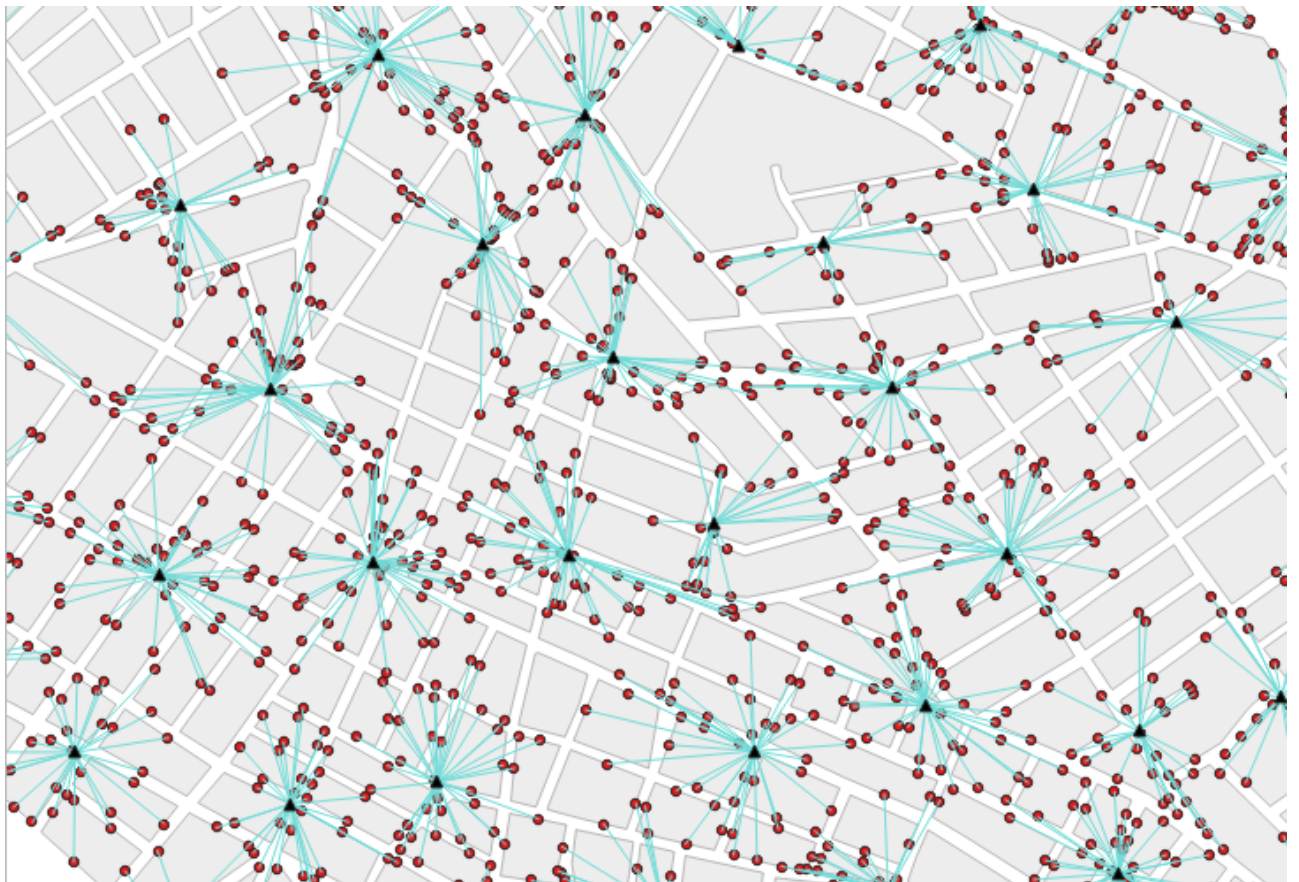




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΙΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΠΜΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ ΚΑΙ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑ

Χωροθετική ανάλυση και σχεδιασμός συστήματος συλλογής Αστικών
Στερεών Αποβλήτων σε περιβάλλον GIS. Η περίπτωση του Δήμου
Βύρωνα.



Διπλωματική Εργασία
Παππά Ξανθούλα
Αθήνα, Οκτώβριος 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Γεώργιο Φώτη, Καθηγητή της σχολής Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π. , για την επιστημονική του καθοδήγηση, τη βοήθεια και το χρόνο που αφιέρωσε κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας, δίνοντάς μου την ευκαιρία να κάνω διπλωματική εργασία σε ένα αντικείμενο για το οποίο τρέφω ιδιαίτερο ενδιαφέρον και παράλληλα με αυτόν τον τρόπο να εμβαθύνω τις γνώσεις μου πάνω στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Οφείλω ακόμα ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Γιάννη Παρασκευόπουλο, Τοπογράφο Μηχανικό και στην Κατερίνα Μπαρτσώκα, επίσης Τοπογράφο Μηχανικό, για τη βοήθεια και τις πολύτιμες συμβουλές τους.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την κατανόηση που επέδειξε αλλά και για την ηθική στήριξη που μου προσέφερε όλο αυτό το διάστημα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το φαινόμενο του υπερκαταναλωτισμού, η συγκέντρωση του πληθυσμού στα μεγάλα αστικά κέντρα καθώς και η κοινωνική και τεχνολογική ανάπτυξη έχουν αυτονόητα οδηγήσει και στην υπέρμετρη αύξηση της παραγωγής στερεών αποβλήτων. Έτσι τα απορρίμματα αποτελούν σήμερα ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα του σύγχρονου κόσμου. Πρόκειται για ένα πρόβλημα πολυδιάστατο, με πλήθος αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Βασικό κομμάτι του σχεδιασμού της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων αποτελεί η προσωρινή αποθήκευση και συλλογή τους.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται εάν μια διαφορετική χωρική κατανομή των μέσων προσωρινής αποθήκευσης σύμμεικτων αποβλήτων του Δήμου Βύρωνα θα μπορούσε να βελτιώσει τη δυνατότητα πρόσβασης των κατοίκων της περιοχής σε αυτούς για να αποκομιστούν τα μέγιστα οφέλη. Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα πρωτογενούς έρευνας και καταγραφής πληροφοριών σχετικά την οργάνωση των μέσων προσωρινής αποθήκευσης σύμμεικτων αποβλήτων. Πραγματικά δεδομένα πεδίου συλλέχθηκαν με την χρήση τεχνολογίας δορυφορικού εντοπισμού (G.P.S.). Μέθοδοι χωροθέτησης με εργαλεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.) και πολυκριτηριακής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν για να προσομοιώσουν και να προσδιορίσουν τη βέλτιστη χωροθέτηση κάδων καθώς και το προσδιορισμό του καταλληλότερου αριθμού τους σύμφωνα με τις ανάγκες του Δήμου, λαμβάνοντας υπόψη τις υφιστάμενες θέσεις, την κάλυψη της ζήτησης και τα κέντρα παροχής υπηρεσιών, καθώς και αξιολόγηση των ήδη υφιστάμενων υποδομών. Το όφελος από τις προτεινόμενες βελτιώσεις υπολογίζεται από την μείωση της απόστασης συλλογής και τον αριθμό κάδων που χωροθετούνται για την ικανοποίηση της ζήτησης. Τέλος σχολιάζονται τα πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα της προσέγγισης, οι περιορισμοί, καθώς και νέες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

ABSTRACT

The phenomenon of over-consumption, the concentration of the population in large urban centers as well as the social and technological development have obviously led to an excessive increase in the production of solid waste. So waste is one of the most important problems in the modern world today. It is a multidimensional problem, with several negative environmental effects. Key part of solid waste management planning is their temporary storage and collection.

In the present dissertation, it is studied whether a different spatial distribution of the municipal social waste temporary storage means in the Byron Municipality, could improve the inhabitant's accessibility to them, in order to obtain the maximum benefits. This dissertation is the result of field research and recording organization information of the temporary storage facilities for municipal social waste in Byron. Actual field data was collected using satellite tracking technology (G.P.S.). Geographic Information Systems (GIS) and multi-criteria analysis tools were used to simulate and determine the optimal location of bins as well as to determine their most appropriate number according to the needs of the Municipality, taking into account the existing locations and service centers, as well as an assessment of the existing infrastructure. The benefit of the proposed improvements is calculated by reducing the collection distance and the bin's number, which are placed accordingly to meet the demand. Finally, comments are made for the advantages, the disadvantages and the limitations of the approach, as well as new proposals for further research are suggested.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
2. ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ (ΑΣΑ)	15
2.2 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	19
2.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	23
2.3.1 Υγειονομική ταφή απορριμμάτων	23
2.3.2 Θερμική επεξεργασία – Καύση	24
2.3.3 Κομποστοποίηση	24
2.3.4 Ανακύκλωση	25
2.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	28
2.4.1 Αναγκαιότητα της Διαχείρισης των ΑΣΑ	29
2.4.2 Βασικές αρχές διαχείρισης απορριμμάτων	30
3. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	35
4. ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ	41
4.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ	41
4.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ – ΑΠΟΚΟΜΙΔΗΣ	43
4.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ – ΑΠΟΚΟΜΙΔΗΣ	45
4.3.1 Ελλάδα	46
4.3.2 Ευρωπαϊκή εμπειρία	47
5. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (GIS) ΣΤΗΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	50
6. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	55
6.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	55
6.2 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΜΜΕΙΚΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΑΣΑ	57
6.3 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΑ	60
7. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	65
7.1 ΤΑ ΣΕΝΑΡΙΑ	65
7.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ	67
7.3 ΚΕΝΤΡΑ ΖΗΤΗΣΗΣ	69
7.4 ΚΕΝΤΡΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ	70
7.5 ΔΙΚΤΥΟ	71
7.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	72
8. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	75
8.1 ΚΕΝΤΡΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ (FACILITIES)	76

8.2 ΚΕΝΤΡΑ ΖΗΤΗΣΗΣ (DEMAND POINTS)	82
8.3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ	85
8.4 ΔΙΚΤΥΟ (NETWORK DATASET)	89
8.5 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ	91
9. ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΜΕΣΩΝ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ	95
9.1 ΣΕΝΑΡΙΑ	96
9.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ	103
9.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΚΑΔΩΝ	106
10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	110
11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	112

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. Κατηγοριοποίηση στερεών αποβλήτων βάσει προέλευσης. Πηγή: ΕΣΔΑ(2015).....	16
Εικόνα 2. Κατηγορίες στερεών αποβλήτων. Πηγή: Νταράκας(2014)	17
Εικόνα 3. Ποσοστά ανακύκλωση ΑΣ συνολικά για την Ελλάδα για την περίοδο 2004 - 2017. Πηγή ΕΟΝ 2019	25
Εικόνα 4. Ποσοστά ανακύκλωσης ΑΣ από χαρτί για την Ελλάδα για την περίοδο 2004- 2017. Πηγή ΕΟΑΝ 2019	26
Εικόνα 5. Ποσοστά ανακύκλωσης ΑΣ από πλαστικό για την Ελλάδα για την περίοδο 2004 - 2017. Πηγή ΕΟΝ 2019	26
Εικόνα 6. Ποσοστά ανακύκλωσης ΑΣ από μέταλλο για την Ελλάδα για την περίοδο 2004-2017. Πηγή ΕΟΑΝ 2019.....	27
Εικόνα 7. Ποσοστά ανακύκλωσης ΑΣ από γυαλί για την Ελλάδα για την περίοδο 2004- 2017. Πηγή ΕΟΑΝ 2019	27
Εικόνα 8. Ιεράρχηση μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων. Πηγή: Νταράκας(2014)	32
Εικόνα 9. Παράδειγμα ειδικών χώρων τοποθέτησης περιορισμένης πρόσβασης. Πηγή: Google	49
Εικόνα 10. Τοποθέτηση κάδων σε υπόγεια εγκατάσταση. Πηγή: Google	49
Εικόνα 16. Τομείς καθαριότητας Δήμου Βύρωνα. Πηγή: Υπηρεσία Καθαριότητας Δήμου Βύρωνα	61
Εικόνα 17. Εγκαταστάσεις Τμήματος Καθαριότητας Δήμου Βύρωνα. Πηγή: Google maps	64
Εικόνα 18. Λήψη από το εσωτερικό απορριμματοφόρου οχήματος κατά τη διάρκεια της αποκομιδής. Φωτογραφικό υλικό έρευνας πεδίου.....	76
Εικόνα 19. Κάδοι στον Δήμο Βύρωνα. Φωτογραφικό υλικό έρευνας πεδίου	77
Εικόνα 20. Σταθμός μεταφόρτωσης. Φωτογραφικό υλικό έρευνας πεδίου	78
Εικόνα 21. Απόσπασμα χάρτη καταγραφής της εφαρμογής Google My Maps, στην περιοχή του Καρέα.....	79
Εικόνα 23. Α΄ στάδιο μελέτης ΓΠΣ Δήμου Βύρωνα - Μέρος α΄. Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Βύρωνα.....	86
Εικόνα 24. Α΄ στάδιο μελέτης ΓΠΣ Δήμου Βύρωνα - Μέρος β΄ (Καρέας). Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Βύρωνα.....	86

Εικόνα 25. Διαδικασία ψηφιοποίησης πάρκων και χώρων πρασίνου στον τομέα Γούβες και στον τομέα Ανάλυση αντίστοιχα.....	87
Εικόνα 26. Στάδια δημιουργίας sharfile με κλίσεις εδάφους άνω του 15%.....	88

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1. Σύνθεση(% κατά βάρος) οικιακών στερεών αποβλήτων σε διάφορες χώρες ανάλογα με την οικονομική κατάσταση. Πηγή: Tchobanoglous et al., 1993.....	21
Πίνακας 2. Πληθυσμιακά στοιχεία Δήμου Βύρωνα. Πηγή: ΤΣΑΔΑ Δήμου Βύρωνα.	56
Πίνακας 3. Εκτίμηση ποσοστιαίας και ποσοτικής σύνθεσης ΑΣΑ για τον Δήμο Βύρωνα. Πηγή ΤΣΑΔΑ Δήμου Βύρωνα.....	60
Πίνακας 4. Συγκεντρωτικός πίνακας επεξεργασμένων δεδομένων.....	75
Πίνακας 5. Κατηγορίες κτηρίων της ΕΛ.ΣΤΑΤ που σχετίζονται με οικονομική - εμπορική δραστηριότητα.....	82
Πίνακας 7.Συγκεντρωτικός πίνακας ανάκτησης πληροφορίας για τις περιοχές αποκλεισμού του Δήμου Βύρωνα.....	90
Πίνακας 12. Κριτήρια αξιολόγησης σεναρίων.....	103
Πίνακας 13. Εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης - Βήμα 1.....	104
Πίνακας 14. Εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης - Βήμα 2.....	105
Πίνακας 15. Τελικές τιμές λαμβάνοντας υπόψιν συντελεστές βαρύτητας.....	106
Πίνακας 16. Αποτελέσματα σεναρίων χωροθέτησης για διαφορετικούς αριθμούς κάδων.....	107

Κατάλογος διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Σύνολο (ταφή και ανακύκλωση) Δήμου Βύρωνα για τα έτη 2010-2014 και 2016-2018. Πηγή: ΤΣΑΔΑ και Διεύθυνση Καθαριότητας Δήμου Βύρωνα.....	58
Διάγραμμα 2. Σύμμεκτα και Ανακύκλωση Δήμου Βύρωνα για τα έτη 2010-2014 και 2016-2018. Πηγή: ΤΣΑΔΑ και Διεύθυνση Καθαριότητας Δήμου Βύρωνα.....	59

Διάγραμμα 3. Εκτίμηση παραγόμενων αποβλήτων ανά υλικό (kg/κάτοικο/έτος). Πηγή ΤΣΑΔΑ Δήμου Βύρωνα	60
Διάγραμμα 4. Διαγραμματική απεικόνιση του εξυπηρετούμενου πληθυσμού για τα διαφορετικά σενάρια χωροθέτησης	108
Διάγραμμα 5. Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης απόστασης εξυπηρέτησης για τα διαφορετικά σενάρια χωροθέτησης	108

Κατάλογος χαρτών

Χάρτης 1. Υφιστάμενες θέσεις κάδων σύμμεικτων και ανακύκλωσης στον Δήμο Βύρωνα.....	81
Χάρτης 2. Υφιστάμενες θέσεις κάδων και οι πληρότητες τους όπως καταμετρήθηκαν κατά την επιτόπια έρευνα	81
Χάρτης 3. Κέντρα ζήτησης Δήμου Βύρωνα βάσει πληθυσμού	84
Χάρτης 4. Περιοχές αποκλεισμού Δήμου Βύρωνα	89
Χάρτης 5. Δίκτυο οικιστικού τμήματος Δήμου Βύρωνα.....	90
Χάρτης 6. Θέσεις κάδων υφιστάμενης κατάστασης – Μηδενικό σενάριο	91
Χάρτης 7. Υποψήφιες θέσεις σεναρίου Α	92
Χάρτης 8. Υποψήφιες θέσεις σεναρίου Β	93
Χάρτης 9. Υποψήφιες θέσεις σεναρίου Γ	94
Χάρτης 10. Μηδενικό σενάριο ως προς την εξυπηρέτηση του πληθυσμού	97
Χάρτης 11. Μηδενικό σενάριο ως προς την ασφάλεια της θέσης των κάδων	97
Χάρτης 12. Σενάριο Α επιλεγμένων θέσεων κάδων	99
Χάρτης 13. Σενάριο Α ως προς την ασφάλεια της θέσης των κάδων	99
Χάρτης 14. Σενάριο Β ως προς την εξυπηρέτηση του πληθυσμού	100
Χάρτης 15. Σενάριο Γ ως προς την εξυπηρέτηση του πληθυσμού.....	102
Χάρτης 16. Σενάριο Γ ως προς την εξυπηρέτηση του πληθυσμού και ως προς τις οριοθετημένες θέσεις κάδων	102
Χάρτης 17. Προτεινόμενη λύση	109

1. Εισαγωγή

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής, ο οποίος καθορίζεται από τα σύγχρονα καταναλωτικά πρότυπα, η αλματώδης αύξηση της οικονομίας, σε συνδυασμό με την ταχεία αστικοποίηση και την υπερσυγκέντρωση του πληθυσμού στις σύγχρονες πόλεις, έχει επηρεάσει σε τέτοιο βαθμό την ποσότητα και τη σύσταση των παραγόμενων απορριμμάτων, ώστε η συλλογή και η διαχείρισή τους να αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα των σύγχρονων κοινωνιών. Η επάρκεια του δικτύου συλλογής και αποκομιδής των απορριμμάτων επηρεάζει την ποιότητα ζωής στο αστικό περιβάλλον, ενώ η διαχείρισή τους σχετίζεται με ευρύτερες περιβαλλοντικές ισορροπίες ή διατάραξη των οποίων μπορεί να απειλήσει τις ίδιες τις πόλεις και τα οικοσυστήματα που τις περιβάλλουν.

