποκομιδής απορριμμάτων και ευέλικτα οχήματα σε περιπτώσεις τοπογραφικών και πολεοδομικών ιδιαιτεροτήτων.

Η μη ύπαρξη κάποιου από τα παραπάνω οδηγεί σε ανορθόδοξο σχεδιασμό, περισσότερα έξοδα και αναποτελεσματικό τρόπο αποκομιδής των απορριμμάτων, γεγονός που μπορεί να απειλήσει τη δημόσια υγεία και να προξενήσει διάφορα προβλήματα στην εύρυθμη λειτουργία του τομέα της καθαριότητας.

- Να περιλαμβάνουν ως επί το πλείστον βασικούς οδικούς άξονες.

Τα δρομολόγια πρέπει να είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε τα απορριμματοφόρα να κινούνται σε κεντρικούς δρόμους, μεγάλους και πλατείς, προκειμένου να διευκολύνεται σημαντικά η συλλογή των αποβλήτων, αφού αυτή θα γίνεται με μεγαλύτερη ασφάλεια και ταχύτητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (Γ.Σ.)

Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού των πόλεων και η άναρχη δόμηση που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια στις πόλεις των αναπτυσσόμενων κρατών έχουν αποτέλεσμα τον πολλαπλασιασμό των αστικών στερεών αποβλήτων καθιστώντας τη διαχείρισή τους ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα των δημοτικών αρχών. Το 40% των δαπανών στην Ευρωπαϊκή Ένωση για τη διαχείριση των αποβλήτων αφορά στερεά απόβλητα, ενώ στη χώρα μας η ετήσια δαπάνη για τη διαχείρισή τους φτάνει τα 300 εκατ. ευρώ. Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων αποτελεί ένα νέο επιστημονικό πεδίο, το οποίο χρειάζεται την υποστήριξη συστημάτων λήψης αποφάσεων και εξειδικευμένων λογισμικών για τα διάφορα πεδία και φάσεις της. Ενδεικτικά αναφέρονται τα εξής:

- Προσωρινή αποθήκευση απορριμμάτων: Χωροθέτηση, επιλογή μεγέθους, αριθμού και τύπου κάδων συλλογής και κάδων ανακύκλωσης σε αστικό περιβάλλον.
- Αποκομιδή των απορριμμάτων: Δρομολόγηση, χρονοπρογραμματισμός και επιλογή του τύπου, του μεγέθους και του αριθμού των απορριματοφόρων, καθώς και τον υπολογισμό και την ισοκατανομή του προσωπικού που απαιτείται.
- Χωροθέτηση εγκαταστάσεων διαχείρισης, επεξεργασίας και διάθεσης στερεών αποβλήτων: Σταθμοί μεταφόρτωσης, κέντρα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών, εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης, χώροι υγειονομικής ταφής, κ.λπ.

Η χρήση των Γ.Σ. στη διαχείριση των στερεών αποβλήτων συμβάλλει στην καλύτερη οργάνωση της διαδικασίας συλλογής, μεταφοράς και απόθεσης, αλλά και στη μείωση του κόστους επεξεργασίας και διαχείρισης από τη μεριά των δημοτικών αρχών, όπως επίσης και στη μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον και τον άνθρωπο. Και στα τρία πεδία που αναλύθηκαν παραπάνω έχουν καταγραφεί κατά καιρούς σε διεθνές, ευρωπαϊκό αλλά και εθνικό επίπεδο μελέτες και εφαρμογές διαχείρισης αποβλήτων με τη χρήση Γ.Σ. (Μελιδώνη, 2013).

Στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχει γίνει αισθητή η ανάγκη του ανθρώπου για συνεχή ενημέρωση και αξιόπιστες πληροφορίες γύρω από θέματα που αφορούν την κοινωνία, το περιβάλλον και γενικότερα τη γη. 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 τη βάση πάνω στην οποία στηρίζονται και εξελίσσονται τα Γ.Σ. (Μηλιαρέσης, 2006).

Οι κυριότεροι λόγοι για τους οποίους την τελευταία εικοσιπενταετία η τεχνολογία των Γ.Σ. γνώρισε ευρεία ανάπτυξη ήταν:

- Η μεγάλη ανάπτυξη της πληροφορικής και το διαρκώς μειωμένο κόστος των αντίστοιχων μηχανημάτων και προγραμμάτων.
- Η βελτίωση των μαθηματικών μεθόδων ανάλυσης, ερμηνείας και πρόβλεψης του γήινου περιβάλλοντος.
- Η διαρκώς αυξανόμενη ανησυχία για περιβαλλοντική υποβάθμιση τόσο σε τοπικό, όσο και σε εθνικό και υπερεθνικό επίπεδο.
- 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).

Ο τομέας της διαχείρισης των απορριμμάτων είναι πολύ σημαντικός αλλά ταυτόχρονα πολύ απαιτητικός, η σωστή λειτουργία του οποίου επιτυγχάνεται με τη σωστή μελέτη και ανάλυση των περιβαλλοντικών και χωρικών δεδομένων. Τα Γ.Σ. συμβάλλουν σημαντικά στην καταγραφή και ανάλυση των δεδομένων, με αποτέλεσμα να προσφέρουν στους χρήστες τη δυνατότητα λήψης αποφάσεων που αφορούν την οργάνωση και τη λειτουργία των επιμέρους δραστηριοτήτων του τομέα.

Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται ο ορισμός των Γ.Σ. και η διαχρονική τους εξέλιξη και αναφέρονται τα λειτουργικά και τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Εν συνεχεία γίνεται μια αναφορά στις κατηγορίες των

δεδομένων που αυτά δέχονται, στην οργάνωση και λειτουργία ενός Γ.Σ. και στις εφαρμογές που αυτά έχουν.

2.1 Γενικά στοιχεία

2.1.1 Ορισμός Γ.Σ.

Κατά καιρούς έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί για τα Γ.Σ. Ο Goodchild (1985) απέδωσε έναν αρκετά ευρύ ορισμό, σύμφωνα με τον οποίο «Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι το ολοκληρωμένο σύστημα εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση, διαχείριση, ανάλυση και απεικόνιση χωρικών δεδομένων σχετικών με ζητήματα γεωγραφικής φύσης». Με τον όρο «ολοκληρωμένο» υποδεικνύεται ότι τα Γ.Σ. αντιμετωπίζονται ως μία νέα σύνθετη τεχνολογία. Λίγο αργότερα, το 1992, ένας παρόμοιος ορισμός δόθηκε από τους Congalton και Green, οι οποίοι υποστήριξαν ότι τα Γ.Σ. 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». Ο Carter το 1989 όρισε ως Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών «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». Το 1983 ένας νέος ορισμός δόθηκε από την FIG (Federation Internationale des Geometres): «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 μία από μία 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 στοιχείων». Η βάση ενός Γ.Σ. 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.

Το 2002, σύμφωνα με τον ορισμό που δόθηκε μέσα από το βιβλίο «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών από τη Θεωρία στην πράξη» των Βαϊόπουλου, κ.ά., «τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Geographical Information Systems-G.I.S.) είναι λογισμικά που αξιοποιούν τις δυνατότητες των υπολογιστών για αποθήκευση, ανάλυση, διαχείριση και παρουσίαση των δεδομένων που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με τη γεωγραφική κατανομή».

Τέλος, σύμφωνα με τον Χαλκιά (2006), το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι «σύνολο υλικού, λογισμικού και διαδικασιών το οποίο με την κατάλληλη χρήση υποστηρίζει τη συλλογή, διαχείριση, ανάλυση, μοντελοποίηση και παρουσίαση δεδομένων με χωρική αναφορά. Αποτελεί επίσης σημαντικό εργαλείο υποστήριξης λήψεων αποφάσεων στην επίλυση ποικίλων προβλημάτων διαχείρισης και σχεδιασμού. Στις μέρες μας αποδίδεται και ως Geographical Information Science (Επιστήμη Γεωγραφικών Πληροφοριών) υπονοώντας την ευρύτερη επιστήμη που ασχολείται με γεωγραφικές πληροφορίες».

Οι παραπάνω ορισμοί οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ένα Γ.Σ. έχει τη δυνατότητα να φέρει σε πέρας 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 έναν 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.

Θα μπορούσαμε να προσθέσουμε ότι τα Γ.Σ. δεν είναι μόνο ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων νομικής, διοικητικής και οικονομικής φύσεως αλλά και κοινωνικής, π.χ. η προστασία του

περιβάλλοντος. Επιπρόσθετα θα πρέπει να τονιστεί ότι επιτρέπει τη σύνδεση και επικοινωνία ανάμεσα σε ποιοτικά και περιγραφικά δεδομένα και τη σύνδεση αυτών με το χώρο, με αποτέλεσμα, μέσω μιας ολοκληρωμένης τεχνολογίας, την ανάλυση, μελέτη και λήψη αποφάσεων που αφορούν τη γη, τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Κατά συνέπεια θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι τα Γ.Σ. αποτελούν τη γέφυρα ανάμεσα στην πραγματικότητα και την ανάγκη για την περιγραφή της (Μελιδώνη, 2013).

2.1.2 Διαχρονική εξέλιξη των Γ.Σ.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η σημερινή εξέλιξη και οι δυνατότητες που είναι σήμερα εφοδιασμένα τα Γ.Σ. οφείλονται στη συνεχή πρόοδο των Η/Υ. Η ιστορία των Γ.Σ. ξεκινάει τη δεκαετία '60, όταν σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε το πρώτο πληροφοριακό σύστημα από τον Tomlinson στον Καναδά για τις ανάγκες του Υπουργείου Γεωργίας υπό το όνομα CGIS (Canadian Geographic Information System-1964). Την ίδια σχεδόν περίοδο η Δασική Υπηρεσία στο Μπέρκλεϊ ανέπτυξε ένα πιο προωθημένο σύστημα, το MIADS (1965). Το βασικό χαρακτηριστικό που το διαφοροποίησε από το προηγούμενο είναι ότι επέτρεπε τη δημιουργία σύνθετων απεικονίσεων (overlay), την εκτέλεση μαθηματικών υπολογισμών και τη δημιουργία μοντέλων προσομοίωσης χρόνου. Επίσης ένα από τα πιο σύγχρονα τότε Γ.Σ.Π ήταν το DIME (Dual Independent Map Encoded file system), που δημιουργήθηκε από τη Στατιστική Υπηρεσία των ΗΠΑ και περιελάμβανε κωδικοποίηση των δρόμων με βάση τα ονόματά τους και το γεωγραφικό τους κωδικό.

Η δεκαετία του '70 είναι εκείνη η οποία σηματοδοτεί τη μεγάλη ανάπτυξη των Γ.Σ. Η ανάπτυξη του οικολογικού κινήματος και η επιθυμία των κυβερνητικών οργανισμών για όλο και περισσότερο έλεγχο στη χρήση γης οδήγησαν στην ανάπτυξη συστημάτων που όχι μόνο θα αποθηκεύουν δεδομένα, αλλά και θα διαχειρίζονται και θα αναλύουν σε ένα αξιοπρεπή χρόνο. Χαρακτηριστική περίπτωση αποτέλεσε το Land Use and Natural Resource (LUNR) System, που δημιουργήθηκε με την υποστήριξη της κυβέρνησης της Νέας Υόρκης και την υποστήριξη του Cornell University. Παρά την αποτυχία του συστήματος, λόγω της μη ρεαλιστικής ανάλυσης των αναγκών των χρηστών καθώς και της έλλειψης πρόνοιας για την ενημέρωσή του, η τεχνολογία αυτή θεωρείται ακόμα και σήμερα απαραίτητη για τη μελέτη και ανάλυση οποιαδήποτε χαρακτηριστικού της γήινης επιφάνειας. Την εποχή εκείνη εμφανίζονται και οι πρώτες εμπορικές επιχειρήσεις κατασκευής GIS λογισμικού (ESRI, Integraph). Το 1972 παρουσιάστηκε το πρώτο βιβλίο που αφορούσε τα Γ.Σ. στο δεύτερο συνέδριο των Γ.Σ. στην Οτάβα του Καναδά, η συγγραφή του οποίου έγινε από τους συμμετέχοντες του πρώτου συνεδρίου.

Στην Ευρώπη, ένα από τα πιο ενδιαφέροντα συστήματα δημιουργήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του '70 και τις αρχές της δεκαετίας του '80 στη Σουηδία και αφορούσε την αυτοματοποίηση στην καταγραφή των κτηματολογικών δεδομένων αλλά και άλλων διοικητικών δεδομένων που αφορούν την γη. Ήδη από το 1972, πανεπιστήμια σε Ευρώπη και Αμερική εισάγουν στα προγράμματα σπουδών τους τα Γ.Σ., παράγοντας την πρώτη γενιά εξειδικευμένων στελεχών. Σήμερα όλα τα πανεπιστήμια με κατευθύνσεις σε σχετικούς τομείς προσφέρουν προπτυχιακά και μεταπτυχιακά μαθήματα Γ.Σ.Π (Μανιάτης, 2006).

2.1.3 Δομικά μέρη ενός Γ.Σ.

Η ολοκληρωμένη έννοια των Γ.Σ. (integrated GIS concept) επεκτείνεται για να συμπεριλάβει τόσο τα δεδομένα, το λογισμικό και το μηχανικό εξοπλισμό όσο και τις διαδικασίες και το ανθρώπινο δυναμικό που αποτελούν εξίσου αναπόσπαστο κομμάτι.

Στα συστατικά μέρη ενός Γ.Σ. περιλαμβάνονται:

- ο τεχνικός εξοπλισμός (hardware)
- το λογισμικό (software)
- τα διαθέσιμα (resourceware).

Τα τρία αυτά εργαλεία βρίσκονται σε συνεχή αλληλεξάρτηση και ισορροπία.

Τεχνικός εξοπλισμός

Ο τεχνικός εξοπλισμός ενός Γ.Σ. συμπεριλαμβάνει την κεντρική υπολογιστική μονάδα, τις μονάδες εισόδου, τις μονάδες εξόδου και τις μονάδες αποθήκευσης δεδομένων. 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 γεωγραφικών δεδομένων (π.χ. ψηφιοποιητές, σαρωτές, κ.λπ.), 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.

Λογισμικό

Οι αλγόριθμοι ενός Γ.Σ. είναι πολλοί και ποικίλοι, αλλά μπορούν να διακριθούν σε έξι βασικές κατηγορίες:

- Λογισμικό Εισαγωγής και Επαλήθευσης Στοιχείων, που συμμετέχει στο μετασχηματισμό των στοιχείων από την αρχική 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 στον 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 μία σειρά ερωτήσεων.
- Λογισμικό Ανάλυσης Χώρου, που καλύπτει τις ανάγκες για εμπειρικές εφαρμογές.