Ο προβληματισμός και οι ανησυχίες γύρω από το ζήτημα της διαχείρισης των αστικών, αλλά και γενικότερα των αποβλήτων εντάθηκαν ακόμα περισσότερο από τη διαπίστωση της εγγενούς αδυναμίας των φυσικών συστημάτων να τα αφομοιώσουν, αφού πλέον ο ρυθμός παραγωγής τους είναι μεγαλύτερος από εκείνον της φύσης αλλά και επειδή η διάσπαση πολλών από τα απορρίμματα είναι από δύσκολη έως και αδύνατη μακροπρόθεσμα. *«Οι πόροι δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται με ρυθμό ταχύτερο από το ρυθμό αναπλήρωσής τους και η παραγωγή αποβλήτων δεν πρέπει να υπερβαίνει τη φέρουσα ικανότητα του οικοσυστήματος»*, όπως χαρακτηριστικά έθεσε το ζήτημα ο Karl-Heinrich Robert.¹

Η επίλυση τέτοιας κλίμακας προβλημάτων απαιτεί τη συνδυασμένη χρήση τεχνικών και μεθόδων. Όμως η προσπάθεια αντιμετώπισης εντοπίζεται σε δύο κύριους άξονες. Ο πρώτος αφορά την ανάπτυξη τεχνικών τελικής διάθεσης, οι οποίες θα είναι φιλικές προς το περιβάλλον, και ο δεύτερος αφορά στον περιορισμό των τελικά παραγόμενων απορριμμάτων. Για να επιτευχθούν, όμως,

¹ Karl-Heinrik Robert (1997) "The Natural Step: A Framework for Achieving Sustainability in Our Organizations", Cambridge MA, Pegasus Ed.

τα παραπάνω απαιτείται η ενεργός συμμετοχή όλων όσων συμμετέχουν στην παραγωγή των απορριμμάτων άμεσα ως καταναλωτές ή έμμεσα ως παραγωγοί.²

Στη χώρα μας τα θέματα διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, σε επίπεδο ανάπτυξης νέων τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον αλλά και στο επίπεδο της διαχείρισης, έχουν παρουσιάσει μεγάλη χρονική καθυστέρηση. Η καθυστέρηση αυτή σε συνδυασμό με την καταναλωτική έκρηξη, την διόγκωση των αστικών κέντρων και την ανάπτυξη της βιομηχανικής παραγωγής έχουν δημιουργήσει οξύτατα προβλήματα.

Για το εν λόγω ζήτημα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων παρατηρείται χαμηλή συμμετοχή και ελλιπής πληροφόρηση του ανθρώπινου και κοινωνικού παράγοντα, όπως επίσης και υποτίμηση του προβλήματος από την κεντρική διοίκηση αλλά και την Τοπική Αυτοδιοίκηση, που πολλές φορές χρησιμοποιούν τα ζητήματα που προκύπτουν ψηφοθηρικά. Τα τελευταία χρόνια αντί να γίνονται συντονισμένες προσπάθειες για την επίλυση του προβλήματος έχουν αναπτυχθεί κρίσεις με την μορφή των κοινωνικών συγκρούσεων σε πολλές περιοχές. Σημαντικό είναι βέβαια να σημειωθεί ότι στα αίτια του προβλήματος συγκαταλέγονται επίσης η οικονομική ανεπάρκεια των ΟΤΑ, η έλλειψη τιμολογιακής πολιτικής, η πολιτική εκμετάλλευση των επιπτώσεων των έργων αλλά και η άγνοια και η παραπληροφόρηση.³

Η αξιοποίηση απορριμμάτων αποτελεί τόσο υποχρέωση βάση νομοθεσίας, αν και παρατηρούνται βασικές ελλείψεις, αλλά πρέπει να αποτελεί και στόχο κατά τον σχεδιασμό ενός συστήματος διαχείρισης. Βασικό και αναπόσπαστο κομμάτι αποτελεί η προσωρινή αποθήκευση (συλλογή) και αποκομιδή (μεταφορά) των απορριμμάτων. Επομένως η χωροθέτηση των μέσων προσωρινής αποθήκευσης δε μπορεί παρά να αντιμετωπίζεται με την απαιτούμενη σοβαρότητα, τόσο για την ασφάλεια του πληθυσμού, όσο και των εργαζομένων στην καθαριότητα, αλλά και για την καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση του κοινού.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι ο προσδιορισμός ενός μεθοδολογικού πλαισίου για τη βέλτιστη χωροθέτηση των μέσων προσωρινής αποθήκευσης για

² Βλαστός, Θ., Μπιρμπίλη, Κ., (1999), "Δίκτυα συλλογής και διαχείρισης αστικών στερεών απορριμμάτων", από Βιβλίο "Σχεδιασμός, Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μέθοδοι εκτίμησής τους", Τόμος Α, Εκδόσεις ΕΑΠ

³ Φάμελλος, Σ., (2004), "Σχεδιασμός συστήματος και μονάδας ανακύκλωσης απορριμμάτων στην ανατολική Θεσσαλονίκη", Διπλωματική εργασία στο 92 μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών "Περιβαλλοντικός σχεδιασμός έργων υποδομής", ΕΑΠ, Πάτρα

τα αστικά στερεά απόβλητα (σύμμεικτα) με βασικούς άξονες την καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση και την ασφάλεια, στην περιοχή του Δήμου Βύρωνα. Εξετάζονται διαφορετικά σενάρια ως προς τα κριτήρια χωροθέτησης και στη συνέχεια εξετάζεται ο βέλτιστος αριθμός των κάδων στο επιλεγμένο σενάριο. Η περιοχική μελέτης αφορά το καθαρά οικιστικό κομμάτι του Δήμου. Κύριο άξονα της έρευνας αποτέλεσε η επιτόπια συλλογή των δεδομένων για το πρόβλημα χωροθέτησης που εξετάζεται.

Η εργασία ακολουθεί τη παρακάτω δομή:

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την παρούσα εισαγωγή.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρατίθενται ορισμοί, κατηγορίες και χαρακτηριστικά των αστικών αποβλήτων. Επίσης παρουσιάζονται οι μέθοδοι επεξεργασίας τους και οι βασικές αρχές που πρέπει να διέπουν μια ορθή διαχείρισή τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται στοιχεία του νομοθετικού πλαισίου τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εγχώριο επίπεδο.

Το τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζει τα πιο διαδεδομένα μέσα προσωρινής αποθήκευσης αστικών απορριμμάτων και παράλληλα παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση συλλογής - αποκομιδής απορριμμάτων στην Ελλάδα αλλά και σε άλλες χώρες που αποτελούν πρότυπο ως προς τον τομέα αυτό.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύεται ο ρόλος των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και τα οφέλη που μπορούν να προκύψουν από τη χρήση τους, σε προβλήματα χωροθέτησης εγκαταστάσεων. Στο πλαίσιο αυτό αναλύονται και τα μοντέλα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίλυση προβλημάτων χωροθέτησης - κατανομής.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση της περιοχής μελέτης και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της. Επίσης παρατίθενται στοιχεία για την παραγωγή των αποβλήτων στον Δήμο και αναλύεται το υφιστάμενο σύστημα διαχείρισης τους.

Το έβδομο κεφάλαιο αποτελεί τον σκελετό σε ότι αφορά το μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας. Παρουσιάζεται το σκεπτικό της διάρθρωσης των σεναρίων αξιολόγησης τα οποία δομούνται βάσει κριτηρίων αποκλεισμού και τα δεδομένα που απαιτούνται για την ανάλυση και επίλυση του προβλήματος.

Στο όγδοο κεφάλαιο αναφέρονται οι τρόποι συλλογής των δεδομένων του προβλήματος και αναλύεται η προετοιμασία τους. Στη συνέχεια γίνεται η παρουσίαση των σεναρίων από τα οποία θα προκύψει τόσο η αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης όσο και η βέλτιστη λύση στο πρόβλημα.

Στο ένατο κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση των αποτελεσμάτων και η αξιολόγηση των σεναρίων μέσω πολυκριτηριακής ανάλυσης για την ανάδειξη του βέλτιστου. Τέλος εξετάζονται μεταβολές στον αριθμό των κάδων πάνω στο βέλτιστο σενάριο και επιλέγεται ο καταλληλότερος αριθμός τους βάσει της καλύτερης συσχέτισης «οφέλους» και «κόστους».

2. Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ)

2.1 Γενικά στοιχεία - Ορισμοί - Κατηγορίες

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες παράγουν απόβλητα τα οποία συνήθως απορρίπτονται επειδή θεωρούνται άχρηστα. Αυτά τα απόβλητα είναι συνήθως στερεά και ο όρος απόβλητο υποδηλώνει ότι το υλικό είναι άχρηστο και ανεπιθύμητο. Στην κατηγορία των στερεών αποβλήτων περιλαμβάνονται όλα τα απόβλητα με εξαίρεση

- τα απόβλητα σε υγρή φάση χωρίς αξιολογούμενο ποσοστό αιωρούμενων σωματιδίων (υγρά απόβλητα)
- οι αέριοι ρύποι.

Στερεό απόβλητο, δηλαδή, θεωρείται κάθε ουσία ή αντικείμενο με ελάχιστο υγρό περιεχόμενο το οποίο ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει και δεν περιλαμβάνεται στον κατάλογο των επικίνδυνων αποβλήτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΚΥΑ 50910/2727, 2003) και είναι υλικά που ανακύπτουν ως παραπροϊόντα από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών, αλλά και γενικότερα από τον πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή τομέα της οικονομίας. Σημειώνεται βέβαια ότι πολλά από αυτά τα υλικά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και για αυτόν το λόγο μπορούν να γίνουν μια πηγή για την βιομηχανική παραγωγή ή την παραγωγή ενέργειας, αν τα διαχειριστούμε κατάλληλα, ενώ άλλα θεωρούνται ιδιαίτερος επικίνδυνα καθώς περιλαμβάνουν ραδιενεργά ή τοξικά, εύφλεκτα ή μολυσματικά υποπροϊόντα και υλικά.

Ανάλογα με τον «παραγωγό» (οικιακή ή βιομηχανική λειτουργία), την περιοχή (αστική ή αγροτική) και την επικινδυνότητα των στερεών αποβλήτων, εφαρμόζονται οι πρακτικές διαχείρισης. Τα ακίνδυνα απόβλητα διαχειρίζονται συνήθως οι τοπικές αρχές, ενώ τα επικίνδυνα, των οποίων η διαχείριση διέπεται από τη διεθνή ή εγχώρια νομοθεσία, συνιστούν υποχρέωση εκείνου που τα παράγει. Η αποτελεσματική διαχείριση είναι αρκετά δαπανηρή και συχνά απαιτεί το 20% με 50% των προϋπολογισμών των τοπικών αρχών.

<p>1) Αστικά απορρίμματα (απόβλητα)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... ή αλλιώς σκουπίδια • οικιακά, από σχολεία, γήπεδα κτλ. • από εμπορικές δραστηριότητες • από μονάδες επεξεργασίας αστικών αποβλήτων, νερού κτλ. • σε ανοικτούς χώρους (δρόμους, πλατείες κτλ.), βασικά μη καύσιμα υλικά • ογκώδη αντικείμενα 	<p>3) Γεωργικά απόβλητα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Απορρίμματα από κήπους και διάφορες άλλες αγροτικές χρήσεις, όπως: θερμοκήπια, κτηνοτροφικές μονάδες κτλ.
<p>2) Βιομηχανικά απόβλητα</p> <ul style="list-style-type: none"> • άχρηστα υλικά από τις παραγωγικές διεργασίες • από μεταλλευτική δραστηριότητα • από κατεδαφίσεις • από κατασκευές • τέφρες κ.ά. • ΣΚΡΑΠ 	<p>4) Τοξικά – Επικίνδυνα απόβλητα</p> <ul style="list-style-type: none"> • απόβλητα επικίνδυνα για τον άνθρωπο, τα ζώα, τα φυτά • εύφλεκτα (υγρά) • Ραδιενεργά • χημικά (διαβρωτικά ή τοξικά όπως PCB, HCB, οξέα κ.ά.) • βιολογικά ή ιατρικά (από νοσοκομεία και ερευνητικά εργαστήρια).

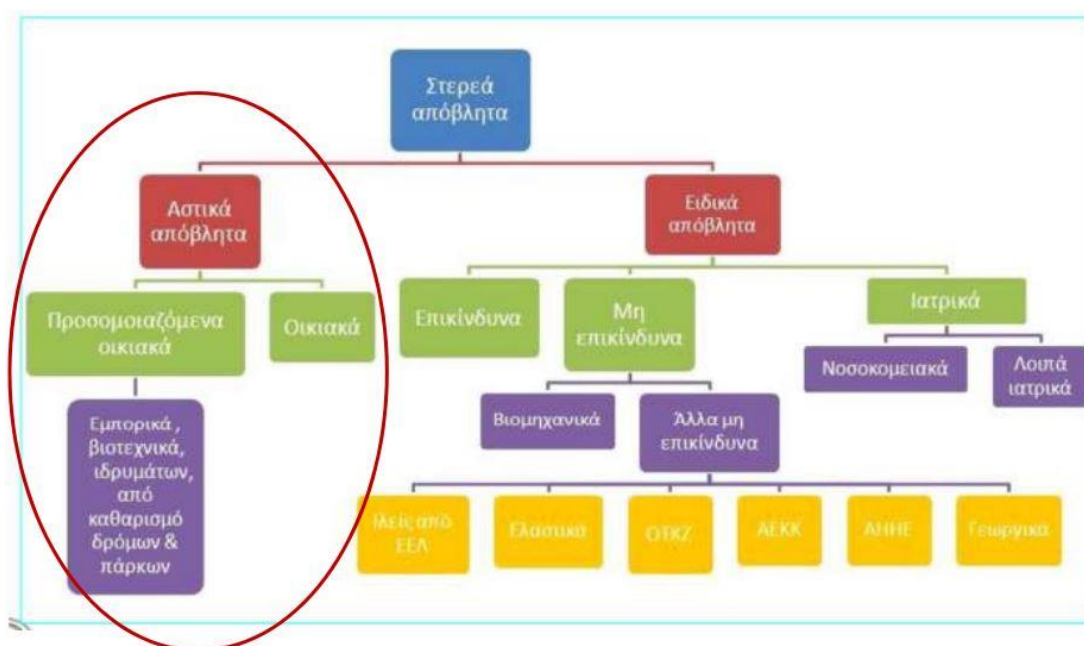
Εικόνα 1. Κατηγοριοποίηση στερεών αποβλήτων βάσει προέλευσης. Πηγή: ΕΣΔΑ(2015)⁴

Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ) είναι τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών (οικιακά στερεά απόβλητα), των εμπορικών δραστηριοτήτων (εμπορικά στερεά απόβλητα), των καθαρισμών οδών και άλλων κοινόχρηστων χώρων, καθώς και άλλα στερεά απόβλητα (ιδρύματα, επιχειρήσεις, κλπ.) τα οποία μπορούν από τη φύση τους ή τη σύνθεσή τους να εξομοιωθούν με τα οικιακά στερεά απόβλητα. Τα απορρίμματα τα οποία εναποτίθενται στους πράσινους κάδους συχνά καλούνται από τους υπεύθυνους Φο.Δ.Σ.Α ως «σύμμεικτα». Τα σύμμεικτα αποτελούν ένα ιδιαίτερος ανομοιογενές μίγμα υλικών με άμεση συνέπεια τον αυξημένο βαθμό δυσκολίας διαχείρισης, επεξεργασίας και αξιοποίησής τους. Η κατηγορία περιλαμβάνει επίσης ογκώδη απόβλητα (στρώματα, έπιπλα κ.α.) και απόβλητα κήπων, φύλλα, κλαδιά, κηπευτικά, καθώς και απόβλητα από καθαρισμό δρόμων. Είναι μια πιο περίπλοκη ροή στερεών αποβλήτων, σε αντίθεση με τις πιο ομοιογενές ροές αποβλήτων που προκύπτουν από βιομηχανικές ή γεωργικές δραστηριότητες.

⁴ «Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων», Ιούνιος 2015
opengov.gr

Γενικά όσον αφορά τη σύνθεση των σπμμεικτων απορριμμάτων, πρόκειται για κάτι δύσκολο προσδιορισμο και μη σταθερό, καθώς εξαρτάται από :

- Τον βαθμό ανάπτυξης της υπό μελέτη χώρας και το βιοτικό επίπεδο
- Την κουλτούρα και τα καταναλωτικά πρότυπα
- Το κλίμα και την εποχή, καθώς υπάρχουν εποχιακές διακυμάνσεις μέσα στο χρόνο
- Τον τύπο κατοικίας που επικρατεί σε μία χώρα (πολυκατοικίες, αγροτικές κατοικίες κλπ)



Εικόνα 2. Κατηγορίες στερεών αποβλήτων. Πηγή: Νταράκας(2014)⁵

Ο όρος ΑΣΑ είναι ευρύτερος του όρου Δημοτικά Στερεά Απόβλητα. Σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2006/12/ΕΚ «Περί των Στερεών Αποβλήτων» και την ΚΥΑ 50910/2727/2003 «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης», ως αστικά απόβλητα ορίζονται τα «οικιακά

⁵ Νταράκας Ε. (2014), «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σημειώσεις τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, τομέας υδραυλικής και τεχνικής περιβάλλοντος.

απόβλητα καθώς και άλλα απόβλητα, τα οποία λόγω της φύσης ή σύνθεσης, προσομοιάζουν με τα οικιακά, όπως τα δημοτικά απόβλητα. Τελικά, το τι είναι ή τι δεν είναι ΑΣΑ είναι θέμα ορισμού - ο οποίος μάλιστα εξελίσσεται επηρεαζόμενος από τις καταναλωτικές συμπεριφορές και τις διαχειριστικές δυνατότητες.⁶

Στα αστικά απορρίμματα που διαχειρίζονται οι φορείς αποκομιδής περιλαμβάνονται:

- Κατάλοιπα κάθε φύσης, όπως οικιακά απορρίμματα, φύλλα, σκουπίσματα, χαρτιά που τοποθετούνται μέσα στις πλαστικές σακούλες.
- Απορρίμματα από εμπορικές εγκαταστάσεις και βιοτεχνίες, κτίρια γραφείων που τοποθετούνται επίσης σε σακούλες ή κάδους όπως τα οικιακά.
- Κοπριές, αφυδατωμένες ιλύες, προϊόντα από καθαρισμούς δρόμων και δημοσίων χώρων, που συγκεντρώνονται σε μεγάλα δοχεία για την αποκομιδή τους.
- Κατάλοιπα από χώρους εκθέσεων αγορές, εορτές, κλπ , που συγκεντρώνονται επίσης σε μεγάλα δοχεία για την αποκομιδή τους.
- Απορρίμματα από σχολεία, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, νοσοκομεία (πλην των μολυσματικών) που συγκεντρώνονται σε ειδικούς χώρους.
- Ογκώδη αντικείμενα.

Δεν περιλαμβάνονται στα αστικά απορρίμματα:

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

⁶ Παναγιώτακόπουλος Δ., Θεσσαλονίκη 2002, Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων. Εκδόσεις Ζυγός.

2.2 Ποιοτικά και Ποσοτικά Χαρακτηριστικά

Ποιοτικά Χαρακτηριστικά ΑΣΑ

Η ποιοτική ανάλυση των οικιακών απορριμμάτων αποσκοπεί στο να προσδιορίσει βασικές κατηγορίες υλικών σε αυτά, προκειμένου να προσδιορισθεί πληροφορία απαραίτητη για την κατάρτιση σχεδίων διαχείρισης, επεξεργασίας και αξιοποίησής τους (ανακύκλωση, ανάκτηση ενέργειας, κ.λ.π.). Η πιο δόκιμη κατηγοριοποίηση των απορριμμάτων, όπως προκύπτει από σειρά δειγματοληψιών και αναλύσεων, περιλαμβάνει τις παρακάτω ομάδες (κλασμάτα) υλικών:⁷

- Ζυμώσιμα. Περιλαμβάνονται τα υπολείμματα κουζίνας και κήπου. Χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι η μεγάλη περιεκτικότητα σε βιοαποικοδομήσιμη οργανική ύλη και σε υγρασία, κάτι που καθιστά το κλάσμα αυτό ιδιαίτερα κατάλληλο για αερόβια ή αναερόβια ζύμωση (κομποστοποίηση) προς παραγωγή βελτιωτικού εδάφους.
- Χαρτί. Περιλαμβάνονται τα πάσης φύσεως χαρτιά και χαρτόνια που προέρχονται κυρίως από έντυπο υλικό και συσκευασίες προϊόντων. Το κλάσμα αυτό είναι καταρχήν κατάλληλο για ανακύκλωση.
- Μέταλλα. Περιλαμβάνεται το σύνολο των μεταλλικών υλικών που απαντώνται στα απορρίμματα.
- Γυαλί. Είναι δόκιμος ο διαχωρισμός σε λευκό, καφέ και πράσινο γυαλί, όσον αφορά την ανακύκλωση, καθώς η παραγωγή καφέ και λευκού γυαλιού απαιτεί υαλότριμμα μόνο του ίδιου χρώματος.
- Πλαστικό. Περιλαμβάνεται το σύνολο των πολυμερών απορριμμάτων. Η κατηγορία αυτή γίνεται διαρκώς μεγαλύτερη κατά τα τελευταία χρόνια και στην χώρα μας ως συνέπεια της αλλαγής των καταναλωτικών συνηθειών (στροφή σε συσκευασμένα προϊόντα, κλπ.). Χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι η έντονη ανομοιογένειά της, καθώς τα διάφορα συστατικά της (π.χ. PVC, PE, PP, PS, κλπ.)

⁷ Φάμελλος, Σ., (2002), "Χαρακτηριστικά και διαχείριση στερεών αποβλήτων", Εκπαιδευτικές Σημειώσεις Σεμιναρίου ΤΕΕ "Μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων", Σέρρες

εμφανίζουν ιδιαίτερα διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες που δυσχεραίνουν σημαντικά την ανακύκλωση και αξιοποίησή τους ως μίγμα υλικών. Το κλάσμα αυτό εμφανίζει την υψηλότερη θερμογόνο δύναμη στα απορρίμματα (ως παράγωγο του πετρελαίου).

- Δέρμα - Ξύλο - Λάστιχο - Ύφασμα. Χαρακτηρίζονται ως λουπά καύσιμα.
- Αδρανή. Εδώ περιλαμβάνονται χημικά ανενεργά υλικά που καταλήγουν στα οικιακά απορρίμματα (π.χ. χρώματα, πέτρες, στάχτη - τέφρα, άμμος, κλπ.).
- Λουπά. Στο κλάσμα αυτό κατανέμονται τα υλικά εκείνα που δεν μπορούν να κατανεμηθούν σε καμία από τις άλλες κατηγορίες.

Τα χαρακτηριστικά και η σύνθεση των ΑΣΑ εξαρτάται από την τοπογραφία της περιοχής, τις εποχές, τις διατροφικές συνήθειες και την εμπορική δραστηριότητα της πόλης κλπ. Επιπλέον, η σύνθεση των οικιακών απορριμμάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από: την οικονομική κατάσταση των κατοίκων, την χωριστή συλλογή ανακυκλώσιμων υλικών, την οικιακή κομποστοποίηση και τις εποχές του χρόνου.⁸

Η σύνθεση των απορριμμάτων που παράγονται ανά κάτοικο σε μια περιοχή, διαφοροποιείται μεταξύ των περιοχών εντός ιδίων περιφερειών της χώρας, από νομό σε νομό αλλά και σε περιοχές της ίδια πόλης. Πιο συγκεκριμένα στις φτωχές περιοχές, είναι μικρότερη η κατανάλωση προκαθορισμένων και συσκευασμένων προϊόντων (λαχανικά, φρούτα, κλπ), η χρήση περιοδικών και εφημερίδων και η αγορά καταναλωτικών αγαθών από αυτή των πλουσιότερων περιοχών. Επομένως, τα ζυμώσιμα απορρίμματα (υπολείμματα κουζίνας και κήπου) είναι περισσότερα στις φτωχές περιοχές ενώ, στις πιο πλούσιες περιοχές υπάρχει περισσότερο πλαστικό, χαρτί και άλλα υλικά.⁹

⁸ Den Boer, E., Jędrzak, A., Kowalski, Z., Kulczycka, J., & Szpadt, R. (2010). A review of municipal solid waste composition and quantities in Poland. *Waste Management*, 30(3), 369-377.

⁹ Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). *Integrated solid waste management: engineering principles and management issues*. McGraw-Hill Science/Engineering/Math.

Συστατικά υλικά στα οικιακά στερεά απόβλητα	Χώρες χαμηλού εισοδήματος	Χώρες μεσαίου εισοδήματος	Χώρες υψηλού εισοδήματος
Οργανικά συστατικά			
Τροφικά υπολείμματα	40-85	20-65	6-30
Χαρτί - χαρτόνι	1-10	8-30	20-45
Πλαστικά	1-5	2-6	2-8
Υφάσματα	1-5	2-10	2-6
Λάστιχα - δέρματα	1-5	1-4	0-2
Απορρίμματα κήπων	1-5	1-10	10-20
Ξύλα	1-5	1-10	1-4
Ανόργανα συστατικά			
Γυαλί	1-10	1-10	4-12
Κουτιά αλουμινίου - άλλα μέταλλα	1-5	1-5	2-8
Αδρανή υλικά (χώμα, τέφρα κλπ)	1-40	1-30	0-10

Πίνακας 1. Σύνθεση(% κατά βάρος) οικιακών στερεών αποβλήτων σε διάφορες χώρες ανάλογα με την οικονομική κατάσταση. Πηγή: Tchobanoglous et al., 1993

Ποσοτικά Χαρακτηριστικά ΑΣΑ

Η ποσότητα των παραγόμενων στερεών αποβλήτων συνδέεται κυρίως με την οικονομική κατάσταση μιας κοινωνίας. Είναι χαμηλότερη σε χώρες με χαμηλότερο ΑΕΠ.¹⁰

¹⁰ Shekdar, A. V. (2009). Sustainable solid waste management: an integrated approach for Asian countries. Waste management, 29(4), 1438-1448.

Τα κύρια μεγέθη που παρουσιάζουν την παραγωγή απορριμμάτων είναι η Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ) και ο αντίστοιχος Ρυθμός Παραγωγής Απορριμμάτων (ΡΠΑ). Η (Μ.Π.Α.) εκφράζει το βάρος των απορριμμάτων που παράγει ένα άτομο σε μια ημέρα (Kg/άτομο/ημ.). Η παραγόμενη ποσότητα είναι μεγαλύτερη στις πλούσιες χώρες και στις πλούσιες περιοχές της ίδιας χώρας, σε αντίθεση με τις αγροτικές περιοχές.¹¹

Ο Ρυθμός Παραγωγής Απορριμμάτων (ΡΠΑ) για μια περιοχή υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την ΜΠΑ με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό:

$$ΡΠΑ = Πληθυσμός \times ΜΠΑ \text{ (Kg /ημ)}$$

Παράγοντες που επηρεάζουν το ΡΠΑ:

- Πληθυσμική πυκνότητα
- Πληθυσμιακές διακυμάνσεις (ιδιαίτερα για τουριστικές περιοχές)
- Εποχές χρόνου
- Συχνότητα συλλογής
- Κοινωνικο- οικονομικό επίπεδο
- Πολιτισμικό επίπεδο
- Μορφωτικό επίπεδο
- Γεωγραφική περιοχή αναφοράς
- Ηλικία καταναλωτών
- Εμπορική δραστηριότητα
- Βιομηχανική δραστηριότητα
- Ενημέρωση καταναλωτών
- Όγκος και είδη κάδων

¹¹ Καραγιαννίδης Α., Μουσιόπουλος Ν. (2002), Διαχείριση Απορριμμάτων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

- Προγράμματα ανακύκλωσης και κομποστοποίησης
- Εφαρμογή άλλων δυνατοτήτων διάθεσης

2.3 Μέθοδοι Επεξεργασίας Αποβλήτων

2.3.1 Υγειονομική ταφή απορριμμάτων

Η υγειονομική ταφή των απορριμμάτων είναι η διαδικασία κατά την οποία τα απορρίμματα που πρόκειται να διατεθούν διαστρώνονται σε στρώσεις ύψους 2-3 μέτρων, συμπιέζονται και καλύπτονται με κατάλληλο αδρανές υλικό στο τέλος της καθημερινής λειτουργίας. Όταν ο χώρος διάθεσης φθάσει στην τελική του χωρητικότητα, τοποθετείται μια τελική στρώση αδρανούς υλικού πάχους 0,60 m περίπου και μετά στρώμα χώματος κατάλληλο για δενδροφύτευση, ώστε να αποκατασταθεί τελικά το τοπίο.

Οι χώροι υγειονομικής ταφής δεν πρέπει να συγχέονται με τους χώρους ανεξέλεγκτης απόρριψης, φαινόμενο ιδιαίτερα συχνό στη χώρα μας, οι οποίοι αποτελούν εστίες ρύπανσης του περιβάλλοντος και πηγές ανάφλεξης. Αντίθετα η υγειονομική ταφή είναι όχι απλώς μια περιβαλλοντικά αποδεκτή μέθοδος διάθεσης αλλά επίσης ένας άριστος τρόπος για την αξιοποίηση ακρήστων χώρων και για την περιβαλλοντική τους αποκατάσταση. Ο σχεδιασμός και η λειτουργία ενός χώρου υγειονομικής ταφής προϋποθέτει την εφαρμογή μιας σειράς επιστημονικών, τεχνικών και οικονομικών αρχών.

Η αλληλοεπίδραση των φυσικοχημικών και βιολογικών φαινομένων που εξελίσσονται στη μάζα των απορριμμάτων παίζουν καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία του χώρου διάθεσης.

Η εξεύρεση χώρων για τη διάθεση των απορριμμάτων είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η Τοπική Αυτοδιοίκηση. Αυτό οφείλεται στο σχετικά μικρό διαθέσιμο χώρο της κάθε περιοχής, στην κακή διάθεση των απορριμμάτων μέχρι σήμερα (ανεξέλεγκτη απόρριψη), στην αυξανόμενη περιβαλλοντική συνείδηση των κατοίκων και στο ότι δεν υπάρχει σωστός σχεδιασμός γι 'αυτό το τόσο σοβαρό θέμα.