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 τον τρόπο συλλογής και καταχώρησης της διαθέσιμης πληροφορίας και ένας οργανισμός που θα υποστηρίξει το σύνολο των διαδικασιών που απαιτεί η χρήση ενός Γ.Σ.Π (Κουτσόπουλος, 2002).

2.1.4 Κατηγορίες δεδομένων ενός Γ.Σ.

Τα δεδομένα που εισάγονται μέσω της ψηφιοποίησης και χρησιμοποιούνται στα Γ.Σ. διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τα **χωρικά δεδομένα**, τα οποία χαρακτηρίζονται από τη θέση τους στο χώρο και αναφέρονται σε πληροφορίες που αφορούν τη θέση και το σχήμα ενός φαινομένου στο χώρο. Διακρίνονται σε σημειακά (π.χ. κολόνες ΔΕΗ, θέσεις γεωτρήσεων κ.ά.), σε γραμμικά (π.χ. ποτάμια, δρόμοι, κ.ά.), σε πολυγωνικά (π.χ. νομοί, οικόπεδα κ.ά.) και ογκομετρικά. Η αποθήκευση των χωρικών δεδομένων μπορεί να γίνει είτε με τεχνολογία διανύσματος (Vector) είτε με τεχνολογία πλέγματος (Raster). Η επιλογή του τρόπου αποθήκευσης εξαρτάται από τη φύση του προβλήματος και φυσικά από το είδος των διαθέσιμων πληροφοριών. Τα **περιγραφικά δεδομένα** αναφέρονται στα χαρακτηριστικά ή τις ιδιότητες των γεωγραφικών δεδομένων και διακρίνονται σε ποιοτικά ή ποσοτικά. Έτσι, π.χ., η κατανομή 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 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 προβολή των αποτελεσμάτων τους.

2.1.5 Εφαρμογές-χρήσεις των Γ.Σ.

Τα Γ.Σ. έχουν ένα τεράστιο πεδίο εφαρμογής που διαρκώς διευρύνεται και κατακτά σημαντική θέση τόσο στον επιστημονικό τομέα όσο και στην καθημερινή ζωή. Η ανάπτυξη της αγοράς των Γ.Σ. είχε αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του κόστους των συστημάτων, αλλά και την ταυτόχρονη μεγιστοποίηση των δυνατοτήτων τους. Οι πρώτες χρήσεις των Γ.Σ. είχαν ως στόχο την καταγραφή, παρακολούθηση και διαχρονική μελέτη φαινομένων. Στην πορεία, στις απλές επεξεργασίες των χωρικών και περιγραφικών δεδομένων προστέθηκαν εξειδικευμένα μοντέλα για την αντιμετώπιση χωροχρονικών δεδομένων και ολοκληρωμένα συστήματα εργαλείων για την ανάλυση, τη μελέτη και τη λήψη αποφάσεων των τεκταινόμενων στο ευρύ περιβάλλον.

Σήμερα, η επιστημονική κοινότητα, και όχι μόνο, κατανοώντας ότι η απόκτηση και η διαχείριση της πληροφορίας προσδίδει γνώση και δυνατότητες που ολοκληρώνουν την επιτυχή αντιμετώπιση προβλημάτων και καταστάσεων, αναγνωρίζει τα Γ.Σ. ως ένα ουσιαστικό εργαλείο για τη διαχείριση όλων των δεδομένων και την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων. Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 2) παρουσιάζονται ενδεικτικά μερικές από τις εφαρμογές των Γ.Σ. σε διάφορους τομείς δραστηριότητας (Μανιάτης, 2006).

ΤΟΜΕΑΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
Επιχειρήσεις	Τράπεζες και Ασφάλειες
	MME
	Real Estate
	Εξυπηρέτηση Πελατών
	Διαφήμιση
	Retail Business
Επικοινωνία	Υπηρεσίες Προσδιορισμού Θέσης
	Σχεδίαση και Ανάλυση δικτύων
Στρατός	Βελτιστοποίησης Επιχειρήσεων
	Προγραμματισμός Προμηθειών
	Συστήματα Διοίκησης και Ελέγχου
Δημόσια Διοίκηση	Κυβερνητικές Υπηρεσίες (ΥΠΕΧΩΔΕ)
	Υπηρεσίες Άμεσης Ανάγκης
	Δίκτυα Κοινής Ωφέλειας
	Μεταφορές
	Επικοινωνία
	Κτηματολόγιο-Χρήσεις Γης
Περιβάλλον	Παιδεία
	Διαχείριση Φυσικών Πόρων

Πίνακας 2: Τομείς Εφαρμογών των Γ.Σ. (Ρούσσου, 2007)

Η παραπάνω συνοπτική περιγραφή μερικών εφαρμογών σε ορισμένους τομείς αποδεικνύει τη δυναμική που έχουν τα Γ.Σ. σήμερα. Πιο συγκεκριμένα, μ ελέτες από εκτιμήσεις των αναγκών του δημοσίου τομέα και της τοπικής αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) έδειξαν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των αποφάσεων αφορούν τη ρύθμιση και οργάνωση του χώρου, των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και εγκαταστάσεων. Τα Γ.Σ. αποτελούν μια ιδανική λύση για μια ολοκληρωμένη, τεκμηριωμένη και σωστή λήψη αποφάσεων που αφορούν τη χωροθέτηση σχολικών μονάδων, εκκλησιών, πάρκων, δημόσιων υπηρεσιών, βιομηχανικών και τουριστικών εγκαταστάσεων, την ανάπτυξη περιοχών εμπορίου και κατοικίας και των δικτύων εξυπηρέτησης τους, τη διαχείριση της υγείας, την ποιοτική βελτίωση της έρευνας και την άσκησης πολιτικής σε θέματα πολεοδομικού και χωροταξικού σχεδιασμού (έκδοση οικοδομικών αδειών, αστυνόμευση κατασκευών, μελέτες τεχνικών έργων, περιβαλλοντικές μελέτες κ.ά.).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι εφαρμογές των Γ.Σ. που αφορούν την ολοκληρωμένη διαχείριση των ΟΤΑ. Το ολοκληρωμένο πρόγραμμα διαχείρισης ενός δήμου μπορεί να συλλέγει και να διαχειρίζεται πληροφορίες που αφορούν στατιστικά-δημογραφικά στοιχεία, στοιχεία απασχόλησης, στοιχεία της ακίνητης περιουσίας του δήμου, στοιχεία των προσφερόμενων υπηρεσιών και παροχών, στοιχεία που αφορούν την υγεία, την εκπαίδευση, τον αθλητισμό, τα δίκτυα κοινής ωφέλειας, την οργάνωση αποκομιδής και απόθεσης των απορριμμάτων, κυκλοφορικά στοιχεία, πολεοδομικά στοιχεία, χρήσης γης, κ.ά., με σκοπό το βέλτιστο σχεδιασμό, την οργάνωση και διαχείριση του αστικού χώρου. Το περιβάλλον είναι ένας ακόμα χαρακτηριστικός και δυναμικός τομέας εφαρμογής των Γ.Σ. Οι δραστηριότητες και επεμβάσεις που πραγματοποιούνται στο περιβάλλον πρέπει να γίνονται κατόπιν ιδιαίτερου προγραμματισμού.

Τα Γ.Σ. δίνουν τη δυνατότητα διαχείρισης τέτοιων θεμάτων αφού παρέχουν τη δυνατότητα επεξεργασίας και ανάλυσης πολυσύνθετων δεδομένων όπως τα περιβαλλοντικά δεδομένα (Πίνακας 3). Συνεπώς αποτελούν ένα εργαλείο ζωτικής σημασίας για τους φορείς χάραξης περιβαλλοντικής πολιτικής, οι οποίοι μέσω των Γ.Σ. μπορούν να αναλύσουν και να σχεδιάσουν σενάρια αντιμετώπισης υψηλού κινδύνου περιβαλλοντικών θεμάτων, αλλά και σενάρια για την πρόβλεψη και προστασία του περιβάλλοντος και των επόμενων γενιών για το άμεσο μέλλον¹².

Εφαρμογές	
1	Διαχείριση Φυσικών Πόρων
2	Διαχείριση Αποβλήτων (Στερεών, Υγρών κ.ά.)
3	Διαχείριση Υδάτινων Πόρων
4	Ατμοσφαιρική Ρύπανση
5	Διαχείριση Φυσικών Καταστροφών
6	Διαχείριση Δασών
7	Μελέτη και Ανάλυση μείωσης περιβαλλοντικών κινδύνων και σεναρίων πρόβλεψης.
8	Αντιμετώπιση Περιβαλλοντικών Καταστροφών
9	Προστασία της Βιοποικιλότητας

Πίνακας 3: Τομείς εφαρμογής των Γ.Σ. στο περιβάλλον (Χαλκιάς, 2007)

2.2 Στάδια και διαδικασίες ενός Γ.Σ.

Τα βασικά στοιχεία που συνθέτουν ένα Γ.Σ. και εκτελούνται κατά τη λειτουργία του είναι: η συλλογή δεδομένων, η κωδικοποίηση και **εισαγωγή** τους, η αποθήκευση και **διαχείριση**, η ανάκτηση, η επεξεργασία και **ανάλυση**, η **απεικόνιση** και παρουσίασή τους και οι εφαρμογές. Τα πρώτα Γ.Σ. αφορούσαν κυρίως την αποθήκευση και ανάκτηση των χωρικών δεδομένων και υστερούσαν στο κομμάτι της στατιστικής ανάλυσης των χωρικών και περιγραφικών παραμέτρων. Η εξέλιξη των Η/Υ δίνει τη δυνατότητα χρήσης μιας μεγάλης ποικιλίας μεθόδων ανάλυσης της χωρικής και περιγραφικής πληροφορίας και απεικόνισης αυτών σε δυναμικούς χάρτες.

2.2.1 Εισαγωγή δεδομένων

Το στάδιο της εισόδου αναφέρεται στη διαδικασία της αναγνώρισης και συλλογής στοιχείων για συγκεκριμένες εφαρμογές, κυρίως όμως, από τη σκοπιά των Γ.Σ., αφορά την αποτύπωση και την αποθήκευσή τους. Γενικά, τα αναγκαία σε ένα Γ.Σ. στοιχεία μπορούν να προέλθουν μέσα από πρωτογενείς διαδικασίες (π.χ. άμεση παρατήρηση ή θεωρητική έρευνα), από την επεξεργασία πρωτογενών στοιχείων (π.χ. ψηφιοποίηση) ή, τέλος με τη κατευθείαν εισαγωγή στοιχείων από διάφορες τράπεζες στοιχείων (π.χ. Γ.Υ.Σ.)

Βέβαια, υπάρχουν λίγες περιπτώσεις όπου τα δεδομένα, υπό τη μορφή αρχείου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα Γ.Σ. (π.χ. DXF, TIFF, ASCII κ.α.). Στις περισσότερες περιπτώσεις ο Η/Υ παρ' όλες της μυθικής δυνατότητες που του αποδίδουν, δεν έχει δυστυχώς την ικανότητα να κάνει χρήση της πληροφορίας στη μορφή που είναι διαθέσιμη (συνήθως χάρτες, παρατηρήσεις πεδίου και τηλεσκοπικά στοιχεία) με αποτέλεσμα να υπάρχει πάντα η ανάγκη μετατροπής της πληροφορίας σε μορφή που μπορεί να «διαβαστεί» από τον Η/Υ.

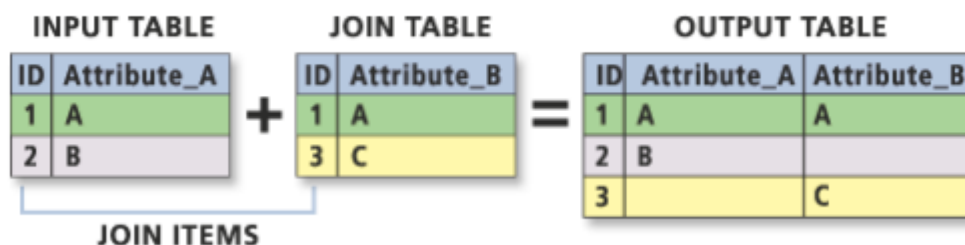
2.2.2 Διαχείριση δεδομένων

Στη διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία, βασικός στόχος είναι η δημιουργία της πληροφοριακής βάσης (database), που αποτελεί και την αρχή της διαδικασίας ανάλυσης του αντικειμενικού στόχου των Γ.Σ. Δηλαδή, η πληροφοριακή βάση αποτελεί τον ενδιάμεσο κρίκο μιας αλυσίδας ενεργειών, που αρχίζει από τον υπεύθυνο των αποφάσεων και καταλήγει στη διαμόρφωση των συμπερασμάτων από την ανάλυση των στοιχείων μέσα στο Γ.Σ.

Η έννοια της διαχείρισης στα Γ.Σ. αφορά στο τρόπο με τον οποίο στοιχεία για τη θέση, την τοπολογία και τα χαρακτηριστικά των γεωγραφικών οντοτήτων δομούνται και οργανώνονται και, επομένως, αντιστοιχεί στον όρο σύστημα διαχείρισης δεδομένων (database management system) και αναφέρεται σε ένα λογισμικό σύστημα για τη διαχείριση (ενημέρωση, συντήρηση, και ανάκτηση) των στοιχείων της βάσης δεδομένων. Σαν αποτέλεσμα το σύστημα διαχείρισης δεδομένων αποτελεί ένα αναπόσπαστο και ίσως το σημαντικότερο τμήμα ενός Γ.Σ.

2.2.2.1 Το εργαλείο Join

Το εργαλείο Join πραγματοποιεί συνενώσεις πινάκων με ποιοτικά και ποσοτικά μεγέθη με βάση μία κοινή μεταβλητή που αποτελεί στοιχείο σύνδεσης. Αυτό το στοιχείο σύνδεσης πρέπει να βρίσκεται και στους δύο προς συνένωση πίνακες. Το δεδομένο εξόδου αποτελεί ένας πίνακας που περιέχει τα στοιχεία των πινάκων εισόδου που έχουν επιλεγεί με βάση το κοινό πεδίο ή και ένας πίνακας που περιέχει μόνο τα κοινά στοιχεία των πινάκων εισόδου που έχουν επιλεγεί με βάση το κοινό πεδίο (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Αποτέλεσμα εφαρμογής εργαλείου Join (Πηγή: ArcGis Help)

2.2.3 Ανάλυση δεδομένων

Οι τεχνικές ανάλυσης που ένα Γ.Σ. οφείλει να χρησιμοποιεί, είναι δύσκολο να καθοριστούν εκ των προτέρων. Και αυτό γιατί ο αντικειμενικός σκοπός του Γ.Σ., η φύση και η μορφή των στοιχείων, καθώς και ο συνδυασμός λογισμικού – Η/Υ (software – hardware) που χρησιμοποιούνται από το σύστημα, έχουν διαφορετικές απαιτήσεις.

Γενικά, οι ερωτήσεις στις οποίες ένα Γ.Σ. μπορεί να απαντήσει κατά τη διάρκεια της χωρικής ανάλυσης, διακρίνονται σε πέντε κατηγορίες:

- **Γεωγραφία:** «Τι υπάρχει στην χωρική ενότητα...»

Η ουσία της ερώτησης βρίσκεται στο γεγονός, ότι οφείλουμε να γνωρίζουμε τι υπάρχει σε κάθε υποσύνολο – χωρική ενότητα της περιοχής μελέτης. Η ταυτότητα ενός τόπου μπορεί να περιγραφεί με διάφορους τρόπους, όπως για παράδειγμα, με το όνομα της τοποθεσίας, κάποιο γεωγραφικό κωδικό, ή με κάποιο γραφικό συμβολισμό σε συνδυασμό με ένα σύστημα γεωγραφικών συντεταγμένων όπως το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, συστήματα καρτεσιανών συντεταγμένων κ.λπ.

- **Αναζήτηση βάσει κριτηρίων:** «Πού βρίσκεται...»

Η δεύτερη αυτή ερώτηση είναι τρόπο τινά η αντίστροφη της πρώτης και απαιτεί στοιχεία χωρικής ανάλυσης για να απαντηθεί. Αντί της ταυτότητας ενός συγκεκριμένου τόπου, ζητείται να βρεθεί ο γεωμετρικός τόπος μέσα στον οποίο ικανοποιούνται ορισμένες συνθήκες (π.χ. που βρίσκεται γήινη επιφάνεια, χαρακτηρισμένη ως δάσος, με εμβαδόν μεγαλύτερο των 100 στρεμμάτων, που απέχει λιγότερο από 60 χιλιόμετρα από το αστικό κέντρο και 2 χιλιόμετρα από οδικό δίκτυο... κ.ο.κ).

- **Τάσεις:** «Ποια η μεταβολή...»

Η ερώτηση αυτή προϋποθέτει την απάντηση των δύο προηγούμενων, καθώς αναζητά τις διαφορές που παρουσιάζονται, λαμβανομένης υπ' όψιν και της παρέλευσης συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος (διαχρονικές).

- **Πρότυπα:** «Από ποια χωρικά πρότυπα χαρακτηρίζεται...»

Στις συγκεκριμένες περιπτώσεις, αναζητούνται συσχετισμοί και νόμοι οι οποίοι διέπουν φαινόμενα που συμβαίνουν ταυτόχρονα, (ή είναι το ένα συνέπεια του άλλου) και αφορούν ένα συγκεκριμένο χώρο.

- **Διαδικασίες:** «Τι θα συνέβαινε αν...»

Η απάντηση σε τέτοιου τύπου ερωτήσεις, προϋποθέτει συνολικότερη επιστημονική θεώρηση, υπό την έννοια ότι μόνη η γεωγραφική πληροφορία δεν επαρκεί ως παράμετρος ανάλυσης των φαινομένων.

2.2.3.1 Το εργαλείο Intersect

Η εντολή Intersect δημιουργεί ένα νέο χαρακτηριστικό από την τομή επικαλυπτόμενων επιφανειών διατηρώντας την υπάρχουσα γεωμετρία. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι τα επικαλυπτόμενα τμήματα να είναι του ίδιου τύπου γεωμετρίας (είτε γραμμή είτε ένα πολύγωνο). Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ποια δεδομένα θα κρατήσει από τον Πίνακα Χαρακτηριστικών κάθε στοιχείου. Το εργαλείο αυτό είναι πολύ χρήσιμο στις περιπτώσεις που προτιμάται η απομόνωση ενός κοινού χαρακτηριστικού μεταξύ δύο οντοτήτων (Εικόνα 2).

πριν το intersect



μετά το intersect



Εικόνα 2: Τρόπος λειτουργίας εργαλείου Intersect (Πηγή: ArcGis Help)

2.2.3.2 Το εργαλείο Summary Statistics

Ένα σύνηθες πρόβλημα αποτελεί το γεγονός πως οι πληροφορίες που διατίθενται σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δοσμένου χάρτη δεν είναι οργανωμένες με τον επιθυμητό τρόπο. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η ύπαρξη στοιχείων για τον πληθυσμό σε επίπεδο νομών ενώ είναι απαραίτητα τα στοιχεία σε επίπεδο κράτους. Συνοψίζοντας τα δεδομένα σε ένα πίνακα, μπορούν να αντληθούν διάφορα στατιστικά στοιχεία όπως άθροισμα, μέση τιμή, ελάχιστη τιμή, μέγιστη τιμή, καθώς και καταμέτρηση και εύρος τιμών. Με τον τρόπο αυτό απομονώνονται ακριβώς οι πληροφορίες που μας ενδιαφέρουν. Μέσω της διαδικασίας αυτής, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας ενός νέου πίνακα που περιέχει ως αποτέλεσμα μία σύνοψη των στατιστικών στοιχείων που επιλέχθηκαν (Εικόνα 3):

Parameter	Explanation	Data type
in_table (Required)	The input table containing the field(s) that will be used to calculate statistics. The input can be an INFO table, a dBASE table, an OLE DB table, a VPF table, or a feature class.	Table View Raster Layer
out_table (Required)	The output dBASE or geodatabase table that will store the calculated statistics.	Table
statistics_fields (Required)	The numeric field containing attribute values used to calculate the specified statistic. Multiple statistic and field combinations may be specified. Null values are excluded from all statistical calculations. The Add Field button, which is used only in ModelBuilder, allows you to add expected field(s) so you can complete the dialog and continue to build your model. Available statistic types are: <ul style="list-style-type: none"> • SUM—Adds the total value for the specified field. • MEAN—Calculates the average for the specified field. • MIN—Finds the smallest value for all records of the specified field. • MAX—Finds the largest value for all records of the specified field. • RANGE—Finds the range of values (MAX - MIN) for the specified field. • STD—Finds the standard deviation on values in the specified field. • FIRST—Finds the first record in the Input Table and uses its specified field value. • LAST—Finds the last record in the Input Table and uses its specified field value. • COUNT—Finds the number of values included in statistical calculations. This counts each value except null values. To determine the number of null values in a field, use the COUNT statistic on the field in question, and a COUNT statistic on a different field which does not contain nulls (for example the OID if present), then subtract the two values. 	(Field String; Field String;...)
case_field (Optional)	The fields in the Input Table used to calculate statistics separately for each unique attribute value (or combination of attributes values when multiple fields are specified).	Field

Εικόνα 3: Εφαρμογή εργαλείου Summary Statistics (Πηγή: ArcGis Help)

2.2.4 Απεικόνιση δεδομένων

Η έξοδος από τον Η/Υ και ο τρόπος που θα παρουσιαστεί η πληροφορία που η ανάλυση και γενικά το Γ.Σ. δημιούργησε, είναι καθοριστικός για την αποτελεσματικότητά του. Επομένως, η παρουσίαση της πληροφορίας είναι πρωταρχικής σημασίας για κάθε Γ.Σ.

Τρεις είναι οι βασικές -αλλά όχι και οι μοναδικές- μορφές εξόδου της πληροφορίας: στην πρώτη μορφή ανήκουν οι πίνακες, οι μαθηματικές συναρτήσεις, οι μέσοι όροι και άλλες μη-σχεδιαστικές αποδόσεις, στη δεύτερη μορφή περιλαμβάνονται τα ιστογράμματα, τα πολύγωνα συχνότητας και άλλες μορφές γραφημάτων, ενώ η τρίτη μορφή αποτελείται από χάρτες. Επιπλέον τα αποτελέσματα μιας ανάλυσης στον Η/Υ, μπορούν να παρουσιαστούν στη «οθόνη» του τερματικού, να αποθηκευτούν κατευθείαν σε δίσκους, να εκτυπωθούν στον εκτυπωτή (printer) ή να σχεδιαστούν στο σχεδιαστή (plotter).

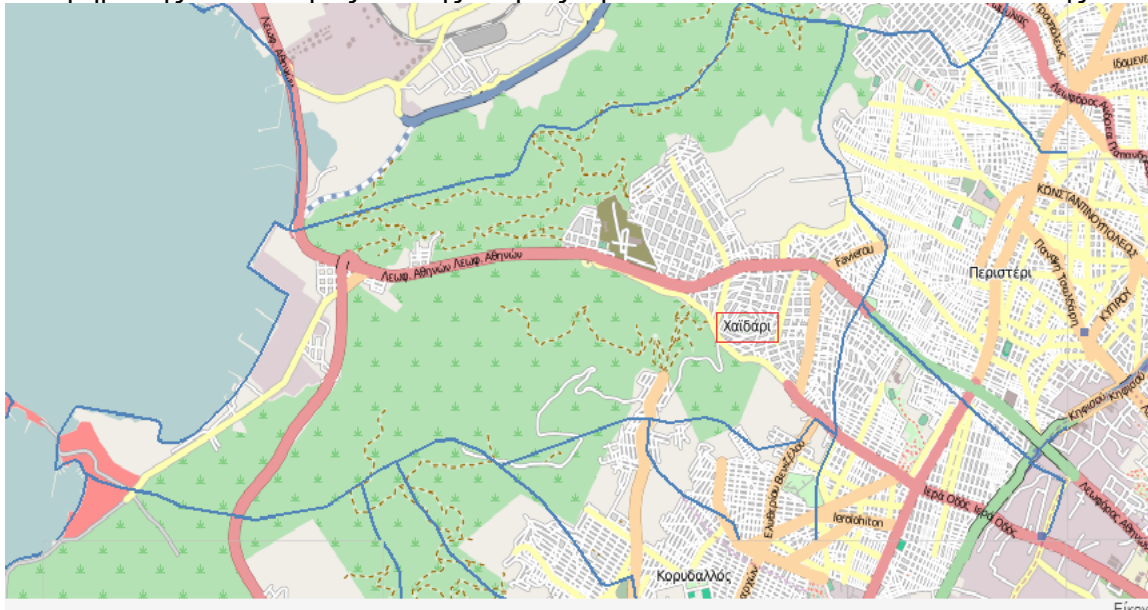
Ιδιαίτερη σημασία σαν μορφή εξόδου των Γ.Σ., έχουν οι θεματικοί χάρτες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην απεικόνιση τόσο των φυσικών φαινομένων όσο και των φαινομένων που σχετίζονται με τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η μετάδοση και επικοινωνία συγκεκριμένων ιδεών μέσα από τους θεματικούς χάρτες είναι περισσότερο αποτελεσματική, γιατί η ανθρώπινη αντίληψη είναι πιο άμεση στις εικόνες παρά στα πινακοποιημένα στοιχεία. Πραγματικά, η απλή παράθεση των δεδομένων δεν αρκεί για μια ολοκληρωμένη θεώρηση φαινομένων στο χώρο «... αν δε συνοδεύεται και από τις αναγκαίες θεματικές απεικονίσεις, που επιτρέπουν την άμεση αναγνώριση και θεώρηση και συσχετισμό πιο σύνθετων περιπτώσεων» (Κουτσόπουλος, 2005).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΗΣ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ

3.1 Ο Δήμος Χαϊδαρίου

3.1.1 Γενικά στοιχεία

Ο Δήμος Χαϊδαρίου (Εικόνα 4) είναι ο μεγαλύτερος ως προς την έκτασή του στη δυτική Αθήνα. Διαθέτει συνολικά 22.655 στρέμματα, από τα οποία η περιοχή της δομημένης έκτασης καλύπτει τα 4.457 στρέμματα, στα οποία συγκαταλέγονται σημαντικές εκτάσεις που ανήκουν στα δύο μεγάλα νοσηλευτήρια ψυχικών παθήσεων, το Δημόσιο Ψυχιατρείο και το Δρομοκαϊτείο Ψυχιατρικό Ίδρυμα, και στο Αττικό Νοσοκομείο. Η μη δομημένη έκταση ανέρχεται στα 18.198 στρέμματα και περιλαμβάνει εκτάσεις του Ταμείου Εθνικής Αμύνης, του Βοτανικού Κήπου και του Υπουργείου Γεωργίας. Ο Δήμος Χαϊδαρίου βρίσκεται στην είσοδο της Αθήνας και ενώνει το Θριάσιο Πεδίο με το Λεκανοπέδιο της Αττικής. Αποτελεί τη δυτική πύλη της πρωτεύουσας και τη φυσική διέξοδό της προς τις δυτικές ακτές της Αττικής. Θεωρείται αστική ημιορεινή περιοχή και λόγω των μορφολογικών χαρακτηριστικών μπορεί να διακριθεί γεωγραφικά σε τρεις ζώνες: την παραλιακή ζώνη Σκαραμαγκά, τη ζώνη του Δαφνίου και τη ζώνη της πόλης του Χαϊδαρίου. Χωροταξικά αποτελεί τμήμα της υποενοτήτας Δυτικής Αθήνας-Θριασίου Πεδίου του Λεκανοπεδίου της Αττικής.



Εικόνα 4: Όρια Δήμου Χαϊδαρίου (Πηγή: Google Maps)

Οι υπαρκτοί αλλά αδιαμόρφωτοι ελεύθεροι χώροι, ουσιαστικά τα πρανή του Ποικίλου Όρους και του Όρους Αιγάλεω, καθώς και η περιοχή του Δαφνίου περιβάλλουν τη δομημένη περιοχή του Δήμου Χαϊδαρίου προσφέροντας προστασία και ανάσα από την ατμοσφαιρική επιβάρυνση που προκαλείται από τους προερχόμενους, εκ τη βιομηχανική περιοχή του Θριασίου Πεδίου, ατμοσφαιρικούς ρύπους, ενώ μπορούν δυνητικά να λειτουργήσουν ως υπερτοπικοί πόλοι πρασίνου και αναψυχής.