2.3.2 Θερμική επεξεργασία – Καύση

Καύση είναι η διαδικασία κατά την οποία επιτυγχάνεται οξείδωση των απορριμμάτων σε υψηλή θερμοκρασία, παρουσία οξυγόνου. Κατά τη διαδικασία αυτή τα απορρίμματα αποσυντίθενται θερμικά με παρουσία περίσσειας αέρα. Η καύση των απορριμμάτων αποτελεί μία σημαντική εναλλακτική περίπτωση διαχείρισης απορριμμάτων, η οποία δεν έχει τυχόν ακόμη καμιάς εφαρμογής στην Ελλάδα. Με τον όρο «καύση απορριμμάτων» δεν εννοείται βέβαια η ανεξέλεγκτη καύση διαφόρων ειδών απορριμμάτων σε ανεξέλεγκτες χωματερές ή υπαίθριους χώρους. Εννοείται η θερμική καταστροφή των καταλλήλων προς καύση απορριμμάτων σε ειδικές εγκαταστάσεις με ταυτόχρονη εκμετάλλευση της παραγόμενης θερμότητας.

Σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες, και όχι μόνο, η καύση αποτελεί βασική μέθοδο επεξεργασίας απορριμμάτων και μάλιστα κερδίζει ολοένα και περισσότερους υποστηρικτές.

Γενικά, τα απορρίμματα από την πλευρά της δυνατότητας καύσης τους μπορούν να καταταγούν σε δύο κατηγορίες: αυτά που μπορούν να καούν όπως τα ζυμώσιμα υλικά, πλαστικό, χαρτί, ξύλο, ελαστικά, δέρμα, υφάσματα, κ.α., και αυτά που δεν καίγονται όπως το γυαλί, τα μέταλλα, τα αδρανή, κ.α.

2.3.3 Κομποστοποίηση

Η κομποστοποίηση ή λιπασματοποίηση ή composting όπως διεθνώς ονομάζεται είναι μία από τις πολλές μεθόδους διάθεσης των απορριμμάτων που ικανοποιητικά αντιμετωπίζει και το πρόβλημα της υποβάθμισης του περιβάλλοντος από τα στερεά υπολείμματα, αλλά και υλοποιεί την ανακύκλωση. Έτσι εκτός από την ανακύκλωση των μετάλλων, του χαρτιού, των γυαλιών και των ελαστικών, που σε κάποιο ικανοποιητικό βαθμό μπορούμε να επιτύχουμε, με τη σύνθετη διαδικασία της ανακύκλωσης και κομποστοποίησης, ανακυκλώνουμε ουσιαστικά και το οργανικό κλάσμα, επαναφέροντάς το σωστά στο φυσικό αποδέκτη του το χώμα για να μπορέσει το τελευταίο διατηρώντας την κανονική δομή και γονιμότητά του να συνεχίσει να παράγει.

2.3.4 Ανακύκλωση

Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο διάθεσης απορριμμάτων, τα ανόργανα απόβλητα διαχωρίζονται ανάλογα με τη σύστασή τους και έπειτα πάνε προς επεξεργασία και διάθεση ως πρώτη ύλη, ή προς επαναχρησιμοποίηση.

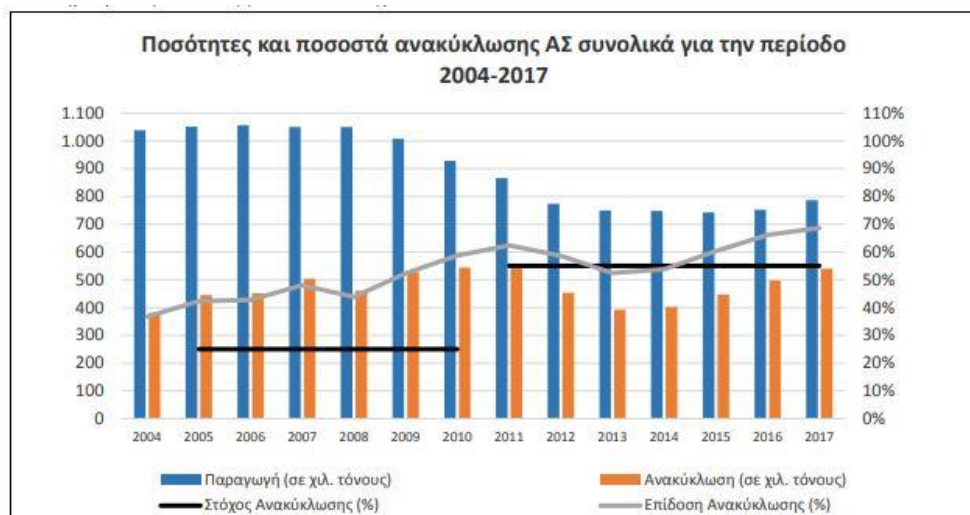
Ο διαχωρισμός των απορριμμάτων προϋποθέτει:

- Διαχωρισμός απορριμμάτων στην πηγή.
- Διαχωρισμό απορριμμάτων στο εργοστάσιο.

Στόχος της ανακύκλωσης είναι να επιβαρύνεται λιγότερο το περιβάλλον με απορρίματα και να επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση πρώτων υλών, πόρων και ενέργειας.

Κύρια υλικά που δύνανται να ανακυκλωθούν είναι το χαρτί, το γυαλί, τα μέταλλα και ορισμένα είδη πλαστικών.

Στην Ελλάδα, παρά την αρχική καθυστέρηση εναρμόνισης, η ανακύκλωση βρίσκεται αυτή τη στιγμή σε σχετικά ικανοποιητικό επίπεδο.



Εικόνα 3. Ποσοστά ανακύκλωση ΑΣ συνολικά για την Ελλάδα για την περίοδο 2004 - 2017. Πηγή ΕΟΝ 2019

Ο Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ) είναι ο αρμόδιος φορέας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) για το

σχεδιασμό και την εφαρμογή της πολιτικής για την ανακύκλωση στην Ελλάδα. Είναι υπεύθυνος για την έγκριση των εθνικών συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης ανά προϊόν, καθώς και για τον έλεγχο της προόδου της Ελλάδας στον τομέα της ανακύκλωσης.



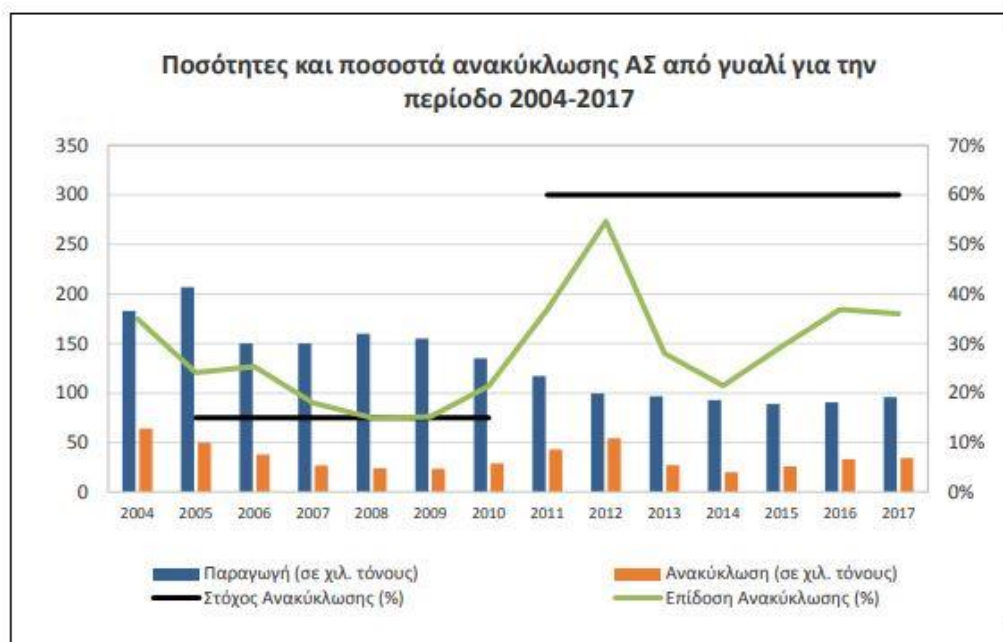
Εικόνα 4. Ποσοστά ανακύκλωσης ΑΣ από χαρτί για την Ελλάδα για την περίοδο 2004-2017. Πηγή ΕΟΑΝ 2019



Εικόνα 5. Ποσοστά ανακύκλωσης ΑΣ από πλαστικό για την Ελλάδα για την περίοδο 2004 - 2017. Πηγή ΕΟΑΝ 2019



Εικόνα 6. Ποσοστά ανακύκλωσης ΑΣ από μέταλλο για την Ελλάδα για την περίοδο 2004-2017. Πηγή ΕΟΑΝ 2019



Εικόνα 7. Ποσοστά ανακύκλωσης ΑΣ από γυαλί για την Ελλάδα για την περίοδο 2004-2017. Πηγή ΕΟΑΝ 2019

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω διαγράμματα οι εθνικοί στόχοι σε γενικές γραμμές επιτυγχάνονται και υπερκαλύπτονται για τα έτη 2004-2010 (με εξαίρεση τα

ποσοστά ανακύκλωσης ΑΣ από πλαστικό και γυαλί), ενώ παρατηρείται σημαντική καμπή κατά τα επόμενα έτη.¹²

Ως απομίμηση των διεργασιών που συντελούνται αυθόρμητα στη φύση, η ανακύκλωση βοηθά στην αντιμετώπιση των διαταραχών του οικοσυστήματος, ενώ παράλληλα μειώνει και τις οικολογικές επιπτώσεις που προκαλούνται από όλες τις παραγωγικές δραστηριότητες. Οι πρώτες προσπάθειες εφαρμογής της ανακύκλωσης στη βιομηχανία σημειώθηκε πολύ πριν γίνουν αντιληπτά τα περιβαλλοντικά προβλήματα, και στηρίχθηκε κυρίως σε οικονομικά κίνητρα. Αφορούν κυρίως τα απορρίμματα από τη παραγωγική διαδικασία (μέταλλα, χαρτί) και έχουν ως στόχο τη μεγιστοποίηση του κέρδους από την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Όταν ο στόχος αυτός δεν κατορθώνεται, τότε δε λαμβάνεται μέριμνα για την ανακύκλωση και τα απόβλητα αυτά απορρίπτονται στο περιβάλλον.

2.4 Διαχείριση Απορριμμάτων

Διαχείριση αποβλήτων είναι το σύνολο των δραστηριοτήτων προσωρινής αποθήκευσης, συλλογής, μεταφοράς, μεταφόρτωσης, επεξεργασίας, αξιοποίησης, επαναχρησιμοποίησης και τελικής διάθεσης σε φυσικούς αποδέκτες, συμπεριλαμβανομένης της εποπτείας των εργασιών αυτών, καθώς και της μετέπειτα φροντίδας των χώρων διάθεσης.¹³

Το ζήτημα που καλούνται να απαντήσουν οι σύγχρονες κοινωνίες είναι η διαχείριση των στερεών αποβλήτων με ένα ορθολογικό τρόπο, ώστε να ικανοποιούν στόχους, όπως η δημόσια υγεία, η προστασία του περιβάλλοντος, η μείωση κόστους και ενέργειας.

Σκοπός των συστημάτων διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων (ΣΔΑΣΑ) είναι η ορθολογική χρήση του φυσικού περιβάλλοντος, ως χώρος απόθεσης και απορρόφησης των απορριμμάτων. Η ελαχιστοποίηση της περιβαλλοντικής

¹² ΕΟΑΝ (Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης) «Προγραμματισμός έτους 2019», Απρίλιος 2019

¹³ Παναγιωτακόπουλος Δ. (2002): «Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων», Θεσσαλονίκη: Ζυγός

επιβάρυνσης μέσα στα αποδεκτά κοινωνικά όρια είναι πάντοτε το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Πρωταρχικός στόχος για όλες τις κοινωνίες τα τελευταία χρόνια είναι η μείωση των παραγόμενων ποσοτήτων και η ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων. Την τελευταία δεκαετία, νέες αντιλήψεις και στρατηγικές εμφανίστηκαν έτσι ώστε να καλύψουν την ανάγκη εξοικονόμησης πόρων και ενέργειας. Σύμφωνα με το ΥΠΕΚΑ η πολιτική διαχείρισης μετατοπίστηκε στην πρόληψη, στην προώθηση ανακύκλωσης και στην μείωση των επικινδύνων αποβλήτων.

2.4.1 Αναγκαιότητα της Διαχείρισης των ΑΣΑ

Η διαχείριση των ΑΣΑ έχει προαχθεί σήμερα στις πρώτες θέσεις της ατζέντας για το περιβάλλον, καθώς οι δραστηριότητες και το ενδιαφέρον πολιτών και κυβερνήσεων σε ολόκληρο τον κόσμο έχουν φτάσει σε επίπεδα άνευ προηγουμένου. Τόσο σε περιφερειακό όσο και σε τοπικό επίπεδο, περιλαμβάνει προβλήματα σχεδιασμού εντελώς διαφορετικά από αυτά του απώτερου αλλά και του σχετικά πρόσφατου παρελθόντος. Η αυξανόμενη συνειδητοποίηση για τα περιβαλλοντικά προβλήματα έχει αναγκάσει τις εθνικές κυβερνήσεις αλλά και τις τοπικές αρχές στην αναζήτηση νέων τεχνικών και οργανωτικών λύσεων για μελλοντικά συστήματα διαχείρισης ΑΣΑ.¹⁴

Πράγματι, τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) έχουν γίνει θέμα παγκόσμιας ανησυχίας, καθώς ο πληθυσμός στις αστικές περιοχές αυξάνεται, ως εκ τούτου, οι ποσότητες των αποβλήτων αυξάνονται με την αύξηση του πλούτου. Οι ποσότητες των αποβλήτων από τις επιχειρήσεις αυξάνονται και έτσι αυξάνεται η πολυπλοκότητα και η ποικιλία των αποβλήτων.¹⁵

Αποτελεί ένα από τα δύσκολα θέματα για τις σύγχρονες κοινωνίες, λόγω αλλαγής στα καταναλωτικά πρότυπα και της ανεξέλεγκτης αστικοποίησης και της

¹⁴ Μουσιόπουλος, Ν., Καραγιαννίδης, Α., (2002), "Διαχείριση απορριμμάτων", Έκδοση Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη

¹⁵ Zaman, A. U., & Swapan, M. S. H. (2016). Performance evaluation and benchmarking of global waste management systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 114, 32-41.

βιομηχανοποίησης.¹⁶ Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματική διαχείριση των ΑΣΑ, είναι η ποσοτικοποίηση και η πρόβλεψη της παραγωγής των στερεών αποβλήτων. Τα χαρακτηριστικά και η ποσότητα των ΑΣΑ που προκύπτουν από τις εγχώριες εμπορικές και βιομηχανικές δραστηριότητες σε μια περιοχή δεν είναι μόνο το αποτέλεσμα του αυξανόμενου πληθυσμού, του αυξανόμενου βιοτικού επιπέδου και της ανάπτυξη της τεχνολογίας, αλλά και λόγω της αφθονία και το είδος των φυσικών πόρων της περιοχής. Η συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία και διάθεση των στερεών αποβλήτων, ιδίως απόβλητα που παράγονται σε μεσαία και μεγάλα αστικά κέντρα, έχουν να γίνει ένα σχετικά δύσκολο πρόβλημα προς επίλυση.

2.4.2 Βασικές αρχές διαχείρισης απορριμμάτων

Οι βασικές αρχές διαχείρισης απορριμμάτων που απορρέουν από το νομοθετικό πλαίσιο και συνοψίζονται σε ένα σύνολο αρχών που συμφωνήθηκαν από τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι:

- Η αρχή της προστασίας της υγείας και του περιβάλλοντος κατά τη διαχείριση των αποβλήτων
- Αρχή της ιεράρχησης
- Αρχή της εγγύτητας
- Αρχή της διάθεσης αποβλήτων στο κράτος που τα παράγει
- Αρχή της ευθύνης αποκατάστασης
- Αρχή της πρόβλεψης του κύκλου ζωής του προϊόντος
- Αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει»

¹⁶ Sharholly, M., Ahmad, K., Mahmood, G., & Trivedi, R. C. (2008). Municipal solid waste management in Indian cities–A review. *Waste management*, 28(2), 459-467.