Γενικότερα η περιοχή του Δήμου Χαϊδαρίου μπορεί να λειτουργήσει ως υπερτοπικός πόλος λόγω της έκτασης του, της δυνητικής ύπαρξης σχετικά υψηλού επιπέδου θετικών περιβαλλοντικών συνθηκών, της απόστασής του από το κέντρο της Αθήνας, της εύκολης πρόσβασης της περιοχής τόσο από την Αθήνα όσο και από τον Πειραιά, της ύπαρξης ήδη λειτουργιών με υπερτοπικό χαρακτήρα όπως τα δύο νοσηλευτήρια ψυχικών παθήσεων και το Αττικό Νοσοκομείο. Επιπλέον, λόγω του ότι το Χαϊδάρι, είναι με πόλη με ιστορικές μνήμες όλων των εποχών, διαθέτει πολιτιστικά μνημεία αρχαιολογικής, ιστορικής και θρησκευτικής φύσεως όπως τα Αρχαία Ιερά της Αφροδίτης και του Απόλλωνος, το Σπήλαιο του Πανός, το Παλατάκι, το πρώην Γερμανικό Στρατόπεδο

Συγκέντρωσης κατά τη διάρκεια της Γερμανικής Κατοχής, ο ναός του Προφήτη Ηλία και η Μονή Δαφνίου.

Από πολεοδομικής απόψεως είναι χωρισμένο στα δύο, αφού τέμνεται έντονα και χαρακτηριστικά από τη Λεωφόρο Αθηνών. Οικιστικά διαχωρίζεται σε 5 συνοικίες και 15 γειτονιές που δημιουργούν συνεκτικό οικιστικό τμήμα με ιστορικές καταβολές. Η σημερινή πόλη του Χαϊδαρίου αποτελεί τον πλέον ιστορικό οικισμό της δυτικής Αθήνας, του οποίου ο βασικός οικιστικός πυρήνας δημιουργήθηκε γύρω στο 1882. Είναι δηλαδή η πρώτη περιοχή της δυτικής Αθήνας που απέκτησε εγκεκριμένο σχέδιο, ενώ διαθέτει φανερά σημάδια της ιστορικής της συνέχειας, που λειτουργούν σημειολογικά σαν πόλοι αναγνώρισης.

Σήμερα θεωρείται η πλέον αστικοποιημένη περιοχή της γεωγραφικής ενότητας της δυτικής Αθήνας με τρόπο ανάπτυξης αντίστοιχο συνοικιών του κέντρου των Αθηνών. Διοικητικά υπάγεται στη Νομαρχία Αθηνών και ως σοβαρότεροι πόλοι έλξης εξυπηρετήσεων για τους κατοίκους και γενικότερα ως κέντρα επιρροής προς το Δήμο Χαϊδαρίου μπορούν να θεωρηθούν οι όμοροι δήμοι Αιγάλεω, Περιστερίου, Πετρούπολης, Αγίας Βαρβάρας, Νίκαιας, Κορυδαλλού, Κερατσινίου, Περάματος και Ασπρόπύργου και οι λεωφόροι Αθηνών-Κορίνθου και Ιεράς Οδού (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Δήμος Χαϊδαρίου και όμοροι δήμοι (Πηγή: Google Earth)

Ο Δήμος Χαϊδαρίου έχει συνολικά μόνιμο πληθυσμό 48.494 κατοίκους (απογραφή ΕΛΣΤΑΤ 2001) ενώ το Χαϊδάρει χωρίς την προσθήκη της περιοχής του Σκαρμαγκακά έχει, σύμφωνα με την ίδια απογραφή, μόνιμο πληθυσμό 47.526 κατοίκους. Η πληθυσμιακή πυκνότητα στην περιοχή του Δήμου Χαϊδαρίου ανέρχεται σε 215 άτομα ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο.

Όσον αφορά την πληθυσμιακή εξέλιξη του Δήμου, σύμφωνα με τις 6 τελευταίες ανά δεκαετία απογραφές της ΕΛΣΤΑΤ, παρατηρείται μια μεγάλη αύξηση του πληθυσμού τις δεκαετίες 1951-1961, 1961-1971 και 1971-1981, όπου ο πληθυσμός του Δήμου Χαϊδαρίου αυξήθηκε κατά 74,26%, 58,82% και 24,33% αντίστοιχα, γεγονός που οφείλεται στο έντονο φαινόμενο της αστικοποίησης, το οποίο παρατηρήθηκε και στις υπόλοιπες μεγάλες πόλεις της Ελλάδας την περίοδο αυτή, άλλοτε σε μεγαλύτερο και άλλοτε σε μικρότερο βαθμό. Μάλιστα, στην περίπτωση του Δήμου Χαϊδαρίου, η αστικοποίηση συντελέστηκε κατά το μεγαλύτερο μέρος της σε αυτές τις δεκαετίες (από 1951-1981), καθώς τις επόμενες δεκαετίες 1981-1991 και 1991-2001 ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού κυμάνθηκε σε πολύ μικρά επίπεδα, 0,9% και 1,41% ανά δεκαετία αντίστοιχα.

3.1.1.1 Χρήσεις γης

Οι χρήσεις γης που ορίζονται για την αστική περιοχή του Δήμου Χαϊδαρίου είναι οι εξής :

- Γενικής Κατοικίας στην οποία περιλαμβάνονται :
 - Κατοικία
 - Ξενοδοχεία μέχρι 100 κλίνες και ξενώνες
 - Εμπορικά καταστήματα (με εξαίρεση τις υπεραγορές και τα πολυκαταστήματα)
 - Γραφεία, τράπεζες ασφαλείας και κοινωνικές οργανισμοί
 - Κτίρια εκπαίδευση
 - Εστιατόρια
 - Αναψυκτήρια
 - Θρησκευτικοί χώροι
 - Κτίρια κοινωνικής πρόνοιας
 - Επαγγελματικά εργαστήρια χαμηλής όχλησης
 - Πρατήρια βενζίνης
 - Αθλητικές εγκαταστάσεις
 - Κτίρια, γήπεδα στάθμευσης
 - Πολιτιστικά κτίρια (και εν γένει πολιτιστικές εγκαταστάσεις).

- Πολεοδομικού κέντρου-κεντρικής λειτουργίας πόλης-τοπικού κέντρου συνοικίας-γειτονιάς στην οποία περιλαμβάνονται:
 - Κατοικία
 - Ξενώνες, ξενοδοχεία και λοιπές τουριστικές εγκαταστάσεις
 - Εμπορικά καταστήματα
 - Γραφεία, τράπεζες ασφαλείας και κοινωνικές οργανισμοί
 - Διοίκηση (στα κέντρα γειτονιάς επιτρέπονται μόνο κτίρια διοίκησης γειτονιάς)
 - Εστιατόρια
 - Αναψυκτήρια
 - Κέντρα διασκέδασης, αναψυχής
 - Χώροι συνάθροισης κοινού
 - Πολιτιστικά κτίρια και εν γένει πολιτιστικές εγκαταστάσεις
 - Κτίρια εκπαίδευσης
 - Θρησκευτικοί χώροι
 - Κτίρια κοινωνικής πρόνοιας
 - Επαγγελματικά εργαστήρια χαμηλής όχλησης
 - Κτίρια, γήπεδα στάθμευσης
 - Πρατήρια βενζίνης
 - Αθλητικές εγκαταστάσεις
 - Εγκαταστάσεις εμπορικών εκθέσεων- εκθεσιακά κέντρα
 - Εγκαταστάσεις μέσων μαζικών μεταφορών.

3.1.2 Υπάρχουσα κατάσταση στον τομέα της καθαριότητας

Σκοπός της ενότητας αυτής είναι η παρουσίαση των υπαρχόντων τομέων αποκομιδής απορριμμάτων του Δήμου Χαϊδαρίου με βάση τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από τις τοπικές αρχές που είναι υπεύθυνες για την καθαριότητα του δήμου.

Ο Δήμος Χαϊδαρίου διαθέτει στο ενεργητικό του 7 απορριμματοφόρα οχήματα εκ των οποίων:

- 1 «μικρό» χωρητικότητας 5 τόνων
- 2 τύπου «μύλου» χωρητικότητας 7 τόνων
- 2 τύπου «πρέσας», τροφοδοσίας αερίου, χωρητικότητας 10 τόνων

- 2 τύπου «πρέσας» παλιάς τεχνολογίας, χωρητικότητας 10 τόνων
Σύμφωνα με το δυναμικό αυτό δημιουργήθηκαν εμπειρικά και οι τομείς αποκομιδής απορριμμάτων του Δήμου και είναι αναλυτικά αυτοί που περιλαμβάνονται από τις παρακάτω οδούς:

Τομέας 1: Αρεοπόλεως-Ν.Αντύπα-Μ.Κατράκη-Β.Τσιτσάνη-Καβάφη-Ζαμπέτα-Καρκαβίτσα-3^{ης}
Σεπτεμβρίου-Μάνης-Αρεοπόλεως
και

Ιερά Οδός-Λεωφόρος Αθηνών-Αγωνιστών Στρατοπέδου Χαϊδαρίου-Χρ. Πέρραιβου-Ιερά Οδός

Τομέας 2: Λεωφόρος Αθηνών-Αρεοπόλεως-Μάνης-Σωκράτους-Πλάτωνος-Γ.Παπανδρέου-
Λεωφόρος Αθηνών

Τομέας 3: Λεωφόρος Αθηνών-Λευκάδος-Σωκράτους-Μάνης-3^{ης} Σεπτεμβρίου-Πλουτάρχου-Ρίμινι-
Αγ.Τριάδος-Φαβιέρου-Λεωφόρος Αθηνών

Τομέας 4: Στρατ. Καραϊσκάκη-Φαβιέρου-Αγ.Τριάδος-Καρύστου-Κηπουπόλεως-Διγ.Ακρίτα-Στρατ.
Καραϊσκάκη

Τομέας 5: Στρατ. Καραϊσκάκη-Διγ. Ακρίτα-Κηπουπόλεως-Ζεούρου-Ιερά Οδός-Στρατ. Καραϊσκάκη

Τομέας 6: Ιερά Οδός-Πέρραιβου-Αγωνιστών Στρατοπέδου Χαϊδαρίου-Λεωφόρος Αθηνών-Στρατ.
Καραϊσκάκη-Ιερά Οδός.

Στους τομείς αυτούς έχουν τοποθετηθεί εμπειρικά κάδοι των 500 λίτρων για την προσωρινή απόθεση των απορριμμάτων από τους κατοίκους, αλλά και ίδιας χωρητικότητας κάδοι ανακύκλωσης. Ο ακριβής αριθμός των κάδων δεν είναι γνωστός, όμως οι υπεύθυνοι της Διεύθυνσης Καθαριότητας υπολογίζουν ότι είναι περίπου 1.500 κάδοι απορριμμάτων και 650 κάδοι ανακύκλωσης της προαναφερθείσας χωρητικότητας.

3.2 Εισαγωγή δεδομένων που αφορούν το Δήμο Χαϊδαρίου

Αρχικά εισήχθησαν στο πρόγραμμα ArcGis τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για την περιοχή του Δήμου Χαϊδαρίου από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛ.ΣΤΑΤ.) τα οποία αφορούν την απογραφή του 2001. Τα στοιχεία αυτά είναι τα αρχεία axon.shp, block.shp, build.shp και topo.shp, τα οποία είναι της μορφής shapfile, και περιλαμβάνουν τους οδικούς άξονες, τα οικοδομικά τετράγωνα, τα κτίρια και τοπογραφικά στοιχεία του Δήμου αντίστοιχα.

Επίσης εισήχθησαν τα αρχεία xaidari.xlsx, Apokleistiki_Xrhsh_1.xlsx, Mikti-Kyria_Xrhsh_1.xlsx και Mikti-Deyterevousa_Xrhsh_1.xlsx τα οποία είναι αρχεία της μορφής excel και περιέχουν στοιχεία που αφορούν τον πληθυσμό ανά οικοδομικό τετράγωνο και τις χρήσεις γης ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Χαϊδαρίου. Τέλος έγιναν προσπάθειες για την εύρεση δεδομένων που αφορούν τους υπάρχοντες κάδους (απορριμμάτων, ανακύκλωσης, χαρτιού) χωρίς επιτυχία, καθώς μια τέτοια προεργασία δεν είχε γίνει από την πλευρά της Διεύθυνσης Καθαριότητας του Δήμου Χαϊδαρίου και συνεπώς δεν υπήρχαν οι απαραίτητες πληροφορίες. Έτσι οι πληροφορίες πάρθηκαν ενδεικτικά, μέσω επιτόπιων μετρήσεων σε δύο τομείς (τομέας 2 και τομέας 5), ακολουθώντας τη διαδρομή των απορριμματοφόρων που βρίσκονταν σε υπηρεσία. Αυτά τα αρχεία καθώς και τα συλλεγμένα στοιχεία από τις επιτόπιες μετρήσεις, αποτελούν τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την περαιτέρω ανάλυση των υπαρχόντων τομέων καθαριότητας του Δήμου.

3.3 Διαχείριση δεδομένων

Μετά την εισαγωγή των δεδομένων απαιτείται η κατάλληλη διαχείρισή τους με σκοπό αυτά να είναι χρηστικά και να βοηθήσουν στο επόμενο στάδιο το οποίο είναι αυτό της ανάλυσης. Έτσι τα αρχεία που εισήχθησαν παραπάνω ελέγχθηκαν εξονυχιστικά με στόχο να βρεθούν τα όποια σφάλματα αυτά περιείχαν και να διορθωθούν τελικά οι ανακρίβειες. Η διαδικασία αυτή αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της εφαρμογής, καθώς η επεξεργασία των δεδομένων αυτών είναι η μετέπειτα διαδικασία που οδηγεί στα τελικά συμπεράσματα. Με τη διόρθωση λοιπόν των αρχείων προέκυψαν τα ορθά xaidari_diorthwmena.xlsx, Apokleistiki_Xrhsh.xlsx, Mikti-Kyria_Xrhsh.xlsx και Mikti-Deyterevousa_Xrhsh.xlsx.

Εν συνεχεία τα παραπάνω αρχεία αξιοποιήθηκαν με το εργαλείο Join, με στόχο την ενσωμάτωση των ποσοτικών πληροφοριών που περιέχουν στους υπάρχοντες τομείς αποκομιδής απορριμμάτων του Δήμου. Το εργαλείο Join, έχοντας ως βάση μία κοινή κατηγορία στα αρχεία που πρόκειται να ενοποιηθούν, τοποθετεί τα κοινά στοιχεία αυτά μαζί και τα αποθηκεύει. Στην προκειμένη περίπτωση η βάση ήταν η ονομασία των οικοδομικών τετραγώνων. Για να δει κανείς το αποτέλεσμα αυτής της ενοποίησης, αρκεί να ανοίξει τον Πίνακα Χαρακτηριστικών (Attribute Table) του κάθε τομέα, κάνοντας δεξί κλικ στον τομέα που επιθυμεί και επιλέγοντας την εντολή Open Attribute Table. Στο Παράρτημα Δ φαίνονται τα στοιχεία του Πίνακα Χαρακτηριστικών του τομέα 2 και του τομέα 5 του Δήμου Χαϊδαρίου, οι οποίοι με σημεία αναφοράς τις στήλες «ESYE_CODE» και «Οικοδομικό Τετράγωνο» ενοποιήθηκαν με τα αρχεία Apokleistiki_Xrhsh.xlsx, Mikti-Kyria_Xrhsh.xlsx και Mikti-Deyterevousa_Xrhsh.xlsx.