Η ευρωπαϊκή ένωση, με την οδηγία 2004/35/ΕΚ, όρισε την αρχή αποκατάστασης του περιβάλλοντος, όπως αυτή βαρύνει με ευθύνη τον παραγωγό αποβλήτων και την τελική αποκατάσταση του χώρου διάθεσης. Η διάθεση των αποβλήτων, βάση της αρχής της εγγύτητας, θα πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πηγή παραγωγής, ώστε να μειώνεται όσο το δυνατόν η μεταφορά. Οι επιχειρήσεις, από το αρχικό στάδιο σχεδιασμού του προϊόντος έως το στάδιο της παραγωγής, θα πρέπει να λαμβάνουν μέτρα και μέριμνα για την ανακύκλωση εφαρμόζοντας την αρχή της πρόβλεψης του κύκλου ζωής.

Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» αποτελεί ένα οικονομικό μέτρο για την προστασία του περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας. Χαρακτηριστικό της αρχής αυτής είναι ότι μεταβιβάζεται το κόστος αποκομιδής του αποβλήτου στο κάτοχο του. Η κατοχή του προϊόντος επιβαρύνει παραγωγό και καταναλωτή με κόστος που εμπεριέχεται στην τελική τιμή του αγαθού.

Σκοπός της διαχείρισης στερών αποβλήτων είναι:¹⁷

- Η ελαχιστοποίηση της παραγωγής τους.
- Η ανάκτηση, η επαναφορά και η επαναχρησιμοποίηση διάφορων υλικών.
- Η συλλογή, η εναπόθεση και η επεξεργασία κατά τον τέτοιο τρόπο που να περιορίζει την επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Στη νομοθεσία (Ευρωπαϊκή Οδηγία 2008/98/ΕΚ) και την πολιτική για την πρόληψη και τη διαχείριση των αποβλήτων ισχύει η προτεραιότητα της ιεράρχηση των στόχων με πρώτη επιλογή την πρόληψη και τελευταία την διάθεση των υπολειμμάτων, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα. Έχει μεταφερθεί στην εθνική νομοθεσία με τον νόμο πλαίσιο για τη διαχείριση αποβλήτων 4042/2012.

¹⁷ Μαλλιάρος, Χ. (2000). Περιβάλλον, ρύπανση, τεχνικές αντιρρύπανσης αέρια, υγρά και στερεά απόβλητα, Αθήνα: Μεταίχμιο



Εικόνα 8. Ιεράρχηση μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων. Πηγή: Νταρακάς(2014)

Η ιεραρχία δηλώνει ότι η πλέον προτιμώμενη επιλογή για τη διαχείριση των αποβλήτων είναι η πρόληψη, ακολουθούμενη από την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση, την ανάκτηση ενέργειας και, λιγότερο ευνοημένες από όλα, τη διάθεση.

- Η πρόληψη των αποβλήτων είναι η υψίστης σημασίας σημείο στην ιεραρχία των αποβλήτων. Η πρόληψη ή μείωση ελαχιστοποιεί την παραγωγή των αποβλήτων στην πρώτη θέση.
- Η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων είναι η επόμενη πιο επιθυμητή επιλογή.
- Η αξιοποίηση των αποβλήτων περαιτέρω χωρίζονται σε κατηγορίες: την ανάκτηση των υλικών και της ανάκτηση ενέργειας.
- Ανάκτηση των υλικών περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως, ανακύκλωση και κομποστοποίηση.
- Τελική διάθεση είναι πάντα η τελευταία λύση. Πριν την τελική διάθεση, ένα σημαντικό ποσό της προεπεξεργασίας είναι απαραίτητη. Προεπεξεργασίας περιλαμβάνει φυσικές, θερμικές, χημικές ή βιολογικές διεργασίες οι οποίες μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων προκειμένου να μειωθεί η ποσότητα ή / και η επικινδυνότητα των αποβλήτων. Η υγειονομική ταφή είναι τελική

διάθεση¹⁸. Με οικονομικούς όρους, η αξία των υλικών που απορρίπτεται στους ΧΥΤΑ της Ευρώπης κάθε χρόνο υπολογίζεται σε 5,25δισ €. ¹⁹

Η έννοια «μείωση στην πηγή» (waste prevention) αποτελεί πρωταρχικό μέτρο πρόληψης για την αποφυγή δημιουργίας υπέρογκων ποσοτήτων αποβλήτων, αφού στοχεύει στην ελάττωση της παραγόμενης ποσότητας και τοξικότητας των αποβλήτων. Για τον λόγω αυτόν η εν λόγω μέθοδος κατέχει ξεχωριστή θέση αφού κάνει πιο εύκολη τη μετέπειτα διαδικασία διαχείρισης αποβλήτων .

Είναι σαφές ότι πρόκειται για πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων και όχι μέθοδο διαχείρισής τους και συνδέεται άμεσα με το στάδιο του σχεδιασμού προϊόντων. Ιδιαίτερα ενδιαφέρον δε, είναι το γεγονός ότι απευθύνεται στον κάθε πολίτη/καταναλωτή ξεχωριστά. Δεν αφορά δηλαδή μόνο εγκαταστάσεις παραγωγής αγαθών ή κρατικούς και άλλους αρμόδιους φορείς, καθώς αρκεί να περιοριστεί ο υπερκαταναλωτισμός, να προτιμώνται επαναχρησιμοποιούμενα προϊόντα και γενικά να χρησιμοποιούνται με πιο εποικοδομητικό τρόπο τα αγαθά.^{20 21}

Στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Εβδομάδας Μείωσης Αποβλήτων του έτους 2017 δόθηκαν 11 απλοί άξονες ως προς τις καθημερινές συνήθειες των πολιτών για τη μείωση των αποβλήτων:

- ✓ Επιλέξτε επαναχρησιμοποιούμενες τσάντες για να μεταφέρετε τα ψώνια σας
- ✓ Αποφύγετε την σπατάλη τροφίμων που δημιουργεί οργανικά απόβλητα
- ✓ Αγοράστε χύμα προϊόντα, όταν σας δίνεται η ευκαιρία, ή επιλέξτε συσκευασίες μεγάλου μεγέθους
- ✓ Προτιμήστε οικολογικά, επαναφορτιζόμενα ή αναγομωμένα προϊόντα

¹⁸ «EU Waste Policy and Challenges for Regional and Local Authorities», 2002

¹⁹ eoan.gr

²⁰ Kreith F. and Tchobanoglous G. (2010): «Εγχειρίδιο Διαχείρισης Στερεών αποβλήτων», δεύτερη έκδοση, Θεσσαλονίκη, εκδόσεις Τζιολα

²¹ Lebersorger S., Obersteiner G., Salhofer S. and Schneider F (2008), «Potentials for the prevention of municipal solid waste», Waste Management, 28 (2), pp. 245 – 259

- ✓ Πίνετε νερό της βρύσης όταν αυτό είναι πόσιμο
- ✓ Χρησιμοποιήστε επαναφορτιζόμενες μπαταρίες
- ✓ Περιορίστε όσο γίνεται τη χρήση του εκτυπωτή σας
- ✓ Ξεκινήστε την κομποστοποίηση
- ✓ Προσφέρετε τα παλιά σας ρούχα
- ✓ Δανειστείτε ή ενοικιάστε εργαλεία
- ✓ Επισκευάστε προϊόντα ή συσκευές που έχουν χαλάσει

Η μείωση στη πηγή μπορεί να προωθηθεί σε μεγάλο βαθμό σε τοπικό επίπεδο από τους δήμους, αφού αποτελούν τους κρατικούς εκείνους φορείς που έρχονται σε άμεση επαφή με τον πολίτη, έτσι ώστε να τον ευαισθητοποιήσουν και να τον ενημερώσουν κατάλληλα, να τον πείσουν αλλά και να δώσουν κατάλληλα κίνητρα σε πολίτες και επιχειρήσεις για τη μείωση του αριθμού των απορριμμάτων.²²

Σε ότι αφορά τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή των κατευθύνσεων για τη μείωση στη πηγή, υπάρχουν ποικίλα περιβαλλοντικά αλλά και οικονομικά. Αναμφίβολα σημαντικότετα οφέλη αποτελούν η μείωση του αριθμού των ΑΣΑ που θα οδηγηθούν σε ΧΥΤΑ ή σε καύση και άρα και ο περιορισμός της ρύπανσης και της χρήσης πόρων. Τα οικονομικά οφέλη ως απόρροια των περιβαλλοντικών αφορούν την εξοικονόμηση ενέργειας και πόρων, αφού ο αριθμός των απορριμμάτων που θα περισυλλέγει, θα μεταφερθεί, θα επεξεργαστεί ή θα τοποθετηθεί απευθείας σε ΧΥΤΑ θα είναι αισθητά μικρότερος.

Δε θα ήταν υπερβολή να αναφερθεί ότι εάν η μείωση στη πηγή εφαρμοστεί ικανοποιητικά, θα μπορούσε να λύσει σε μεγάλο βαθμό το πρόβλημα της διαχείρισης των αποβλήτων.

²² Γεωργακέλλος Δ. και Καρβούνης Σ. (2003), «Διαχείριση του περιβάλλοντος», Αθήνα, Σταμούλη Α.Ε.

3. Νομοθετικό πλαίσιο

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε πρώτη φορά μέτρα σχετικά με τη διαχείριση αποβλήτων συσκευασίας (Οδηγία 85/339 / ΕΟΚ), σχετικά με την παραγωγή, τη διάθεση στην αγορά τη χρήση, την ανακύκλωση κλπ. Ορισμένα κράτη μέλη άρχισαν να λαμβάνουν δικά τους μέτρα στον τομέα αυτό με συνέπεια την εμφάνιση διαφορετικών εθνικών νομοθεσιών και βέβαια την ανάδειξη της ανάγκης εναρμόνισής τους ευρωπαϊκό επίπεδο.

Προς τούτο προχώρησε τελικά στην Οδηγία 1994/62 ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας», την οποία ακολούθησε μια σειρά συμπληρωματικών ή τροποποιητικών οδηγιών (2004/12/ΕΚ, 2013/2/ΕΕ & 2015/720/ΕΕ).

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος στόχευσε στη δημιουργία μιας «κοινωνίας της ανακύκλωσης» με στόχο τη μείωση παραγωγής αποβλήτων και ιδιαίτερα των επικίνδυνων, τη χρησιμοποίησή τους ως πόρων μέσω ανάκτησης ή ανακύκλωσης και τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της διαχείρισής τους²³. Με το Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία τονίζει την ανάγκη μετάβασης προς μια οικονομία βασιζόμενη στον «κύκλο ζωής», με τη μεγαλύτερη δυνατή επαναχρησιμοποίηση των πόρων και τη μηδενική σχεδόν, δημιουργία αποβλήτων.

Η ευρωπαϊκή οδηγία πλαίσιο 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα ορίζει το νομικό πλαίσιο για την επεξεργασία των αποβλήτων στην ΕΕ και θεσπίζει αρχές όπως «ο ρυπαίνων πληρώνει», και διατυπώνει δεσμευτική ιεράρχηση των αποβλήτων με την οποία επιβάλλεται στα κράτη μέλη η υποχρέωση να διαχειρίζονται τα απόβλητά τους με την εξής σειρά προτεραιότητας: πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση (3Rς), άλλου είδους ανάκτηση και διάθεση. Η διασφάλιση της περιβαλλοντικής συμμόρφωσης περιλαμβάνει μέτρα στήριξης που παρέχονται από τις αρχές κάθε κράτους μέλους , όπως α) η προθσηση της συμμόρφωσης, β) οι επιθεωρήσεις και οι άλλοι έλεγχοι παρακολούθησης της συμμόρφωσης και γ) τα μέτρα κατά των

²³ Καλλία – Αντωνίου Α. (2009) «Το νομικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διαχείριση αποβλήτων - Η Ελλάδα ενόπιον του ΔΕΚ», περιοδικό Περ/Δικ, Νο 4, σ. 662-676 www.nbonline.gr

παραβιάσεων με τη επιβολή κυρώσεων και την απαίτηση αποκατάστασης ζημιών. Με λίγα λόγια, η περιβαλλοντική ευθύνη διασφαλίζει ότι ο ρυπαίνων πληρώνει για να αποκαταστήσει τις ζημιές που έχει προκαλέσει.

Η παραπάνω οδηγία δεν ορίζει μόνο τις βασικές έννοιες και τους ορισμούς που αφορούν τη διαχείριση αποβλήτων (το απόβλητο, την ανακύκλωση και την ανάκτηση), αλλά εξηγεί και κατά πόσο τα απόβλητα καθίστανται δευτερογενείς πρώτες ύλες (με βάση τα οποία επιβάλλεται τέλος αποβλήτου) αλλά και πώς διακρίνονται αυτές από τα απόβλητα και τα προϊόντα. Με την οδηγία 2018/85/ΕΚ, συμπληρώνει ακόμα περισσότερο την προηγούμενη και αποσαφηνίζει τις έννοιες που είχαν χρησιμοποιηθεί. Συγκεκριμένα, σε ό,τι αφορά την αρχή ο ρυπαίνων πληρώνει, καθιστά ακόμα πιο ρητή την υποχρέωση ανάληψης του κόστους διαχείρισης αλλά και εκείνο της απαιτούμενης υποδομής και λειτουργίας, από τον αρχικό παραγωγό αποβλήτων, τον τρέχοντα ή τους προηγούμενους κατόχους αποβλήτων.

Οι βασικές αρχές διαχείρισης των αποβλήτων, οι οποίες απορρέουν από την ευρωπαϊκή νομοθεσία και καθορίζουν τις επιλογές των κρατών μελών, είναι ακόλουθες:²⁴

- Της Προστασίας της υγείας και του περιβάλλοντος.
- Της Ιεράρχησης, με προτεραιότητα την πρόληψη της παραγωγής αποβλήτων, όπως υποδεικνύεται στο Σχήμα 2, παραπάνω.
- Της Εγγύτητας, η διάθεση των αποβλήτων να γίνεται το δυνατόν πλησιέστερα προς την πηγή παραγωγής τους, ώστε να μειώνεται η μεταφορά τους, όσο αυτό είναι δυνατό.
- Της Διάθεσης αποβλήτων στο κράτος που τα παράγει και βέβαια, όχι εκτός της Ε. Ένωσης. Η αρχή αυτή συνδέεται με την προηγούμενη. Της ευθύνης αποκατάστασης, που τη φέρει ο παραγωγός μέχρι την τελική αποκατάσταση του περιβάλλοντος στην περιοχή διάθεσης των αποβλήτων.
- Της Πρόβλεψης του κύκλου ζωής του προϊόντος κατά το σχεδιασμό του οποίου πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την πρόληψη παραγωγής αποβλήτων και για την ανακύκλωση του (Καλλία-Αντωνίου, 2009).

²⁴ Καλλία – Αντωνίου Α. (2009) «Το νομικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διαχείριση αποβλήτων – Η Ελλάδα ενόψει του ΔΕΚ», περιοδικό Περ/Δικ, Νο 4, σ. 662-676 www.nbonline.gr

Όπως συνηθίζεται στη χώρα μας, η νομοθεσία αν και εμφανίζει πληρότητα στη διατύπωσή της, υπολείπεται δραματικά της επαρκούς εφαρμογής της καθώς η ισχύς της εναλλάσσεται, ανάλογα σε ποιον αφορά και από ποιον ερμηνεύεται. Με λίγα λόγια, η χώρα δεν πάσχει από νόμους, αλλά από τη τήρησή τους η οποία και επαφίεται στη φιλοτιμία των Ελλήνων, όπως ορίζεται και από το Σύνταγμά της, στο άρθρο 24 του οποίου προβλέπεται η «ορθολογική διαχείριση των στερεών αποβλήτων για την προστασία του περιβάλλοντος».