3.4 Ανάλυση δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων που έχουν εισαθεί και διαχειριστεί, δημιουργήθηκαν αρχικά έξι καινούρια shapefiles με ονόματα TOMEAS_1.shp, TOMEAS_2.shp, TOMEAS_3.shp, TOMEAS_4.shp, TOMEAS_5.shp, TOMEAS_6.shp όπου το χαρακτηριστικό τους γνώρισμα αυτών ήταν ότι τα στοιχεία τους ήταν πολύγωνα (polygons). Το καθένα από αυτά τα shapefiles σχεδιάστηκε ξεχωριστά και αντιπροσωπεύει τα πολύγωνα των τομέων καθαριότητας. Η γραμμή δηλαδή των πολυγώνων διέρχεται από τις οδούς που περιέχουν κάθε έναν τομέα.

Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν τα οικοδομικά τετράγωνα που περιέχει ο καθένας από τους υπάρχοντες τομείς αποκομιδής απορριμμάτων του Δήμου. Για να γίνει αυτό, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Intersect, σύμφωνα με το οποίο το πολύγωνο του κάθε τομέα και το αρχείο excel που εισάχθηκε στο πρόγραμμα με όνομα xaidari_diorthwmena.xlsx, βρίσκουν την «τομή» των κοινών χαρακτηριστικών τους, τα οποία στην προκειμένη περίπτωση είναι ο αριθμός του οικοδομικού τετραγώνου. Τα αποτελέσματα της παραπάνω διεργασίας αποθηκεύτηκαν σε έξι καινούρια shapefiles, καθώς η παραπάνω διαδικασία εκτελέστηκε ξεχωριστά για κάθε τομέα, τα οποία ονομάστηκαν O.T._TOMEA_1.shp, O.T._TOMEA_2.shp, O.T._TOMEA_3.shp, O.T._TOMEA_4.shp, O.T._TOMEA_5.shp και O.T._TOMEA_6.shp αντίστοιχα. Στα αρχεία αυτά έλαβε χώρα μια περαιτέρω επεξεργασία, με σκοπό να ενσωματωθούν σε αυτά ο πληθυσμός ανά οικοδομικό τετράγωνο και οι χρήσεις γης ανά οικοδομικό τετράγωνο. Έτσι και πάλι με το εργαλείο Join ενσωματώθηκαν στα αρχεία αυτά τα αρχεία Apokleistiki_Xrhsh.xlsx, Mikti-Kyria_Xrhsh.xlsx και Mikti-Deyterevousa_Xrhsh.xlsx.

Με τις παραπάνω διεργασίες γίνονται πλέον γνωστά όλα τα στοιχεία (πληθυσμός, χρήσεις γης, αριθμός νοικοκυριών, περίμετρος και εμβαδόν) για κάθε οικοδομικό τετράγωνο του κάθε τομέα, άρα και για κάθε τομέα ξεχωριστά.

Στη συνέχεια, κρίθηκε σκόπιμο να δημιουργηθούν κάποια καινούρια shapefiles στα οποία θα εμφανίζονται και τα κτίρια ανά οικοδομικό τετράγωνο, με στόχο να είναι ορατές και οι χρήσεις τους, όπου αυτές υπάρχουν. Έτσι δημιουργήθηκαν τα αρχεία KTIPIA_TOMEA_1.shp, KTIPIA_TOMEA_2.shp, KTIPIA_TOMEA_3.shp, KTIPIA_TOMEA_4.shp, KTIPIA_TOMEA_5.shp και KTIPIA_TOMEA_6.shp, που αντιστοιχούν στον καθένα από τους τομείς και τα οποία αποτελούν την «τομή» των αρχείων O.T._TOMEA_1.shp έως O.T._TOMEA_6.shp, με το αρχείο

build.shp, στο οποίο υπάρχουν οι πληροφορίες για την ύπαρξη κτιρίων και κατά συνέπεια χρήσεων ανά οικοδομικό τετράγωνο. Η διαδικασία που περιγράφηκε έγινε με τη χρήση του εργαλείου Intersect και το σημείο αναφοράς που είναι απαραίτητο για την «τομή» των αρχείων αυτών ήταν για ακόμα μία φορά η ονομασία των οικοδομικών τετραγώνων.

Για την ψηφιοποίηση των υπαρχόντων κάδων δημιουργήθηκαν έξι καινούρια shapefiles με ονόματα ΚΑΔΟΙ_ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ_ΤΟΜΕΑ_2.shp, ΚΑΔΟΙ_ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ_ΤΟΜΕΑ_2.shp, ΚΑΔΟΙ_ΧΑΡΤΙΟΥ_ΤΟΜΕΑ_2.shp, ΚΑΔΟΙ_ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ_ΤΟΜΕΑ_5.shp, ΚΑΔΟΙ_ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ_ΤΟΜΕΑ_5.shp και ΚΑΔΟΙ_ΧΑΡΤΙΟΥ_ΤΟΜΕΑ_5.shp, τα στοιχεία των οποίων ήταν σημειακά δεδομένα (points). Στα αρχεία αυτά αποθηκεύτηκαν οι πληροφορίες των αντίστοιχων κάδων, οι οποίες και σχεδιάστηκαν για κάθε τομέα και αρχείο ξεχωριστά.

Με το πέρας των εργασιών αυτών υπάρχει πλέον ολοκληρωμένη εικόνα για τους υπάρχοντες τομείς αποκομιδής απορριμμάτων του Δήμου Χαϊδαρίου και μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα και ασφαλή συμπεράσματα που αφορούν την ορθότητα και πρακτικότητα του σχεδιασμού.

Κάνοντας δεξί κλικ στα αρχεία Ο.Τ._ΤΟΜΕΑ_1 έως Ο.Τ._ΤΟΜΕΑ_6 στον πίνακα περιεχομένων (Table of Contents), που βρίσκεται στην αριστερή πλευρά της οθόνης, και επιλέγοντας Open Attribute Table ανοίγει ο Πίνακας Χαρακτηριστικών για καθένα από αυτά τα αρχεία. Βρίσκοντας τη στήλη «Μόνιμος Πληθυσμός» στον κάθε τομέα ξεχωριστά εμφανίζεται ο πληθυσμός κάθε τομέα αποκομιδής απορριμμάτων του Δήμου. Αυτό γίνεται κάνοντας δεξί κλικ στην αρχή της στήλης και επιλέγοντας την εντολή Statistics. Στο νέο παράθυρο που εμφανίζεται φαίνεται ο αριθμός κοιτώντας την ένδειξη Sum.

Τα αποτελέσματα για τους έξι τομείς του Δήμου αναλυτικά είναι τα εξής (Πίνακας 4):

ΤΟΜΕΑΣ	ΚΑΤΟΙΚΟΙ
1	9.656
2	8.865
3	7.558
4	5.222
5	5.444
6	5.953

Πίνακας 4: Πληθυσμός ανά τομέα καθαριότητας

Τα αποτελέσματα αυτά δεν είναι τα τελικά καθώς δεν έχουν ληφθεί υπόψη οι χρήσεις γης ανά οικοδομικό τετράγωνο. Για να γίνει αυτό, υπολογίζονται οι ισοδύναμες κατοικίες ανά οικοδομικό τετράγωνο. Λόγω του ότι κάθε Ο.Τ. δεν αποτελείται μόνο από κατοικίες, αλλά και από άλλα οικοδομήματα, όπως δημόσιες υπηρεσίες, τράπεζες, καταστήματα, σχολικά κτίρια, εκκλησίες κ.ά., τα ανάγουμε όλα σε κατοικίες (ισοδύναμες κατοικίες) με τη βοήθεια ενός συντελεστή αναγωγής. Ο συντελεστής αναγωγής είναι διαφορετικός για κάθε οικοδόμημα, εξαρτάται από την ποσότητα παραγωγής απορριμμάτων και δίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5):

A/A	ΟΙΚΟΔΟΜΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ
1	Εκκλησίες-Μοναστήρια	1
2	Ξενοδοχεία	1.5
3	Εργοστάσια-Εργαστήρια	2
4	Σχολικά κτίρια	2
5	Καταστήματα-Σούπερ Μάρκετ, άλλες χρήσεις	1
6	Δημόσιες Υπηρεσίες, Τράπεζες	2
7	Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ	2

Πίνακας 5: Συντελεστής Αναγωγής (Κόλλιας, 1993)

Με την προσθήκη των συντελεστών αυτών πρέπει να ανοιχτεί πάλι ο Πίνακας Χαρακτηριστικών των αρχείων O.T._TOMEA_1.shp έως και O.T._TOMEA_6.shp και να υπολογιστεί εκ νέου ο πληθυσμός κάθε τομέα μετατρέποντας τις υφιστάμενες χρήσεις ως εξής :

Για παράδειγμα στον Τομέα 2:

Ανοίγεται ο Πίνακας Χαρακτηριστικών του αρχείου O.T._TOMEA_2.shp και μελετώνται οι στήλες των χρήσεων ανά οικοδομικό τετράγωνο. Κάνοντας δεξιά κλικ στην αρχή της στήλης και επιλέγοντας την εντολή Statistics, κοιτώντας στο νέο παράθυρο που ανοίγει την ένδειξη Sum φαίνεται το άθροισμα όλων των συγκεκριμένων χρήσεων του τομέα 2. Έτσι για τον Τομέα 2 προκύπτουν τα εξής στοιχεία (Πίνακας 6):

ΟΙΚΟΔΟΜΗΜΑΤΑ	Συνολικός Αριθμός
Εκκλησίες-Μοναστήρια	4
Ξενοδοχεία	0
Εργοστάσια-Εργαστήρια	13
Σχολικά κτίρια	9
Καταστήματα-Σούπερ Μάρκετ, άλλες χρήσεις	183
Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ	14

Πίνακας 6: Χρήσεις Γης Τομέα 2

Πολλαπλασιάζοντας τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα με τους αντίστοιχους συντελεστές αναγωγής προκύπτει ο συνολικός αριθμός των επιπρόσθετων ισοδύναμων κατοικιών όπου στη συγκεκριμένη περίπτωση για τον τομέα 2 είναι 259 ισοδύναμες κατοικίες. Σύμφωνα με στατιστικά

στοιχεία, σε κάθε ισοδύναμη κατοικία αντιστοιχούν 3 κάτοικοι. Τελικά, λοιπόν, στον τομέα 2 αντιστοιχούν με την παραδοχή αυτή $259 \times 3 = 777$ ισοδύναμοι κάτοικοι λόγω των χρήσεων γης, οπότε ο πληθυσμός του τομέα 2 ανέρχεται σε $8.865 + 777 = 9.642$ κάτοικοι. Με τον ίδιο τρόπο γίνεται η επεξεργασία των στοιχείων των χρήσεων γης των υπόλοιπων τομέων με τα τελικά αποτελέσματα του πληθυσμού να φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 7):

ΤΟΜΕΑΣ	ΚΑΤΟΙΚΟΙ
1	11.120
2	9.642
3	8.682
4	5.840
5	6.020
6	6.244

Πίνακας 7: Τελικός Πληθυσμός ανά τομέα καθαριότητας

Ενδεικτικά οι επιτόπιες μετρήσεις έλαβαν χώρα στους τομείς 2 και 5, δύο τομείς με μεγάλη διαφορά στον πληθυσμό (3.622 κάτοικοι). Οι επιτόπιες μετρήσεις έδειξαν τα παρακάτω στοιχεία (Πίνακας 8):

ΤΟΜΕΑΣ	ΚΑΔΟΙ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	ΚΑΔΟΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ	ΚΑΔΟΙ ΧΑΡΤΙΟΥ
2	228	102	4
5	121	61	6

Πίνακας 8: Κάδοι ανά τομέα καθαριότητας

3.5 Απεικόνιση δεδομένων

Η απεικόνιση των προαναφερθέντων, επεξεργασμένων πλέον δεδομένων που επιλέχθηκε, είναι η δημιουργία θεματικών χαρτών, καθώς είναι κατανοητό πως μέσω της οπτικής επαφής με τα δεδομένα η ανθρώπινη αντίληψη είναι πιο άμεση. Έτσι δημιουργήθηκαν οι χάρτες του παραρτήματος Β, καθένας από τους οποίους επιχειρεί να δείξει στον αναγνώστη τη διαδικασία της σταδιακής οπτικοποίησης που ακολουθήθηκε με τη χρήση του Γ.Σ., καθώς και να επιτρέψει την κατανόηση των εξαχθέντων συμπερασμάτων. Η διαδικασία της απεικόνισης λαμβάνει χώρα ενεργοποιώντας την επιλογή layout view, μέσω της οποίας γίνονται δυνατές επιπρόσθετες επιλογές απεικόνισης, όπως παραδείγματος χάρη η εισαγωγή υπομνήματος, η επιλογή του τύπου χαρτιού εκτύπωσης κ.ά.

Αναλυτικότερα, στο χάρτη 1 παρουσιάζεται απλά ο Δήμος Χαϊδαρίου και τα όρια αυτού χωρίς να έχει γίνει καμία περαιτέρω επεξεργασία.

Στο χάρτη 2 φαίνονται οι υπάρχοντες τομείς καθαριότητας που προέκυψαν από τη δημιουργία των αρχείων TOMEAS_1.shp έως TOMEAS_6.shp.

Στο χάρτη 3 φαίνονται τα οικοδομικά τετράγωνα που αποτελούν κάθε τομέα, αποτέλεσμα της χρήσης του εργαλείου Intersect μεταξύ των αρχείων TOMEAΣ_1.shp έως TOMEAΣ_6.shp και του αρχείου block.shp.

Στο χάρτη 4 παρουσιάζονται τα κτίρια που υπάρχουν σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο κάθε τομέα. Ο χάρτης αυτός είναι επίσης παράγωγο του εργαλείου Intersect, αυτή τη φορά μεταξύ των αρχείων ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ_TOMEA_1.shp έως ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ_TOMEA_6.shp και του αρχείου build.shp.

Στο χάρτη 5, καθώς και στο χάρτη 6 παρουσιάζονται οι δύο τομείς στους οποίους έγιναν και οι επιτόπιες μετρήσεις των κάδων. Τέλος, στον χάρτη 7 παρουσιάζεται το τελικό αποτέλεσμα της οπτικοποίησης όλων των διατιθέμενων επεξεργασμένων δεδομένων.

Το συμπέρασμα λοιπόν από όλα τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο αυτό είναι πως υπάρχει κάποια δυσαναλογία μεταξύ των τομέων, η οποία οφείλεται στον εμπειρικό τρόπο με τον οποίο αυτοί δημιουργήθηκαν και η οποία πρέπει να αξιολογηθεί σύμφωνα πάντα με τα κριτήρια που έχουν τεθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ-ΠΡΟΤΑΣΗ ΝΕΩΝ ΤΟΜΕΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αρχικά η αξιολόγηση των υπαρχόντων τομέων αποκομιδής απορριμμάτων του Δήμου Χαϊδαρίου, αφού πλέον υπάρχει σαφής εικόνα της μορφής τους, των αρχών σύμφωνα με τις οποίες αυτοί δημιουργήθηκαν, των χαρακτηριστικών τους, αλλά και των προϋποθέσεων τους οποίους οι τομείς θα πρέπει να πληρούν έτσι ώστε να εξασφαλίζονται η αποτελεσματικότητα και η λειτουργικότητά τους. Στη συνέχεια ακολουθεί μια πρόταση δημιουργίας νέων τομέων αποκομιδής απορριμμάτων σύμφωνα με τα κριτήρια λειτουργικότητας που έχουν περιγραφεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, με μεγαλύτερη έμφαση στο κριτήριο της ισοκατανομής του πληθυσμού. Τέλος περιγράφονται δύο μελλοντικά σενάρια που αφορούν πιθανές αλλαγές στον πληθυσμό (σύμφωνα με την ΕΛ.ΣΤΑΤ) και πιθανές αλλαγές των χρήσεων γης (σύμφωνα με το υπάρχον Γ.Π.Σ.) και κρίνεται αν και κατά πόσον οι επικείμενες αυτές αλλαγές μπορούν να επηρεάσουν τους τομείς που προτείνονται στην παρούσα διπλωματική εργασία.

4.1 Αξιολόγηση υπαρχόντων τομέων καθαρότητας του Δήμου Χαϊδαρίου

Η αξιολόγηση των υπαρχόντων τομέων αποκομιδής απορριμμάτων γίνεται σύμφωνα με τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει αυτοί να πληρούν και τα οποία έχουν περιγραφεί στο πρώτο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας. Συνδυάζοντας αυτά με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των στοιχείων της υπάρχουσας κατάστασης, παρουσιάζονται τα παρακάτω συμπεράσματα (αν δηλαδή και κατά πόσο ο σχεδιασμός των τομέων αποκομιδής απορριμμάτων που έχει λάβει χώρα είναι ορθός και κατά συνέπεια αποτελεσματικός).

- Παρατηρείται μεγάλη ανισοκατανομή του πληθυσμού των τομέων.

Κάθε δήμος πρέπει να είναι χωρισμένος σε ίσους ή παραπλήσιους πληθυσμιακά τομείς ώστε να επιτυγχάνεται η συλλογή ίσων ή παραπλήσιων όγκων απορριμμάτων σύμφωνα πάντα και με την χωρητικότητα των υπαρχόντων οχημάτων αποκομιδής. Όπως φαίνεται στην ανάλυση των τομέων καθαριότητας, οι τελικοί πληθυσμοί που εξυπηρετούν οι ήδη χωρισμένοι τομείς έχουν πολύ μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους, με αποκορύφωμα τους τομείς 1 και 4, όπου η μεταξύ τους πληθυσμιακή διαφορά είναι σχεδόν ο πληθυσμός του τομέα 4. Αναλυτικότερα ο τομέας 1 έχει πληθυσμό 11.120 άτομα ενώ ο τομέας 4 έχει 5.840 άτομα με τη διαφορά τους να είναι 5.280 άτομα. Αυτό αυτόματα σημαίνει πως στον τομέα 1 παράγονται και πρέπει να συλλεχθούν σχεδόν τα διπλάσια απορρίμματα, γεγονός που δεν θα έπρεπε να συμβαίνει. Δεν έχει ληφθεί επίσης καθόλου υπόψιν η χωρητικότητα των οχημάτων αποκομιδής γεγονός που καθιστά αναγκαία, στην παρούσα φάση της αποκομιδής, τα επιπλέον δρομολόγια σε κάποιους τομείς ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες των κατοίκων.

- Παρατηρείται ανισοκατανομή των απαραίτητων κάδων.

Στο σχεδιασμό των τομέων είναι απαραίτητο ο κάθε τομέας να διαθέτει ανάλογο αριθμό κάδων με τους υπόλοιπους. Θα έπρεπε, λοιπόν, οι επιτόπιες μετρήσεις να δείξουν παραπλήσιους αριθμούς κάδων στους τομείς μελέτης. Ενδεικτικότερα στους τομείς 2 και 5, όπου και έγιναν οι επιτόπιες μετρήσεις, παρατηρείται τεράστια διαφορά στους αριθμούς των υπαρχόντων κάδων. Αναλυτικότερα στον τομέα 2 έχουν τοποθετηθεί 228 κάδοι απορριμμάτων, ενώ στον τομέα 5 έχουν τοποθετηθεί 121 κάδοι απορριμμάτων. Το γεγονός αυτό οφείλεται στον αριθμό του πληθυσμού που εξυπηρετεί ο κάθε τομέας, με αποτέλεσμα οι παραγόμενοι όγκοι απορριμμάτων να μην είναι παραπλήσιοι και τελικά να χρειάζονται πιο πολλοί κάδοι για την εξυπηρέτηση των πολιτών.

- Κρίνεται λανθασμένος ο διαχωρισμός του τομέα 1.

Στους χάρτες φαίνεται ότι ο πρώτος τομέας αποκομιδής αποτελείται από δύο τμήματα, τα οποία μάλιστα έχουν και μια σημαντική απόσταση μεταξύ τους. Αυτό καθιστά τη διαδικασία της αποκομιδής σε αυτό τον τομέα μη οικονομική και χρονοβόρα, γεγονός που δεν πρέπει να συμβαίνει κατά την αποκομιδή των απορριμμάτων.

Παρατηρούμε, λοιπόν, από τα στοιχεία που έχουν αναλυθεί πως δεν πληρούνται τρεις βασικές προϋποθέσεις για το σωστό σχεδιασμό των τομέων αποκομιδής στο Δήμο Χαϊδαρίου. Ωστόσο, όσον αφορά τα υπόλοιπα κριτήρια, οι ήδη υπάρχοντες τομείς χρησιμοποιούν αρχικά επαρκώς το βασικό οδικό δίκτυο έχοντας ως όρια των τομέων βασικές οδούς, όπως η Ιερά Οδός, η Λεωφόρος Αθηνών, Σωκράτους κ.ά.

Επίσης, όσον αφορά το δυναμικό του Δήμου, ο αριθμός των τομέων καθαριότητας συνάδει με τον αριθμό των απορριμματοφόρων, καθώς υπάρχουν 6 χωρισμένοι τομείς και 7 απορριμματοφόρα οχήματα, γεγονός που δείχνει πως το δυναμικό της διεύθυνσης καθαριότητας του Δήμου Χαϊδαρίου είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες των τομέων.

Τέλος, όσον αφορά τη γεωμορφολογία του Δήμου Χαϊδαρίου, η αστική περιοχή δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες κλίσεις, με μόνη εξαίρεση το πρώτο κομμάτι του υπάρχοντος τομέα 1 (Αρεοπόλεως - Ν.Αντύπα - Μ. Κατράκη - Β. Τσιτσάνη - Καβάφη – Ζαμπέτα - Καρκαβίτσα - 3^{ης} Σεπτεμβρίου - Μάνης Αρεοπόλεως), όπου και παρατηρούνται οι μεγαλύτερες κλίσεις, χωρίς όμως αυτές να είναι αποτρεπτικές για τη διεκπεραίωση της διαδικασίας της αποκομιδής από τα απορριμματοφόρα. Στο ίδιο κομμάτι του Δήμου Χαϊδαρίου παρατηρείται και το μικρότερο πλάτος οδών σε όλο το δήμο, το οποίο θα μπορούσε να λειτουργήσει αρνητικά αν δεν υπήρχε η δυνατότητα της κάλυψης του μειονεκτήματος αυτού από το μικρό και ευέλικτο απορριμματοφόρο που έχει στη διάθεσή της η διεύθυνση καθαριότητας.

Συμπερασματικά, ο εμπειρικός σχεδιασμός των τομέων αποκομιδής απορριμμάτων του Δήμου Χαϊδαρίου κρίνεται ανεπαρκής και θεωρείται απαραίτητη η αναδιάρθρωση των τομέων με στόχο την άμεση κάλυψη των απαραίτητων προϋποθέσεων λειτουργικότητας και αποτελεσματικότητας των τομέων καθαριότητας.

4.2 Πρόταση νέων τομέων αποκομιδής απορριμμάτων

Στόχος του υποκεφαλαίου αυτού είναι η πρόταση νέων τομέων αποκομιδής απορριμμάτων για την αστική περιοχή του Δήμου Χαϊδαρίου που θα πληρούν τις βασικές προϋποθέσεις του σχεδιασμού των τομέων. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται μια προσπάθεια βελτίωσης και αναδιάρθρωσης των υπάρχοντων τομέων, έτσι ώστε να είναι πληθυσμιακά ισοδύναμοι, να είναι ενιαίοι και να υπάρχει η δυνατότητα κάλυψής τους από το υπάρχον δυναμικό της διεύθυνσης καθαριότητας. Οι προϋποθέσεις αυτές είναι πολύ βασικές και μπορούν να προσαρμοστούν, ανάλογα με την κάθε περίπτωση, για την καλύτερη εξυπηρέτηση της υπό μελέτη περιοχής.

Αρχικά, ο αριθμός των τομέων εξαρτάται από τον αριθμό των απορριμματοφόρων που διαθέτει η εκάστοτε διεύθυνση καθαριότητας. Στο Δήμο Χαϊδαρίου υπάρχουν 7 απορριμματοφόρα διαφορετικής χωρητικότητας, καθώς είναι 1 χωρητικότητας 5 τόνων, 2 χωρητικότητας 7 τόνων και 4 χωρητικότητας 10 τόνων. Οι χωρητικότητες των απορριμματοφόρων είναι πολύ σημαντικό να είναι γνωστές καθώς μπορούν αντίστοιχα να χωριστούν οι τομείς ώστε κάθε απορριμματοφόρο να αντιστοιχεί σε ένα τομέα του οποίου ο πληθυσμός να μην παράγει πιο πολύ όγκο απορριμμάτων από την χωρητικότητα του απορριμματοφόρου. Αυτό μπορεί να γίνει με τη χρήση της Μοναδιαίας Παραγωγής Απορριμμάτων (Μ.Π.Α.). Το μέγεθος αυτό εκφράζεται από το βάρος των απορριμμάτων που παράγει κάθε άτομο στη διάρκεια μίας ημέρας. Η τιμή της ΜΠΑ για τις ελληνικές αγροτικές περιοχές κυμαίνεται από 0,6 kg/cap.day έως 1,4 kg/cap.day για τις ελληνικές και οικονομικά ακμαίες πόλεις. Στην περίπτωση της αστικής περιοχής του Δήμου Χαϊδαρίου κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί η τιμή 1,2 kg/cap.day καθώς πρόκειται για ένα σχετικά ανεπτυγμένο αστικό τμήμα της πρωτεύουσας. Διαιρώντας τη χωρητικότητα κάθε απορριμματοφόρου με την τιμή αυτή βρίσκουμε τον προσεγγιστικό αριθμό των ατόμων που μπορεί να εξυπηρετήσει κάθε απορριμματοφόρο.

Σαν αποτέλεσμα η αστική περιοχή του Δήμου Χαϊδαρίου μπορεί να χωριστεί σε 7 τομείς καθαριότητας που θα εξυπηρετούνται από τα 7 απορριμματοφόρα που έχει στη διάθεσή της η διεύθυνση καθαριότητας του Δήμου. Επειδή οι χωρητικότητες των απορριμματοφόρων είναι διαφορετικές, ο πληθυσμός των τομέων θα κυμαίνεται ως εξής:

- ✓ 1 τομέας θα εξυπηρετείται από το χωρητικότητας 5 τόνων απορριμματοφόρο και ο πληθυσμός του δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τα 4.500 άτομα. Ο τομέας αυτός θα βρίσκεται στο σημείο που παρατηρούνται οι μεγαλύτερες κλίσεις και τα μικρότερα πλάτη δρόμων ώστε να είναι δυνατή η διαδικασία της αποκομιδής.
- ✓ 2 τομείς θα εξυπηρετούνται από τα χωρητικότητας 7 τόνων απορριμματοφόρα και ο πληθυσμός τους δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τα 6.500 άτομα.
- ✓ 4 τομείς θα εξυπηρετούνται από τα χωρητικότητας 10 τόνων απορριμματοφόρα και ο πληθυσμός τους δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τα 8.300 άτομα.

Εξασφαλίζεται με τον τρόπο αυτό λοιπόν η δυνατότητα εξυπηρέτησης των τομέων του Δήμου Χαϊδαρίου από τη διεύθυνση καθαριότητας, ενώ ταυτόχρονα εφαρμόζεται όσο το δυνατόν καλύτερα το κριτήριο της ισοκατανομής του πληθυσμού ανά τομέα καθώς έχουν αμβλυνθεί οι πληθυσμιακές διαφορές των τομέων.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε προκειμένου να πάρουν την τελική τους μορφή οι νέοι τομείς αποκομιδής απορριμμάτων έγινε μέσω του ίδιου γεωπληροφοριακού συστήματος (ArcGis) και είναι η εξής:

Αρχικά εισήχθησαν στο περιβάλλον του προγράμματος τα δεδομένα όπου έχουν συλλεχθεί από την ΕΛ.ΣΤΑΤ, τα οποία όμως δεν χρειάζονται κάποια περαιτέρω διόρθωση και επεξεργασία, καθώς αυτή έχει λάβει χώρα κατά την ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης των υπαρχόντων τομέων καθαριότητας. Έτσι με την κατάλληλη χρήση τους είναι δυνατόν να ικανοποιηθούν οι προϋποθέσεις που απαιτούνται προκειμένου να γίνει ορθός διαχωρισμός της αστικής περιοχής του Δήμου. Γνωρίζοντας την υφιστάμενη κατάσταση, έγινε μία προσπάθεια διόρθωσης ουσιαστικά των υπαρχόντων τομέων με στόχο να προκύψουν νέοι τομείς που θα πληρούν όλες τις απαραίτητες προδιαγραφές που περιγράψαμε παραπάνω. Με διαδοχικές δοκιμές και διορθώσεις προέκυψαν τα καινούρια πολύγωνα που αναπαριστούν τους νέους τομείς αποκομιδής απορριμμάτων του Δήμου οι οποίοι φαίνονται στον χάρτη 8. Αξίζει να σημειωθεί πως χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια εργαλεία με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση των υπαρχόντων τομέων (intersect, join, union, summary statistics) τα οποία και έχουν περιγραφεί παραπάνω.