Από το 2001 με το Νόμο 2939 διαμορφώθηκε ένα θεσμικό πλαίσιο σχετικό με το περιβάλλον και τη διαχείριση των απορριμμάτων, χωρίς όμως η χώρα μας να επιτύχει τους στόχους συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών. Και τούτο μάλλον από λάθη πολιτικής, έλλειψης κινήτρων προς τους κύριους φορείς, τους Δήμους, ή και από την πρόβλεψη για μεγάλες και πολύ ακριβές μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων που επί της ουσίας αποθάρρυναν την προσπάθεια. Μιάμιση δεκαετία αργότερα, το 2017, μετά από πιέσεις (και ποινές) της ΕΕ τροποποιήθηκε με το Νόμο 4496 και προσαρμόστηκε στην Οδηγία 2015 720/ ΕΕ, προκειμένου να επικαιροποιηθεί και εκσυγχρονιστεί η εθνική νομοθεσία για την υιοθέτηση του μοντέλου της βιώσιμης διαχείρισης αποβλήτων. Φυσικά και στην περίπτωση αυτή δεν έγινε η τόσο αναγκαία για την ευαισθητοποίηση του κοινού διαβούλευση με τους πολίτες που θα στήριζαν το όλο εγχείρημα περιβάλλοντάς το με τη δέουσα εμπιστοσύνη το έλλειμμα της οποίας είναι έκδηλο και επιβεβαιώνεται σε κάθε περίπτωση δημιουργίας ΧΥΤΑ. χώρων μεταφόρτωσης απορριμμάτων κλπ.

Με τον Νόμο 4496/2017 επιδιώκονται σε γενικές γραμμές τα ακόλουθα:

- Η κατά προτεραιότητα πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων, σύμφωνα με το άρθρο 23 του Νόμου 4042/2012
- Η κατά προτεραιότητα προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασιών και άλλων προϊόντων, σύμφωνα με το άρθρο 27 του Νόμου 4042/2012
- Ο καθορισμός στόχων προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας από την οποία προκύπτουν σαφή περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. καθώς και η διασφάλιση ότι πολύτιμα υλικά ανακτώνται προοδευτικά και αποτελεσματικά μέσω της ορθής διαχείρισης των αποβλήτων, σύμφωνα με την ιεράρχηση των μεθόδων

διαχείρισής τους, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ξανά στην οικονομία, συμβάλλοντας έτσι στην κυκλική οικονομία.

- Η ανάκτηση, άλλου είδους, ως δευτερεύουσα επιλογή και εφόσον έχουν εξαντληθεί οι δυνατότητες εφαρμογής των ανώτερων ιεραρχικά δράσεων και εργασιών, διαχείρισης αποβλήτων συσκευασιών και άλλων προϊόντων.
- Ο περιορισμός των συνολικών επιπτώσεων της χρήσης των πόρων και η βελτίωση της αποδοτικότητάς της, με την ανάκτηση δευτερογενών πρώτων υλών, Η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων όλων των φορέων που εμπλέκονται στον κύκλο ζωής των αποβλήτων συσκευασιών και άλλων προϊόντων.
- Η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων όλων των φορέων που εμπλέκονται στον κύκλο ζωής των αποβλήτων συσκευασιών και άλλων προϊόντων.
- Η εφαρμογή της αρχής της διευρυμένης ευθύνης των παραγωγών, σύμφωνα με το άρθρο 25 του Ν. 4042/2012, ώστε να επιτυγχάνεται η προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας, σύμφωνα με το πλαίσιο των κανόνων και των απαιτήσεων του άρθρου 29 του Νόμου 4042/2012, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην αειφόρο ανάπτυξη.

Παρά τις ανωτέρω επισημάνσεις, η διαχείριση των αποβλήτων εξακολουθεί μέχρι τώρα να παραμένει ο πιο προβληματικός τομέας στην Ελλάδα. Όπως δε επιβεβαιώθηκε και από την Επισκόπηση Εφαρμογής Περιβαλλοντικής Πολιτικής στην Έκθεση Χώρας - Ελλάδα για το 2019, «οι πολύπλοκες διοικητικές δομές και διαδικασίες στην Ελλάδα, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές καθυστερήσεις και σημεία συμφόρησης, αποτελούν ενίοτε το βασικό εμπόδιο για την εφαρμογή της περιβαλλοντικής νομοθεσίας»²⁵.

Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων (ΣΔΑ)

Η οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα 2008/98 ΕΚ, καθορίζει το ισχύον πεδίο εφαρμογής και το περιεχόμενο των υποχρεώσεων σχεδιασμού της διαχείρισής τους και θέτει ρητά την απαίτηση εκπόνησης ΣΔΑ σύμφωνα με τις σχετικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Πρέπει να καλύπτουν ολόκληρη τη γεωγραφική επικράτεια

²⁵ https://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/report_el_el.pdf

των κρατών μελών, με ευθύνη των οποίων εφαρμόζονται οι αρχές των οδηγιών κατά την εφαρμογή του εθνικού τους συστήματος διαχείρισης αποβλήτων σε μόνιμη βάση. Κατά τη διαμόρφωσή τους επίσης, λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαίτερες συνθήκες κάθε περιοχής αλλά και οι απόψεις των εμπλεκόμενων στη διαδικασία φορέων (πολιτικοί, στελέχη διοίκησης, σχεδιαστές, μηχανικοί και εργολάβοι, δημόσιου και ιδιωτικοί οργανισμοί, ΜΚΟ κλπ.) που εμπλέκονται στη διαμόρφωσή τους. Η συνδρομή των ΣΔΑ θεωρείται πολύ σημαντική για την επιτυχή επιδίωξη της αειφόρου διαχείρισης των αποβλήτων σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία.

Η δημόσια διαδικασία σχεδιασμού διαχείρισης των αποβλήτων εκτελείται σε κύκλους, καθώς πρόκειται για μια συνεχή διαδικασία κατά την οποία τόσο το σχέδιο όσο και η στρατηγική αναθεωρείται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Σε ό,τι αφορά τη χώρα μας, τα ΣΔΑ που συντάσσονται από διάφορους φορείς, υποβάλλονται προς έγκριση στο Τμήμα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων του ΥΠΕΚΑ το εγκεκριμένα σχέδια όσο και για τα προγράμματα πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων, αλλά και για κάθε αναθεώρησή τους. Τα προγράμματα πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων που εκπονούνται από το ΥΠΕΚΑ κοινοποιούνται στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή και εντάσσονται στα ΣΔΑ, περιγράφουν τα υφιστάμενα μέτρα πρόληψης και προσδιορίζουν τους στόχους τους, αξιολογούνται ανά εξαετία τουλάχιστον και, αν κριθεί απαραίτητο αναθεωρούνται. Το κοινό όχι μόνο έχει τη δυνατότητα αλλά και πρέπει επιδιώκεται η συμμετοχή του στην εκπόνησή τους, όπως μπορεί και να έχει πρόσβαση σε αυτά .

Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ)

Σε εφαρμογή του άρθρου 28 της Οδηγίας 2008/98 ΕΚ καταρτίστηκε το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ 2015) με στόχο να δοθούν οι κατάλληλες στρατηγικές κατευθύνσεις, ώστε μέσω ενός συνεκτικού πλέγματος σχεδίων, προγραμμάτων, δράσεων και έργων να εφαρμόζεται η εθνική πολιτική διαχείρισης αποβλήτων και να επιτυγχάνονται οι θεσμοθετημένοι στόχοι». Αποτελεί ένα ολοκληρωμένο ΣΔΑ το οποίο καθορίζει τη στρατηγική, τις πολιτικές και τους στόχους για τη διαχείριση των αποβλήτων σε εθνικό επίπεδο, με τελικό στόχο τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων της παραγωγής και της διαχείρισής τους, την καλύτερη χρήση των πόρων και τη βελτίωση της αποδοτικότητάς τους, με τη διασφάλιση του

υψηλότερου δυνατού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος και της υγείας των ανθρώπων (ΕΣΔΑ, 2015).

Τον Αύγουστο του 2020 δόθηκε προς διαβούλευση το νέο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ 2020) εγείροντας πολλά ερωτήματα και αντιδράσεις καθώς μια σειρά ενδιαφερόμενων φορέων και περιβαλλοντικών οργανώσεων υποστηρίζουν πως η διαβούλευση για το νέο ΕΣΔΑ ήταν προσχηματική και θεωρούν πως η έγκριση του ΕΣΔΑ, χωρίς ριζικές αλλαγές, αποτελεί στρατηγικό λάθος του υπουργικού συμβουλίου, το οποίο σύντομα θα οδηγήσει σε επικίνδυνο αδιέξοδο.

Ενδεικτικά αναφέρονται τα εξής σημεία πάνω στα οποία ασκήθηκε κριτική:

- το νέο σχέδιο δράσης πατάει πάνω σε παραδοχές που ευνοούν την καύση έναντι της πρόληψης και της ανακύκλωσης
- προγραμματίζεται η κάλυψη όλης της χώρας με πανάκριβες και αναποτελεσματικές Μονάδες Επεξεργασίας Αποβλήτων (ΜΕΑ) που η εμπειρία από Ελλάδα και Ευρώπη δείχνει πως δεν μπορούν να ανακτήσουν επαρκώς ανακυκλώσιμα και είναι ικανές μόνο για να παράγουν μεγάλο υπόλειμμα για καύση
- αγνοείται μέσα στο ΕΣΔΑ η πρόληψη παραγωγής αποβλήτων, η μείωση της σπατάλης τροφίμων, η διαλογή στην πηγή, όταν όλα αυτά αποτελούν κρίσιμες προτεραιότητες της ΕΕ
- απουσιάζει η εκτίμηση του κόστους όχι μόνο από την κατασκευή των ΜΕΑ και των μονάδων καύσης, αλλά και από τη λειτουργία αυτών των εγκαταστάσεων και δεν υπάρχει ανάλυση για το κόστους που θα κληθούν να επωμιστούν οι πολίτες τα επόμενα χρόνια
- το νέο σχέδιο βασίστηκε πάνω σε θεωρητικά στοιχεία για τα απορρίμματα που διαχειρίζονται οι ΦΟΣΔΑ και τα ανακυκλώσιμα υλικά και δεν έχει γίνει ως σήμερα καμία σοβαρή μέτρηση σύστασης και καμία σοβαρή προσπάθεια να μπει ένα τέλος στο «έλλειμα αξιοπιστίας στοιχείων» που έχει επισημάνει και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή

4. Μέσα Προσωρινής Αποθήκευσης

4.1 Κατηγοριοποίηση

Η ταξινόμηση των κάδων γίνεται σε δυο βασικές κατηγορίες. Οι **συρόμενοι** κάδοι οι οποίοι σύρονται στο χώρο απόθεσης (σταθμός μεταφόρτωσης ή χώρος επεξεργασίας / διάθεσης), εκκενώνονται και οδηγούνται στην αρχική τους θέση και οι **στάσιμοι** κάδοι οι οποίοι παραμένουν στην θέση τους εκτός από μικρές μετακινήσεις κατά τη διάρκεια της συλλογής τους από το πεζοδρόμιο μέχρι το απορριματοφόρο.

Οι **συρόμενοι κάδοι** τοποθετούνται συνήθως σε περιοχές με υψηλή παραγωγή απορριμμάτων όπως βιομηχανικά πάρκα. Συχνά χρησιμοποιούνται συνδυάζοντας μια σταθερή πρέσα για τη συμπίεση των απορριμμάτων. Τα πλεονεκτήματα των συρόμενων κάδων σχετίζονται με τη μείωση του χρόνου διαχείρισης του προσωπικού συγκομιδής (ένα άτομο, οδηγός και συλλέκτης) καθώς και την μεγάλη ευελιξία ως προς τα μεγέθη και τα είδη των κάδων. Τα μειονεκτήματά τους είναι το χειρονακτικό τους γέμισμα και ο συνήθως μικρός βαθμός πλήρωσης του κάδου. Η εφαρμογή συρόμενων κάδων για ΑΣΑ στην χώρα μας δεν είναι διαδεδομένος. Σε αραιοδομημένες ή αγροτικές περιοχές η χρήση συρόμενων μεγάλων μεταλλικών κάδων (10-40 m³) σε συνδυασμό με την αραιότερη συχνότητα συλλογής μπορεί να αποτελέσει βέλτιστη λύση, λόγω του μικρότερου απαιτούμενου αριθμού κάδων και του αρχικού κόστους επένδυσης.

Οι **στάσιμοι κάδοι** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όλα τα είδη των απορριμμάτων και διακρίνονται σε κυλιόμενους και σταθερούς.

Οι **κυλιόμενοι κάδοι** είναι οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενοι κάδοι και η χρήση τους γίνεται συνδυάζοντας τη μέθοδο της μηχανικής συλλογής. Η χρήση των μικρών δοχείων και των χάρτινων σακουλών έχει περιοριστεί κυρίως για λόγους υγιεινής και οι **κυλιόμενοι κάδοι** έχουν αποδειχθεί τα τελευταία χρόνια ως μια εύλικτη και αποτελεσματική μέθοδο στον τομέα της προσωρινής αποθήκευσης. Η

τοποθέτησή τους πραγματοποιείται σε συγκεκριμένες θέσεις οι οποίες διευκολύνουν την πρόσβαση των απορριμματοφόρων οχημάτων και η αποκομιδή τους γίνεται με τη βοήθεια ειδικού μηχανισμού. Τα υλικά κατασκευής τους μπορεί να είναι επιψευδαργυρωμένος χάλυβας (γαλβανισμένη λαμαρίνα), λαμαρίνα DKP ή πλαστικό. Το μέγεθός τους είναι συνήθως 800 ή 1100 λίτρα ενώ υπάρχουν και κάδοι από 20 έως 4000 λίτρα.

Με τη χρήση κυλιόμενων κάδων έχουμε διάφορα πλεονεκτήματα όπως το ότι εξασφαλίζονται σχετικά καλές συνθήκες υγιεινής, διευκολύνεται το έργο των εργατών και μειώνεται το απαιτούμενο κόστος συλλογής.

Μειονεκτήματα μπορούν να αποτελέσουν το αρχικό κόστος επένδυσης το οποίο είναι συνήθως υψηλό, η ανάγκη ύπαρξης κατάλληλων χώρων για την τοποθέτηση των κάδων οι οποίοι πρέπει να έχουν εύκολη πρόσβαση και η απαίτηση για επιπλέον εξοπλισμό όπως το αυτοκίνητο - πλυντήριο κάδων και το σύστημα ανύψωσης κάδων στα απορριμματοφόρα.

Οι **σταθεροί κάδοι** χρησιμοποιούνται συνήθως σε αστικές περιοχές οι οποίες χαρακτηρίζονται από χαμηλή πυκνότητα δόμησης και σε δυσπρόσιτες περιοχές για τα απορριμματοφόρα οχήματα. Η αποκομιδή των κάδων γίνεται χειρονακτικά, με τα αντίστοιχα μειονεκτήματα και η μηχανική πλύση είναι ανύπαρκτη. Εκτός από τους κάδους που περιγράφονται παραπάνω στους οποίους γίνεται κυρίως απλή αποθήκευση των απορριμμάτων, υπάρχουν και πιο σύνθετες κατασκευές που πέρα από το να αποθηκεύουν τα απορρίμματα τα επεξεργάζονται κιόλας ταυτόχρονα (συμπίεση - λειοτεμαχισμός). Τέτοιες κατασκευές έχουν εφαρμογή σε περιπτώσεις όπως νοσοκομεία ξενοδοχεία και γενικώς πολυώροφα κτίρια, όπου μεγάλες ποσότητες απορριμμάτων πρέπει να αποθηκευτούν σε μικρό χρονικό διάστημα και με μεγάλη οικονομία χώρου. Η ωφέλιμη χωρητικότητα αυτού του τύπου των κάδων μπορεί να φτάσει μέχρι τα 25 m³.²⁶

Συγκεντρωτικά μπορούμε να πούμε ότι οι κάδοι μπορεί να είναι μεταλλικοί, πλαστικοί ή και συνδυασμός των δύο. Βασικά κριτήρια επιλογής των κάδων είναι: το κόστος προμήθειας και συντήρησης, η διάρκεια ζωής τους, η αντοχή τους σε

²⁶ Ανδρεαδάκης Α., Πανταζίδου Μ., Σταθόπουλος Α., Χατζημπίρος Κ., Περιβαλλοντική Τεχνολογία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα 2003.

καταπονήσεις, η προσαρμογή ή μη στο μηχανισμό ανύψωσης των απορριμματοφόρων, η αισθητική τους εμφάνιση, η ευκολία μεταφοράς τους από το σημείο όπου είναι τοποθετημένοι στο απορριμματοφόρο, η ευκολία στην απολύμανση και καθαρισμό τους, η στεγανότητά τους, η δυνατότητα ανακύκλωσή τους, η αντικραδασμική κατασκευή των τροχών τους, η ικανότητα εκκένωσης των υγρών καταλοίπων από τον πυθμένα τους και τέλος το ερμητικό κλείσιμό τους.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κάδων αναφέρονται σε διεθνή πρότυπα (DIN, ONORM, ΕΛΟΤ). Ο Ελληνικός οργανισμός τυποποίησης έχει μια σειρά προτύπων ΕΛΟΤ EN842 - 1 έως 840 - 6 για κάδους 80 - 1700 λίτρων.