Οι νέοι τομείς αποκομιδής απορριμμάτων περικλείονται από τις οδούς :

- Τομέας 1 : Αρεοπόλεως – Διάκου – Μ. Κατράκη – Μάνης – Καλαβρύτων – Αρεοπόλεως
- Τομέας 2 : Καλαβρύτων – Παπανδρέου – 25^{ης} Μαρτίου – Λεωφ. Αθηνών – Αρεοπόλεως – Καλαβρύτων
- Τομέας 3 : Παπανδρέου – Μάνης – Μπουμπουλίνας – Πλουτάρχου – Πραξιτέλους – Λεωφ. Αθηνών – 25^{ης} Μαρτίου – Παπανδρέου
- Τομέας 4 : Πραξιτέλους – Πλουτάρχου – Ρίμινι – Αγίας Τριάδος – Μωριά – Καρύστου – Πόντου – 28^{ης} Οκτωβρίου – Λεωφ. Αθηνών – Πραξιτέλους
- Τομέας 5 : Λεωφ. Αθηνών – Κόδρου – Κηπουπόλεως – Εδέσσης – Λακωνίας – Καραϊσκάκη – Πλαστήρα – Πέρραιβου – Κωνσταντινουπόλεως – Κορυτσάς – Αγων. Στρατ. Χαϊδαρίου – Λεωφ. Αθηνών
- Τομέας 6 : Πέρραιβου – Πλαστήρα – Καραϊσκάκη – Λακωνίας – Πλαταιών – Πολυδεύκους – Ζεφύρου – Ιερά Οδός – Πέρραιβου
- Τομέας 7 : Πέρραιβου – Ιερά Οδός – Λεωφ. Αθηνών – Αγων. Στρατ. Χαϊδαρίου – Κορυτσάς

Τα πληθυσμιακά δεδομένα των νέων τομέων υπολογίστηκαν με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιήθηκε κατά την ανάλυση των υπάρχοντων τομέων και τα στοιχεία που προέκυψαν είναι τα εξής (Πίνακας 9):

ΤΟΜΕΑΣ	ΚΑΤΟΙΚΟΙ
1	3.805
2	5.281
3	5.875
4	7.260
5	7.373
6	7.099
7	7.231

Πίνακας 9: Πληθυσμός νέων τομέων καθαριότητας

Οι χρήσεις γης στη συνέχεια μετατράπηκαν σε ισοδύναμες κατοικίες με τη χρήση του ίδιου συντελεστή αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση ενώ χρησιμοποιήθηκε για ακόμα μία φορά η παραδοχή των 3 κατοίκων ανά ισοδύναμη κατοικία ώστε να μετατραπούν οι ισοδύναμες κατοικίες σε ισοδύναμο πληθυσμό και να προκύψει έτσι με τον ίδιο τρόπο ο συνολικός ισοδύναμος πληθυσμός ανά τομέα καθαριότητας. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας αυτής φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 10):

ΤΟΜΕΑΣ	ΚΑΤΟΙΚΟΙ
1	4.591
2	5.764
3	6.565
4	8.268
5	7.940
6	7.897
7	7.894

Πίνακας 10: Τελικός πληθυσμός νέων τομέων καθαριότητας

Με τον τρόπο αυτό που σχεδιάστηκαν οι τομείς είναι φανερό πως τον τομέα 1 θα εξυπηρετεί το χωρητικότητας 5 τόνων διαθέσιμο απορριμματοφόρο, τους τομείς 2 και 3 θα εξυπηρετούν τα δύο χωρητικότητας 7 τόνων διαθέσιμα απορριμματοφόρα και τέλος τους τομείς 4, 5, 6 και 7 θα εξυπηρετούν τα τέσσερα χωρητικότητας 10 τόνων διαθέσιμα απορριμματοφόρα. Οι οδοί που περικλείουν τους νέους τομείς αποκομιδής είναι κεντρικές και πλησιάζουν όσο το δυνατόν πιο πολύ τον υπάρχον διαχωρισμό των τομέων, καθώς οι οδοί που χρησιμοποιούνται στην διάρθρωση των υπάρχοντων τομέων έχουν κριθεί επαρκής και κεντρικές τόσο από την επιτόπια μελέτη της περιοχής όσο και από στελέχη της διεύθυνσης καθαριότητας. Ο τομέας 1 είναι ο μόνος τομέας στον οποίο υπάρχουν μικρά πλάτη οδών και μεγαλύτερες κλίσεις των δρόμων γι αυτό και κρίνεται αναγκαία η εξυπηρέτησή των κατοίκων του τομέα από το χωρητικότητας 5 τόνων απορριμματοφόρο του δήμου.

4.3 Παράγοντες μελλοντικής εξέλιξης

Στο υποκεφάλαιο αυτό γίνεται μια ενδεικτική παρουσίαση δύο παραγόντων με στόχο να δειχτεί αν και με ποιον τρόπο μπορούν αυτοί να μεταβάλουν τους προτεινόμενους τομείς σε περίπτωση που επηρεαστούν από επικείμενες αλλαγές. Αρχικά ο πρώτος παράγοντας που εξετάζεται είναι μια μεταβολή στον πληθυσμό του Δήμου Χαϊδαρίου. Στο πλαίσιο αυτό αναλύεται αν η συγκεκριμένη αλλαγή είναι ικανή να επηρεάσει το σχεδιασμό των νέων τομέων. Ο δεύτερος παράγοντας είναι οι χρήσεις γης του Δήμου Χαϊδαρίου και πιο συγκεκριμένα αν ενδέχεται να υποστούν αλλαγές μελλοντικά, καθώς μια μεταβολή των χρήσεων αυτών μπορεί να οδηγήσει και σε αλλαγή των τομέων αποκομιδής απορριμμάτων.

4.3.1 Παράγοντας μεταβολής πληθυσμού

Τα στοιχεία που έχουν χρησιμοποιηθεί ως τώρα για την επεξεργασία, ανάλυση και αξιολόγηση των υπαρχόντων τομέων καθαριότητας, καθώς και για την διαμόρφωση των νέων, όπως έχουμε προαναφέρει αφορούν την απογραφή του 2001 της ΕΛΣΤΑΤ. Στο κριτήριο αυτό γίνεται η χρήση πληθυσμιακών στοιχείων που συλλέχθηκαν κατά την απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ του 2011, με στόχο να εξεταστεί αν και κατά πόσο υπάρχει κάποια μεταβολή στον αριθμό των μόνιμων κατοίκων. Η μεταβολή αυτή, είτε είναι θετική είτε αρνητική, ισομοιράζεται στους 7 νέους τομείς αποκομιδής απορριμμάτων που προτάθηκαν και επαναυπολογίζεται ο αριθμός των ισοδύναμων κατοίκων.

Σύμφωνα λοιπόν με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ, κατά την απογραφή του 2011, παρατηρείται μικρή μείωση του πληθυσμού του Δήμου Χαϊδαρίου. Πιο συγκεκριμένα ο πληθυσμός του δήμου μειώθηκε από 47.526 κατοίκους σε 45.642 κατοίκους. Η μείωση αυτή είναι της τάξεως του 3,96% και αναλογεί σε 1.884 άτομα. Τα άτομα αυτά ισομοιράζονται στους 7 νέους τομείς καθαριότητας και αφαιρούνται από καθέναν από αυτούς. Ο νέος αριθμός ισοδύναμων κατοίκων διατηρώντας τις ίδιες χρήσεις γης φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 11):

ΤΟΜΕΑΣ	ΚΑΤΟΙΚΟΙ
1	4.322
2	5.495
3	6.296
4	7.999
5	7.671
6	7.628
7	7.625

Πίνακας 11: Τελικός πληθυσμός νέων τομέων καθαριότητας (ΕΛ.ΣΤΑΤ, Απογραφή 2011)

Παρατηρείται πως οι αριθμοί των μόνιμων κατοίκων που προκύπτουν διαφέρουν ελάχιστα από αυτούς που προέκυψαν από την ανάλυση των στοιχείων της απογραφής του 2001. Επίσης σημειώνεται πως τα αποτελέσματα βρίσκονται εντός των περιορισμών που έχουμε θέσει κατά τη δημιουργία των νέων τομέων αποκομιδής απορριμμάτων, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως με αυτά τα ποσοστά αυξομείωσης που παρατηρούνται τις τελευταίες δεκαετίες, δεν τίθεται κάποιο ζήτημα περαιτέρω διαμόρφωσης των τομέων καθαριότητας.

4.3.2 Παράγοντας χρήσεων γης

Σύμφωνα με το ΦΕΚ 237Δ/1990, με το οποίο εγκρίνεται το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Χαϊδαρίου, οι ορισμένες χρήσεις γης για την αστική περιοχή του Δήμου είναι αυτές της Γενικής Κατοικίας και του Πολεοδομικού Κέντρου-Κεντρικής Λειτουργίας Πόλης-Τοπικού Κέντρου Συνοικίας-Γειτονιάς, τα περιεχόμενα των οποίων αναφέρθηκαν παραπάνω. Το εγκεκριμένο αυτό Γ.Π.Σ. δίνει τις κατευθυντήριες γραμμές για την μελλοντική εξέλιξη του Δήμου Χαϊδαρίου. Στο σενάριο αυτό ερευνάται Το Γ.Π.Σ. της περιοχής του Δήμου Χαϊδαρίου με στόχο να εντοπιστούν μελλοντικές κατευθυντήριες γραμμές που αφορούν αλλαγές χρήσεων γης. Αν και εφόσον εντοπιστούν αλλαγές, θα χρησιμοποιηθούν οι συντελεστές αναγωγής που χρησιμοποιήθηκαν και στην μετατροπή των χρήσεων γης σε ισοδύναμες κατοικίες, με στόχο την καινούρια ποσοτικοποίηση των νέων δεδομένων, διαδικασία η οποία θα υποδείξει εντέλει αν είναι απαραίτητη η μελλοντική αναδιάρθρωση των τομέων καθαριότητας.

Σύμφωνα λοιπόν με το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο, δεν υπάρχει κάποια κατευθυντήρια γραμμή που αναφέρει αλλαγή στις υπάρχουσες χρήσεις γης. Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η έγκριση του Γ.Π.Σ. του Δήμου Χαϊδαρίου έλαβε χώρα πριν 23 χρόνια, κρίθηκε σκόπιμη η επιτόπια παρατήρηση του Δήμου Χαϊδαρίου, με σκοπό την έρευνα για τυχόν αλλαγές που δεν συμβαδίζουν με τις κατευθυντήριες γραμμές που αυτό προωθεί. Τα αποτελέσματα της επιτόπιας έρευνας έδειξαν συμφωνία του Γ.Π.Σ. με την τωρινή κατάσταση, γεγονός που οδηγεί στην παραδοχή πως οι χρήσεις γης θα παραμείνουν και μελλοντικά οι ίδιες. Επομένως δεν είναι απαραίτητη η μελλοντική αναπροσαρμογή των νέων τομέων αποκομιδής απορριμμάτων.

Συμπεράσματα

Η γενική εικόνα της καθαριότητας του Δήμου Χαϊδαρίου δεν μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική. Σε γενικά πλαίσια οι υφιστάμενες περιφέρειες αποκομιδής απορριμμάτων έχουν σχεδιαστεί την δεκαετία του 1990 και με βάση καθαρά εμπειρικά κριτήρια ως προς την τότε παραγωγή απορριμμάτων και την χωροταξική κατάσταση της πόλης. Επειδή όμως δεν στηρίχτηκε σε κανένα επιστημονικό κριτήριο, γρήγορα ξεπεράστηκε, αδυνατώντας να ακολουθήσει τις αλλαγές τόσο στην ποιότητα και ποσότητα των αστικών αποβλήτων όσο και ως προς την εξέλιξη στον τρόπο και την φιλοσοφία της διαχείρισής τους.

Διαπιστώθηκε μέσα από την επαφή και συζήτηση με το προσωπικό του Δήμου πως η διεύθυνση καθαριότητας του Δήμου Χαϊδαρίου λειτουργεί ως ανεξάρτητη διεύθυνση που έχει ως βασικό και κυρίαρχο σκοπό την ικανοποίηση των καθημερινών αναγκών λειτουργίας του συστήματος αποκομιδής και μεταφοράς των αστικών αποβλήτων, καθώς και του οδοκαθαρισμού της πόλης, χωρίς να μπορεί να σχεδιάσει και να εφαρμόσει ένα μακροχρόνιο επιστημονικό προγραμματισμό που να καλύπτει τις αρχές του εθνικού σχεδιασμού διαχείρισης αποβλήτων.

Κατόπιν της συλλογής και επεξεργασίας όλων των στοιχείων που υπήρχαν και κρίθηκαν απαραίτητα να χρησιμοποιηθούν, αξιολογήθηκε κατά πόσο ο εμπειρικός σχεδιασμός των υφιστάμενων τομέων καθαριότητας που χρησιμοποιείται ανταποκρίνεται στα απαραίτητα κριτήρια σχεδιασμού που προσδιορίστηκαν. Μέσω των αποτελεσμάτων έγινε κατανοητό πως δεν πληρούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις σχεδιασμού και κρίθηκε αναγκαία η αναπροσαρμογή των τομέων σε νέους που θα ικανοποιούν τις προϋποθέσεις που εισήχθησαν.

Η διαδικασία της επεξεργασίας, ανάλυσης και αξιολόγησης των υφιστάμενων τομέων αποκομιδής απορριμμάτων, καθώς και η πρόταση των νέων περιφερειών καθαριότητας κατέστη δυνατή με την χρήση της τεχνολογίας των Γ.Σ., μιας ώριμης τεχνολογίας που επιτρέπει την εισαγωγή και διαχείριση της γεωγραφικής πληροφορίας και συμβάλλει στην ανάπτυξη πλήθους εφαρμογών, οι οποίες μέσω της αναζήτησης, απεικόνισης και εποπτείας πληροφοριών στο χάρτη προσφέρουν νέες δυνατότητες χρήσης και αξιοποίησης στα πληροφοριακά συστήματα.

Η τεχνολογία των Γ.Σ. παρέχει τα εργαλεία για να βοηθήσει να μελετηθεί το χωρικό περιεχόμενο των αποφάσεων. Η χρήση του μπορεί να μειώσει κατά πολύ το χρόνο που απαιτείται για την εκτέλεση πολλών τύπων αναλύσεων. Μπορεί ακόμα να βελτιώσει την ακρίβεια της ανάλυσης με τη δυνατότητα του υπολογισμού διαφορετικών μεγεθών. Το πιο σημαντικό βέβαια είναι ότι πρόκειται για μέθοδο που μπορεί να συνδράμει στην ερμηνεία των χωρικών δεδομένων με τη διευκόλυνση των αναλύσεων, πράγμα που υπό κανονικές συνθήκες θα ήταν δύσκολο ή αδύνατο να συμβεί. Επίσης αποτελεί σπουδαίο εργαλείο αφού μπορεί να δώσει αναλύσεις οι οποίες μέχρι πρότινος δεν ήταν εφικτό να γίνουν, παρέχοντας μεγαλύτερη ελευθερία και απεριόριστες δυνατότητες να εξεταστεί η υλοποίηση καινούριων πρωτοποριακών ιδεών οι οποίες θα συμβάλουν στην προστασία του περιβάλλοντος και τη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στις πόλεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Caruso C., Colorni A., Paruccini M., The regional urban solid waste management system: A modelling approach, *European Journal of Operational Research*, v. 70, issue 1, p 16-30, 8 October 1993.
- Dostal G., Overview of Household Collection Systems in Different Cities and Regions, εκδ. ISWA, 2003, Copenhagen και Vidal Rosario, Gallardo Antonio and Ferrer Jose, Integrated analysis for pre-sorting and waste collection schemes implemented in Spanish cities. Valencia, Spain, *Waste Management and Research*, no 19, p 380-390, ISWA, 2001.
- Goodchild M.F., Geographic information systems in undergraduate geography: A contemporary dilemma, *The Operational Geographer*, v.8, p 34-38.
- Tahraoui D. N., Matejka G., Chambon S., Touil D., Composition of Municipal Solid Waste generated by the city of Chlef Algeria, *Energy Procedia*, v. 18, p 762-771, 2012.
- Teixeira T., Antunes A. P., Pinho de Sousa J., Recyclable waste collection planning-a case study, *European Journal of Operational Research*, v. 158, issue 3, p 543-554, November 2004.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Βαϊόπουλος Δ., Βασιλόπουλος Α., Ευελπίδου Ν., Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Από τη Θεωρία στην Πράξη, εκδ. Συμμετρία, 2002.
- Γεωργόπουλος Α., Γη, Ένας Μικρός και Εύθραυστος Πλανήτης, εκδ. Gutenberg Εκπαίδευση και Περιβάλλον, Αθήνα 2004.
- Δήμας Δ., Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Εφαρμογές τους, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Φεβρουάριος 2010.
- Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων-Ειδικά Έργα-Ασφάλεια, τόμος Β΄, έκδοση του τομέα Σχεδιασμός Έργων Υποδομής και Προστασία Περιβάλλοντος, Πάτρα 2000.
- Θωμά Π., Διαχείριση Στερεών Απορριμμάτων στο Δήμο Πατρών, Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, 2005.
- Καρτεράκης Σ.-Γιδαράκος Ε., Ανάπτυξη Μεθοδολογίας για την Επιλογή Βέλτιστου Σεναρίου Διαχείρισης Αστικών Στερεών Απορριμμάτων, Πρακτικά 5ου Διεθνούς Συνεδρίου HELECO 05, ΤΕΕ, 03-06/02/2005, Αθήνα 2005.
- Κόλλιας Π., Απορρίμματα, εκδ. Π.Κόλλια, 1993.
- Κουτσόπουλος Κ., Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου, εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2002.

- Κουτσόπουλος Κ., Εφαρμογές Λογισμικού ArcGIS 9x με Απλά Λόγια, εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2005.
- Μανιάτης Γ., Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γης-Κτηματολογίου, εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2006.
- Μελιδώνη Ε., Δημιουργία Συστήματος Βέλτιστων Διαδρομών Μονάδων Υγείας με τη Χρήση Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων, Μεταπτυχιακή Εργασία, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Φεβρουάριος 2013.
- Μηλιαρέσης Γ., Ειδικές Εφαρμογές στο ArcGIS, εκδ. Ίων, Περιστέρι 2006.
- Μποναζούντας Μπ., Επιλεγμένα Θέματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος, εκδ. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Αθήνα 1995.
- Παναγιωτακόπουλος Δ., Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων, εκδ. Ζυγός, Θεσσαλονίκη 2002.
- Ρούσσου Ε., Εφαρμογή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στη Διαχείριση Αποβλήτων. Ευρωπαϊκές Τακτικές, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Οκτώβριος 2007.
- Σκορδίλης Α., Τεχνολογίες Διάθεσης Απορριμμάτων, εκδ. Ίων, 1993.
- Χαλκιάς Χ., Σημειώσεις Μαθημάτων Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών I & II, εκδ. Χαροκόπειου Πανεπιστημίου, Καλλιθέα 2005.
- Χαλκιάς Χ., Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών I, εκδ. Χαροκόπειου Πανεπιστημίου, Καλλιθέα 2006.
- Χαλκιάς Χ., Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών II, εκδ. Χαροκόπειου Πανεπιστημίου, Καλλιθέα 2007.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ

1. <http://www.mxd.gr> (τελευταία πρόσβαση 6/7/2013)

2. <http://aix.meng.auth.gr> (τελευταία πρόσβαση 6/7/2013)

3. <http://www.minenv.gr> (τελευταία πρόσβαση 7/7/2013)

4. <http://www.greenpeace.gr> (τελευταία πρόσβαση 8/7/2013)

5. <http://www.e-telescope.gr> (τελευταία πρόσβαση 8/7/2013)

6. <http://www.europa.eu.int> (τελευταία πρόσβαση 8/7/2013)

7. <http://www2.ekke.gr> (τελευταία πρόσβαση 9/7/2013)

8. www.eedsa.gr (τελευταία πρόσβαση 10/7/2013)

9. <http://www.recatec.gr> (τελευταία πρόσβαση 11/7/2013)

10. <http://www.civil.ntua.gr> (τελευταία πρόσβαση 11/7/2013)

11. <http://ucm.org.cy/gr> (τελευταία πρόσβαση 12/7/2013)

12. www.geospatialmedia.gr (τελευταία πρόσβαση 13/7/2013)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

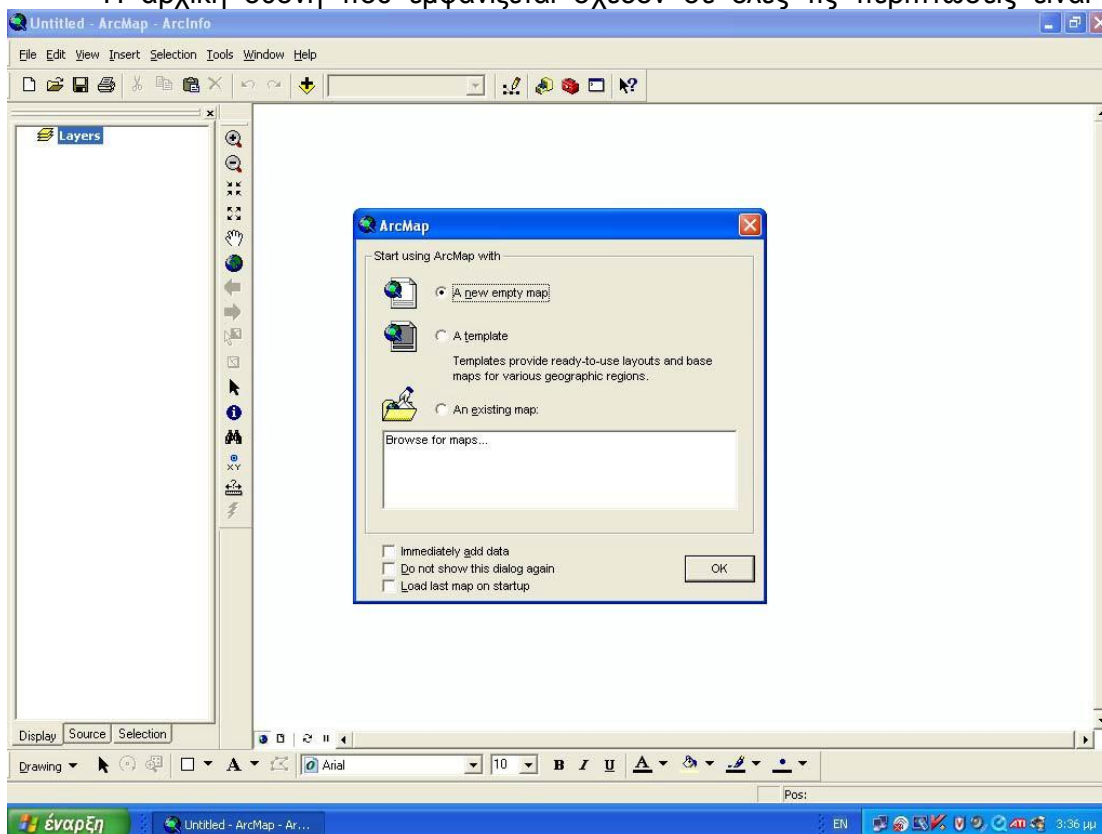
Υπόβαθρο εργαλείου ArcMap

Το ArcMap, όπως και το όνομα υποδηλώνει, αφορά εφαρμογές που σχετίζονται με χάρτες (Map). Πιο συγκεκριμένα το ArcMap δίνει τη δυνατότητα να δημιουργηθούν χάρτες από επίπεδα χωρικής πληροφορίας, να αναλυθούν χωρικές σχέσεις και να επιλεγούν μέσα από αναζητήσεις χωρικά και μη χωρικά στοιχεία. Επίσης μπορούν να σχεδιαστούν και να δημιουργηθούν διαφορετικές απεικονίσεις ενός χάρτη, αλλάζοντας χρώματα και συμβολισμούς.

Το ArcMap μπορεί να ξεκινήσει με πολλούς τρόπους. Ο πρώτος και ο δημοφιλέστερος είναι με διπλό ή απλό πάτημα του πλήκτρου (αναφέρεται ως κλικ) του ποντικιού πάνω στο παρακάτω εικονίδιο, ανάλογα με το εάν βρίσκεται πάνω στην επιφάνεια εργασίας (desktop) ή πάνω στη ράβδο εργασίας (task bar) των Windows του Η/Υ.



Η αρχική οθόνη που εμφανίζεται σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις είναι η παρακάτω:

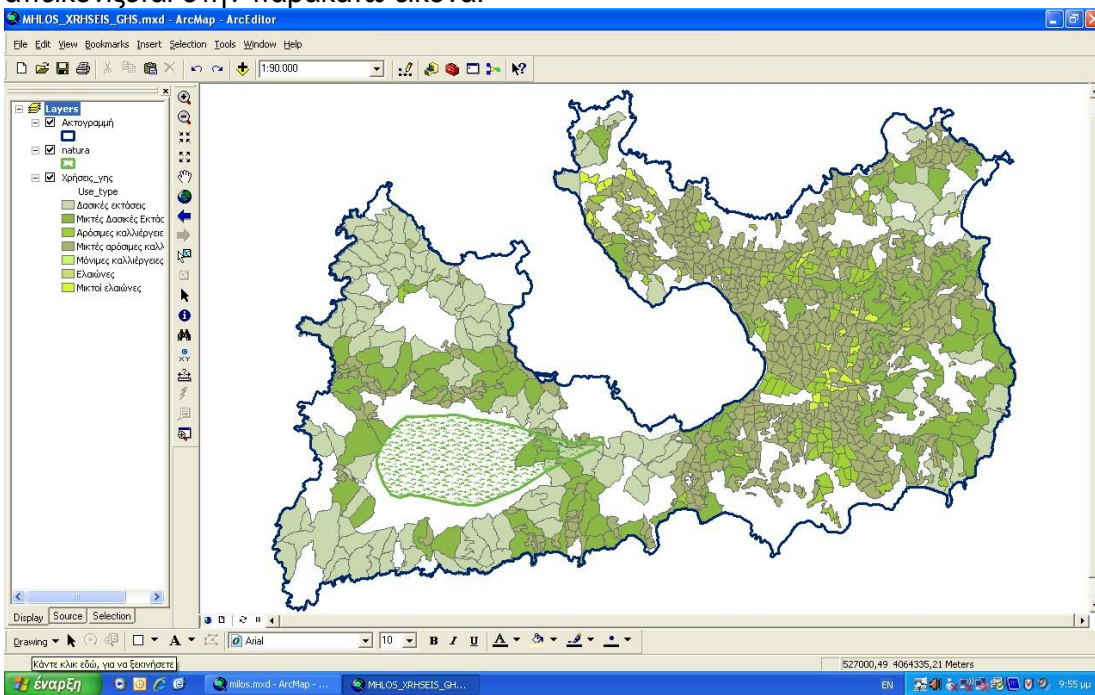


Εικόνα 6: Αρχική οθόνη του ArcMap.

Οι επιλογές της παραπάνω εικόνας δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να:

- Δημιουργήσει εξ αρχής ένα νέο χάρτη (a new empty map).
- Δημιουργήσει ένα νέο χάρτη από διαθέσιμους πρωτογενείς χάρτες (a template).
- Ανοίξει ένα διαθέσιμο χάρτη (an existing map).
- Να πλοηγηθεί μέσα σε διαθέσιμους χάρτες που έχουν ήδη ανοιχτεί από το ArcMap, είτε από τον ίδιο είτε από άλλο χρήστη (Browse for maps...) (Δήμας Δημήτριος, διπλωματική εργασία «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Εφαρμογές τους», Φεβρουάριος 2010).

Το περιβάλλον του ArcMap αποτελείται από τον πίνακα περιεχομένων, την περιοχή εμφάνισης του χάρτη, τη ράβδο μηνυμάτων, καθώς και τα διάφορα εργαλεία και το μενού επιλογών, όπως απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 7: Περιβάλλον του ArcMap

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄
Θεματικοί χάρτες