4.2 Σχεδιασμός Συλλογής – Αποκομιδής

Το σύστημα συλλογής το οποίο έχει την μεγαλύτερη εφαρμογή είναι το σύστημα εκκένωσης το οποίο έχει ως απαραίτητη προϋπόθεση τη χρήση κυλιόμενων κάδων. Η αποκομιδή των κάδων πραγματοποιείται με τη βοήθεια ανυψωτικού μηχανισμού μέσω του οποίου τα απορρίμματα αδειάζονται στο απορριμματοφόρο και στη συνέχεια οι κάδοι τοποθετούνται στην αρχική τους θέση.

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 50910/2727/2003 ορίζονται η μεταφορά και η μεταφόρτωση ως εξής:

- Μεταφορά: είναι το σύνολο των εργασιών μετακίνησης των αποβλήτων από τα μέσα ή τους χώρους συλλογής στους χώρους διάθεσης, αξιοποίησης ή μεταφόρτωσης.
- Μεταφόρτωση: οι εργασίες μετακίνησης των αποβλήτων από τα μέσα ή χώρους συλλογής σε άλλα μέσα μεταφοράς με ενδεχόμενη συμπίεσή τους (στην έννοια αυτή περιλαμβάνεται κινητός ή σταθερός σταθμός μεταφόρτωσης).

Η διαδικασία της συλλογής των απορριμμάτων είναι μια από τις σημαντικότερες διεργασίες του συστήματος διαχείρισης των απορριμμάτων καθώς το κόστος του σταδίου αυτού αποτελεί το 70 με 85 % του συνολικού κόστους. Επίσης από

το στάδιο αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών στους κατοίκους.

Οι παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος συλλογής περιλαμβάνουν τα παρακάτω:

- Χωροθέτηση. Ο καθορισμός των σημείων συλλογής
- Ο καθορισμός των δρομολογίων και της συχνότητας συλλογής
- Η επιλογή του απαραίτητου μηχανολογικού εξοπλισμού και προσωπικού

Ο καθορισμός - χωροθέτηση των σημείων αποκομιδής των απορριμμάτων αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην όλη διαδικασία της διαχείρισης των απορριμμάτων και επηρεάζει άμεσα πολλές παραμέτρους αυτής. Πρώτα και κύρια το συνολικό κόστος της συλλογής, την ποιότητα και το είδος του απαιτούμενου εξοπλισμού, και τέλος την ποιότητα των υπηρεσιών που παρέχονται στους κατοίκους της κάθε περιοχής. Οι διάφορες εναλλακτικές χωροθέτησης είναι:

- Συλλογή από συγκεκριμένα προκαθορισμένα κεντρικά σημεία που βρίσκονται σε οδικές αρτηρίες.
- Συλλογή από ένα δίκτυο προκαθορισμένων σημείων σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο ή δρόμο.
- Συλλογή πόρτα - πόρτα.

Η συχνότητα συλλογής οικιακών απορριμμάτων που περιέχουν υπολείμματα τροφών και άλλα ζυμώσιμα πρέπει να είναι στο ελάχιστο μια φορά την εβδομάδα, για λόγους κυρίως υγιεινής αλλά και αισθητικής. Στη χώρα μας όπου το κλίμα είναι θερμό, η συλλογή σε αστικές περιοχές πραγματοποιείται καθημερινά ή κάθε δεύτερη ημέρα, ενώ σε αγροτικές περιοχές η συλλογή συνήθως γίνεται μια ή δύο φορές εβδομαδιαίως.

Τα μέσα προσωρινής αποθήκευσης (ΜΠΑ) θα πρέπει να τοποθετούνται λαμβάνοντας υπόψη την προστασία και τη διευκόλυνση των πολιτών καθώς και την διευκόλυνση της αποκομιδής από τα αρμόδια συνεργεία. Για το λόγο αυτό πρέπει να αποφεύγονται συγκεκριμένα σημεία όπως: διαβάσεις πεζών, γωνίες δρόμων, ράμπες για άτομα με ειδικές ανάγκες, σημεία όπου υπάρχουν σηματοδότες, στάσεις

λεωφορείων, σχολεία, πάρκα, εκκλησίες, παιδικές χαρές, αθλητικοί χώροι, εγκαταλελειμμένα σπίτια και ακάλυπτα οικόπεδα.

Οι παραπάνω περιορισμοί και απαγορεύσεις θέτονται για την επίτευξη των παρακάτω στόχων:

- Η μη παρεμπόδιση της κυκλοφορίας των οχημάτων, κυρίως των λεωφορείων και γενικότερα των μέσων μαζικής μεταφοράς.
- Επίτευξη μέγιστης ασφάλειας στο οδικό δίκτυο σε σχέση με την κυκλοφορία των πεζών.
- Επίτευξη μέγιστης ασφάλειας στο οδικό δίκτυο σε σχέση την κυκλοφορία των οχημάτων
- Προστασία της δημόσιας υγείας
- Αισθητική βελτίωση του περιβάλλοντος χώρου
- Διευκόλυνση της αποκομιδής των απορριμμάτων και των εργαζόμενων σε αυτή
- Αποφυγή δημιουργίας σημείων ανεξέλεγκτης απόρριψης απορριμμάτων και κατ' επέκταση μόλυνσης.

4.3 Μέθοδοι Συλλογής - Αποκομιδης

Για τη συλλογή κι αποκομιδή των απορριμμάτων των νοικοκυριών υπάρχουν οι εξής τρόποι:

- Συλλογή «πόρτα- πόρτα» ανά νοικοκυριό σε ατομικούς κάδους συνήθως από ένα έως και οκτώ, όσα και τα ρεύματα χωριστής συλλογής αποβλήτων (σύμμικτα, βιοαποδομήσιμα, εφημερίδες, χαρτί, γυαλί, πλαστικό φιλμ, χοντρά πλαστικά, μέταλλο).²⁷ Η αποκομιδή γίνεται από απορριμματοφόρα οχήματα με το σύστημα «πόρταπόρτα» ή από ιδιωτικές επιχειρήσεις, που αγοράζουν τα συλλεγθέντα υλικά.

²⁷ Gallardo, M. Carlos ↑, M. Peris, F.J. Colomer, (2015) Methodology to design a municipal solid waste pre-collection system. A case study, Elsevier, Waste Management

- Κεντρικό δίκτυο συλλογής κάδων, μεγάλης χωρητικότητας, σε επιλεγμένες θέσεις, καλύπτοντας τη ζήτηση όλων των νοικοκυριών. Η αποκομιδή γίνεται από απορριμματοφόρα οχήματα σε τακτά χρονικά διαστήματα.

- Συλλογή από το πεζοδρόμιο. Στην περίπτωση αυτή, οι χρήστες αποθέτουν τα απορρίμματά τους στο πεζοδρόμιο την προκαθορισμένη ώρα της αποκομιδής. Η αποκομιδή γίνεται κυρίως από τις τοπικές αρχές ή ιδιωτική εταιρεία με το σύστημα «πόρτα-πόρτα».

- Ιδία μεταφορά των απορριμμάτων από τους παραγωγούς στους χώρους τελικής απόθεσης ή Σταθμούς μεταφόρτωσης απορριμμάτων (ΣΜΑ)

- Συμβολαιακές ή αναθετούμενες υπηρεσίες, σε ιδιώτες με εντολή των δημοτικών αρχών. Ο προγραμματισμός της αποκομιδής γίνεται από την ιδιωτική επιχείρηση η οποία πληρώνεται άμεσα από τους παραγωγούς αποβλήτων – νοικοκυριά.²⁸

4.3.1 Ελλάδα

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος συλλογής των ΑΣΑ στην Ελλάδα, είναι κυρίως η συλλογή τους σε κεντρικό δίκτυο κάδων (μεταλλικών ή πλαστικών) χωρητικότητας από 120lt έως 1100lt. Η αποκομιδή τους γίνεται μηχανικά από απορριμματοφόρο όχημα, σε συχνότητα, που κανονίζει η υπηρεσία καθαριότητας του Δήμου.

Η εμπειρική τοποθέτηση των κάδων σε κάποιες θέσεις υπερिσχύει στα ελληνικά δεδομένα. Στους περισσότερους δήμους τυχαία επιλέγονται οι θέσεις των κάδων και σε περίπτωση δημιουργίας προβλημάτων μετατοπίζονταν σε νέα θέση, μέχρι να αποτελέσουν κι εκεί ανεπιθύμητο στοιχείο (κυρίως στους περιοίκους), οπότε μεταφέρονταν εκ νέου κάποια μέτρα πιο μακριά. Επί χρόνια οι κάδοι αλλάζουν θέσεις ες; Ότι βρεθεί το σημείο όπου δε θα υπάρξουν αντιδράσεις.

²⁸ Daniel Hoornweg and Perinaz Bhada-Tata, March 2012, No. 15, WHAT A WASTE A Global Review of Solid Waste Management, “The world bank”

Ένα σοβαρό πρόβλημα, με το οποίο έρχονται αντιμέτωποι οι Δήμοι λόγω κακής χωροθέτησης ανεπαρκούς αριθμού των κάδων ο κορεσμός από απόβλητα, σε χρόνο μικρότερο της επόμενης προγραμματισμένης αποκομιδής, μετατρέποντας τις γειτονιές σε σημειακές «χωματερές» με έντονα προβλήματα δυσοσμίας. Το φαινόμενο επιλύεται επιφανειακά, με αύξηση του αριθμού των κάδων, αυξάνοντας παράλληλα το χρόνο αποκομιδής καθώς και τα λειτουργικά έξοδα (ημερομίσθια, καύσιμα και συντήρηση απορριμματοφόρων οχημάτων κλπ).

Παρόλα αυτά ενθαρρυντικό είναι το γεγονός ότι υπάρχουν Δήμοι που καινοτομούν. Συγκεκριμένα στα Χανιά στα πλαίσια του καινοτόμου προγράμματος LIFE_EWAS με τίτλο «Αποδοτικές και Βιώσιμες μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων με τη χρήση εργαλείων Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνίας», η Διαδημοτική Επιχείρηση Στερεών Αποβλήτων Χανίων τοποθέτησε πιλοτικά αισθητήρες πλήρωσης, που αποσκοπεί στην ενημέρωση των υπηρεσιών καθαριότητας, στους κάδους συλλογής σύμμεικτων αποβλήτων δύο περιοχών καθώς και σε όλους τους κώδωνες ανακύκλωσης γυαλιού. Το πρόγραμμα θέτει ως στόχο τη μείωση αερίων του θερμοκηπίου και τη δημιουργία ενός βιώσιμου μοντέλου διαχείρισης απορριμμάτων. Η εγκατάσταση των αισθητήρων μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διάφορους τύπους κάδων και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για απομακρυσμένες περιοχές χωρίς σταθερό ρυθμό πλήρωσης κάδων.

4.3.2 Ευρωπαϊκή εμπειρία

Στην πόλη της Φρανκφούρτης στη Γερμανία με πληθυσμό 652.000 η συλλογή από τις κατοικίες πραγματοποιείται στο πίσω μέρος του ακαλύπτου, όπου υφίσταται, σε τρεις κάδους ανακύκλωσης. Οι υπηρεσίες καθαριότητας έχουν τα κλειδιά από όλες τις πολυκατοικίες έτσι ώστε να πραγματοποιείται το άδειασμα των κάδων. Ο διαχειριστής της πολυκατοικίας υποχρεούται να τοποθετεί τους κάδους σε σημείο προσβάσιμο.

Στο Offenbach και γενικότερα στα προάστια της Φρανκφούρτης, οι κάδοι είναι τοποθετημένοι στα πεζοδρόμια σε ειδικούς χώρους. Τα απορριμματοφόρα είναι εξοπλισμένα με βραχίονες ρομποτικής κατασκευής και έτσι ανασηκώνουν και αδειάζουν τους κάδους αυτόματα. Σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς οι

πλαστικές συσκευασίες, τα απορρίμματα που αποσυντίθενται βιολογικά και τα παλιά χαρτιά αποθηκεύονται προσωρινά στις οικίες και συλλέγονται κάθε 14 ημέρες. Οι κάδοι συλλογής γυαλιών είναι τοποθετημένοι σε διάφορα σημεία σε δημόσιους χώρους.²⁹

Στη Σουηδία οι κανονισμοί κρίνουν απαραίτητο να υπάρχουν χώροι μέσα ή δίπλα στα κτίρια για την προσωρινή αποθήκευση των απορριμμάτων. Οι χώροι αυτοί πρέπει να είναι σε συμφωνία με την ποσότητα και τη σύνθεση των απορριμμάτων καθώς και με το σύστημα διαχείρισης της συλλογής και τη συχνότητας αυτής. Οι αποθηκευτικοί χώροι, τα στόμια και οι αγωγοί πρέπει να καθαρίζονται επαρκώς και η διάταξή τους πρέπει να διευκολύνει τον καθαρισμό αυτών.

Οι διαδρομές μεταφοράς των απορριμμάτων πρέπει να διατάσσονται έτσι ώστε να έχουν κλίση, πλάτος και ύψος έτσι ώστε η μεταφορά των τρόλεϊ και άλλου εξοπλισμού να διευκολύνεται και να αποφεύγεται ο οποιοσδήποτε κίνδυνος. Επίσης μπροστά στις εισόδους πρέπει να παρέχονται τα παρακάτω: επαρκής φωτισμός, ράμπες, χώροι στάσης και επαρκείς καθαροί χώροι.

Οι χώροι αποθήκευσης πρέπει να είναι τοποθετημένοι σε σημεία έτσι ώστε κατά τη μεταφορά απορριμμάτων να αποφεύγονται χώροι όπου κυκλοφορούν άνθρωποι, ή αποθηκεύονται φαγώσιμα.

Γενικότερα ο σχεδιασμός των χώρων και των διάφορων διατάξεων πρέπει να μεριμνά ώστε τα διαφορετικού τύπου απορρίμματα να αποθηκεύονται και να συλλέγονται χωριστά.

Τέλος ο κανονισμός ορίζει ότι για τα παλιά κτίρια (προ του 1977) πρέπει να υπάρχει ένας χώρος στο εσωτερικό αυτών για την αποθήκευση των απορριμμάτων του οποία η πρόσβαση να είναι εύκολη και ασφαλής από το προσωπικό καθαριότητας. Επίσης πρέπει να γίνεται ενημέρωση στις υπηρεσίες καθαρισμού για κάθε τροποποίηση της διάταξης του κτιρίου.³⁰

Στο Τορίνο από τις 15/01/2005 στα νέα κτίρια όπως και στα παλιά στα οποία γίνονται ανακαινίσεις είναι υποχρεωτική η δημιουργία χώρων στο ισόγειο ή στο υπόγειο όπου θα τοποθετούνται αποκλειστικά κάδοι για τα ανακυκλώσιμα

²⁹ Frankfurt refuse disposal and service company - www.fes-frankfurt.de

³⁰ Swedish Legislation The Planning and Building Act. The Act on Technical Requirements for Construction Works, etc. The Environmental Code. Current wording June 1st 2004

απορρίμματα και οι οποίοι πρέπει να είναι προσβάσιμοι κατευθείαν από το δρόμο. Τέτοιοι χώροι είναι δυνατόν να κατασκευάζονται και στις αυλές των κτιρίων.



Εικόνα 9. Παράδειγμα ειδικών χώρων τοποθέτησης περιορισμένης πρόσβασης. Πηγή: Google



Εικόνα 10. Τοποθέτηση κάδων σε υπόγεια εγκατάσταση. Πηγή: Google

5. Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS) στην χωροθέτηση εγκαταστάσεων

Ένα από τα μεγαλύτερα θέματα στην εποχή μας είναι η πολυπλοκότητα των σύγχρονων προβλημάτων. Τα σημερινά προβλήματα απαιτούν συνδυασμό επιστημών για να προσεγγίσουν την επίτευξη λύσης. Αυτή η διεπιστημονικότητα και πολυεπίπεδη προσέγγιση απαιτεί σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία. Οι απαιτήσεις των αστικών στερεών αποβλήτων σε ενέργεια και ανθρώπινους πόρους αποτελούσαν πάντα αντικείμενο έρευνας των επιστημών. Η πολυπλοκότητα της αποκομιδής απορριμμάτων αποτελεί αντικείμενο ανάλυσης και σχεδίασης ενός συστήματος προσομοίωσης. Το μοντέλο αυτό υλοποιείται σε περιβάλλον ΓΣΠ.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με τα υπόλοιπα πληροφοριακά συστήματα, με το επιπλέον χαρακτηριστικό της ύπαρξης της χωρικής διάστασης». Ένας κατατοπιστικότερος ορισμός δόθηκε από την FIG (Federation Internationale des Geometres, 1983). Σύμφωνα με αυτόν: «Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι ένα εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων νομικής, διοικητικής και οικονομικής υφής και ένα όργανο για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη, το οποίο αποτελείται από τη μια, από μια Βάση Δεδομένων που περιέχει στοιχεία για μια έκταση, προσδιορισμένα στο χώρο και τα οποία σχετίζονται με τη γη, και από την άλλη, αποτελείται από διαδικασίες και τεχνικές για τη συστηματική συλλογή, ενημέρωση, επεξεργασία και διανομή των στοιχείων». Η βάση ενός ΓΣΠ είναι ένα ενιαίο σύστημα γεωγραφικής αναφοράς, το οποίο επίσης διευκολύνει τη σύνδεση των στοιχείων μεταξύ τους, καθώς και με άλλα συστήματα που περιέχουν γεωγραφικά στοιχεία.³¹

Το σύστημα GIS μοντελοποιεί το χώρο, συγκεντρώνοντας και συνδυάζοντας ένα πλήθος πληροφοριών. Για το σκοπό αυτό, αποθηκεύει δεδομένα σε ένα σύνολο από διαφορετικές θεματικές βαθμίδες (layers) και εισάγει πληροφορίες σε αυτά με τη μορφή ιδιοτήτων (attributes). Οι θεματικές αυτές βαθμίδες συνδέονται μεταξύ τους

³¹ Μανιάτης, Γ. (1996), Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Θεσσαλονίκη: Ζήτη

μέσω γεωγραφικών συντεταγμένων, σε δύο ή ακόμα και σε τρεις διαστάσεις. Η βασική αρχιτεκτονική ενός ΓΣΠ περιλαμβάνει ένα γραφικό περιβάλλον (GUI), τα εργαλεία του συστήματος και το λογισμικό διαχείρισης. Με τη χρήση του γραφικού περιβάλλοντος, πραγματοποιείται η αλληλεπίδραση με το χρήστη και παρέχεται πρόσβαση στα εργαλεία, ενώ το λογισμικό διαχείρισης δεδομένων αποθηκεύει τα δεδομένα σε αρχεία ή βάσεις δεδομένων.

Ο χώρος και η θέση στον χώρο έπαιζαν πάντα σημαντικό ρόλο στις αποφάσεις και τις δραστηριότητες. Η μεταβλητή αυτή και η συσχέτιση της με προβλήματα χωροθετικής κατανομής ήταν η πηγή της εμφάνισης ενός μεγάλου αριθμού αποτελεσματικών μεθόδων και διαδικασιών επίλυσης χωροθετικών προβλημάτων.

Ο ρόλος που διαδραμάτιζε ο χώρος στην οργάνωση των δραστηριοτήτων και την ανάπτυξη ήταν πάντα σημαντικός. Ήταν σημαντικός, τόσο στην ανάδυση και ανάπτυξη των παραγωγικών δραστηριοτήτων, όσο και στην ανάπτυξη των οικισμών. Πράγματι, ήταν σημαντικός στην ανάδυση και κατανομή των εν γένει ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και εγκαταστάσεων αλλά και στη συγκρότησή τους σε ευρύτερα δίκτυα ή συστήματα.

Ως χωρικά προβλήματα κατανομής πόρων, χαρακτηρίζονται τα προβλήματα χωροθέτησης τα οποία σχετίζονται με την εξυπηρέτηση των σημείων ζήτησης (demand centers) από μία ή περισσότερες μονάδες εξυπηρέτησης (facilities). Τα σημεία ζήτησης αντιστοιχούν σε χωρικά κατανεμημένες ομάδες ζήτησης που αποτελούν τους πελάτες (customers).

Τέσσερις είναι οι παράμετροι, που χαρακτηρίζουν τα προβλήματα χωροθέτησης:

α. οι μονάδες εξυπηρέτησης (facilities), που ως επί το πλείστον, αποτελούν ζητούμενο σημείο χωροθέτησης

β. οι «πελάτες» (customers), κατανεμημένοι στο χώρο, που χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες παραμέτρους

γ. τα σημεία ζήτησης, (demand points), τα οποία συνθέτονται από ένα σύνολο πελατών, που είναι κατανεμημένο ανά χωρική μονάδα

δ. ο «χώρος» (space), στον οποίο είναι εγκατεστημένες ή τίθενται προς εγκατάσταση οι ανωτέρω παράμετροι

ε. μια «μετρική» (metric) (Σκούτα Μ., 2013), χρόνος ή απόσταση πάνω στην οποία βασίζεται η ανάλυση της εξυπηρέτησης μεταξύ των σημείων ζήτησης και τις εγκαταστάσεις.

Στο τομέα της διαχείρισης απορριμμάτων, τα ΓΣΠ μπορούν να συμβάλλουν τόσο στην χωροθέτηση εγκαταστάσεων απορριμμάτων όσο και στον εντοπισμό βέλτιστων σημείων χωροθέτησης κάδων αποκομιδής αλλά και στον σχεδιασμό βέλτιστων διαδρομών αποκομιδής. Πιο συγκεκριμένα, ένα ΓΣΠ προσφέρει τη δυνατότητα καταγραφής χωρικής πληροφορίας που επηρεάζει την παραγωγή αποβλήτων (π.χ. πληθυσμιακή πυκνότητα, είδος δραστηριοτήτων) ενώ παράλληλα μέσω των εργαλείων που διαθέτει, μπορεί να συμβάλει στην αξιοποίηση και ανάλυση της χωρικής πληροφορίας και να οδηγήσει στην διατύπωση λύσεων σε πιθανά προβλήματα που παρατηρούνται. Τα οφέλη από τη χρήση των ΓΣΠ στη διαχείριση των ΑΣΑ είναι ποικίλα και σχετίζονται κυρίως με το περιορισμό των επιπτώσεων στο φυσικό περιβάλλον (π.χ ο σχεδιασμός της ελάχιστης δυνατής διαδρομής των απορριμματοφόρων θα επιφέρει μείωση των εκπομπών καυσαερίων), στο ανθρωπογενές περιβάλλον (π.χ. ελαχιστοποίηση αντιδράσεων για τοποθέτηση κάδων), στη μείωση των δαπανών (π.χ. μικρότερη χρονικά διαδρομή συνεπάγεται οικονομία καυσίμου) και τέλος στην αποτελεσματικότερη λειτουργία του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων.

ΜΟΝΤΕΛΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΕΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ

Στη γενική τους μορφή τα προβλήματα χωροθέτησης κατανομής ορίζονται ως εξής: με δεδομένο ένα χωρικό σύστημα ζήτησης, να χωροθετηθούν κέντρα παροχής υπηρεσιών (προσφορά) και να περιφερειοποιηθεί ο χώρος (ζήτηση) ως προς αυτά τα κέντρα, κατά τον "καλύτερο δυνατό τρόπο". Όπου ο «καλύτερος δυνατός τρόπος» επιτυγχάνεται μέσω της βελτιστοποίησης κάποιας αντικειμενικής συνάρτησης, όπου μεγιστοποιείται το όφελος ή ελαχιστοποιείται η απώλεια από την χρησιμοποίηση των εν λόγω κέντρων εξυπηρέτησης.³²

³² Φώτης, Γ. (2010). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Αθήνα: Γκοβόστη

Μοντέλο P-διάμεσος (P-Median)

Το μοντέλο P-Διάμεσος προτάθηκε από τον Hakimi (1965). Το συγκεκριμένο μοντέλο χωροθέτησης επιλύει την ελαχιστοποίηση της συνολικά διανυόμενης απόστασης των μονάδων ζήτησης προς P- κέντρα παροχής υπηρεσιών. Το πρόβλημα του P-Διαμέσου μπορεί να διατυπωθεί ως εξής: Σε δοσμένο δίκτυο n κόμβων ζητείται η τοποθέτηση p κέντρων εξυπηρέτησης και η κατανομή των υπολοίπων $n-p$ στα κέντρα αυτά, ώστε η συνολική απόσταση μετακίνησης των πληθυσμών των κόμβων προς τα πλησιέστερα προς αυτούς κέντρα, να είναι η ελάχιστη δυνατή. Μιας και τα κέντρα δεν διακρίνονται ως προς το μέγεθος τους ή την ειδικότητα τους, υποθέτουμε ότι ο κάθε χρήστης θα πάει στο πλησιέστερο κέντρο.

Μοντέλο p-κέντρα (p-centers)

Το μοντέλο αυτό δεν έχει σαν στόχο την ελαχιστοποίηση κάποιου συνολικού κόστους (χρήμα, απόσταση, χρόνος) αλλά την ελαχιστοποίηση των μέγιστων αποστάσεων ή την μεγιστοποίηση των ελάχιστων αποστάσεων, που πρέπει να καλυφθούν από τους χρήστες. Στη περίπτωση που επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση των μέγιστων αποστάσεων, το κριτήριο ονομάζεται *min max*, ενώ στην περίπτωση που ο αντικειμενικός στόχος είναι η μεγιστοποίηση των ελάχιστων αποστάσεων των κέντρων από τους χρήστες, το κριτήριο ονομάζεται *maxi,min*. Αναλυτικότερα το μοντέλο αυτό επιλύει την ελαχιστοποίηση ή μεγιστοποίηση της απόστασης, που διανύει η περισσότερο απομακρυσμένη μονάδα ζήτησης προς το πλησιέστερο από τα P- κέντρα παροχής υπηρεσιών. Το μοντέλο P-Κέντρα εστιάζει στην αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών για τις οποίες μας ενδιαφέρει η βελτιστοποίηση της συμπεριφοράς του συστήματος σε ακραίες συνθήκες.

Μοντέλο Σύνολο-Κάλυψη (Set-Covering)

Το μοντέλο αυτό δημιουργεί για όλα τα σημεία ζήτησης ένα σύνολο από κέντρα παροχής, που είναι χωροθετημένα μέσα σ' ένα όριο απόστασης/χρόνου από κάθε σημείο ζήτησης έτσι, ώστε να τα καλύπτουν όλα. Δηλαδή ενώ στο πρόβλημα P-διάμεσος οι ευκαιρίες για προσιτότητα κάθε χρήστη του συστήματος μεγιστοποιείται με βάση οικονομικούς περιορισμούς, το αντίθετο συμβαίνει στο μοντέλο σύνολο-κάλυψη, όπου το οικονομικό κόστος ελαχιστοποιείται με βάση περιορισμούς προσιτότητας. Το πρόβλημα μπορεί να διατυπωθεί ως εξής: να βρεθεί ο ελάχιστος

αριθμός κέντρων παροχής υπηρεσιών και οι θέσεις τους στο χώρο έτσι , ώστε για κάθε σημείο ζήτησης να υπάρχει ένα κέντρο μέσα σε απόσταση t μονάδων απόστασης ή χρόνου. Το μοντέλο Σύνολο Κάλυψης δίνει έμφαση στο ερώτημα για το βέλτιστο αριθμό κέντρων παροχής υπηρεσιών και έμμεσα για τις περιοχές εξυπηρέτησης και επιλύει την ελαχιστοποίηση των μονάδων εξυπηρέτησης, των οποίων το πλησιέστερο κέντρο απέχει λιγότερο από μια δεδομένη κρίσιμη απόσταση, για κάθε σημείο ζήτησης. Το μοντέλο Σύνολο Κάλυψης ευρίσκει τις καλύτερες λύσεις για το σύνολο του συστήματος. Το μοντέλο σύνολο κάλυψης αγνοεί τον πληθυσμό και βρίσκει τον ελάχιστο αριθμό κέντρων, που είναι αναγκαία για να καλύψουν τη ζήτηση εντός ενός ορισμένου ορίου απόστασης-χρόνου.

Μοντέλο Μέγιστης-Κάλυψης (Maximal-Covering)

Το μοντέλο αυτό μπορεί να εκφραστεί ως εξής: να χωροθετηθούν p -κέντρα προσφοράς υπηρεσιών σε θέσεις ενός δικτύου έτσι, ώστε το μέγιστο μέρος (όχι πια το σύνολο) του πληθυσμού να βρίσκεται μέσα σε ένα ορισμένο όριο απόστασης/ χρόνου. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα του μοντέλου μέγιστης κάλυψης είναι ότι μπορεί να δείξει το μέγιστο όριο κάλυψης της ζήτησης , όπου αναμένεται από ένα αριθμό κέντρων μικρότερο από τον αναγκαίο για την κάλυψη όλης της ζήτησης. Το μοντέλο της Μέγιστης Κάλυψης, γενικά, εστιάζει σε καταστάσεις όπου η αληθινή ζήτηση φθίνει εξαιρετικά μετά από κάποια κρίσιμη απόσταση. Το μοντέλο αυτό επιλύει την μεγιστοποίηση των μονάδων εξυπηρέτησης, των οποίων το πλησιέστερο κέντρο απέχει λιγότερο από μια δεδομένη κρίσιμη απόσταση, για κάθε σημείο ζήτησης.

6. Περιοχή μελέτης

Στο παρόν κεφάλαιο, για την περιγραφή της περιοχής μελέτης και της υφιστάμενης κατάστασης σε αυτή, χρησιμοποιούνται στοιχεία από την απογραφή του 2011 που παραχωρήθηκαν από την ΕΛ.ΣΤΑΤ., και αφορούν τον μόνιμο πληθυσμό ανά οικοδομικό τετράγωνο καθώς και τα χαρτογραφικά υπόβαθρα των οικοδομικών τετραγώνων και του οδικού δικτύου του Δήμου Βύρωνα.

Σε ότι αφορά τα στοιχεία για τα μέσα προσωρινής αποθήκευσης των ΑΣΑ, αυτά συλλέχθηκαν ύστερα από επιτόπια έρευνα και αναλύονται περαιτέρω στο επόμενο κεφάλαιο.

Επίσης πληροφορίες για την υπάρχουσα κατάσταση, τις ετήσιες ποσότητες των αποβλήτων και τις προσφερόμενες υπηρεσίες δόθηκαν από την Υπηρεσία Καθαριότητας και τον Αντιδήμαρχο καθαριότητας του Δήμου, ενώ μέρος της πληροφορίας προήλθε και από το Τεχνικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Αποβλήτων (ΤΣΑΔΑ) του Δήμου Βύρωνα. Επίσης από την διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών δόθηκε το προς οριστικοποίηση Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου.

Σημειώνεται ότι στα πλαίσια της παρούσας εργασίας ως περιοχή μελέτης ορίστηκε το αμιγώς οικιστικό κομμάτι του Δήμου Βύρωνα.

6.1 Γενικά στοιχεία

Ο Δήμος Βύρωνα ανήκει στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών της Αττικής. Συνορεύει με τον Δήμο Καισαριανής στα βόρεια, τον Δήμο Αθηναίων και τον Δήμο Δάφνης-Υμηττού στα δυτικά και νοτιοδυτικά αντίστοιχα, τον Δήμο Ηλιούπολης στα νότια, ενώ στα ανατολικά βρίσκεται ο Υμηττός και δασική του έκταση και νοτιοανατολικά η περιοχή του Καρέα. Πήρε την ονομασία του από τον Λόρδο Βύρωνα. Αρχικά στην περιοχή βρίσκονταν βοσκοτόπια και χωράφια Αθηναίων, τα οποία άρχισαν να

απαλλοτριώνονται και να ρυμοτομούνται στις δεκαετίες του 1920 και του 1930 για την αποκατάσταση των προσφύγων από τη Μικρά Ασία.

Ο Δήμος Βύρωνα έχει έκταση 9,204 τ.χλμ. και πληθυσμό 61.308 μόνιμους κάτοικους, σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ του 2011. Το μεγαλύτερο ποσοστό του Δήμου είναι χαρακτηρισμένο ως δασικές εκτάσεις (57,36%) με τις οικιστικές χρήσεις να καλύπτουν το 30,7% (4,04% βοσκοτόπια, 7,9% άλλες εκτάσεις). Ο Δήμος Βύρωνα μπορεί να θεωρηθεί αρκετά πυκνοκατοικημένος, με 6.661,02 κάτοικοι/τ. χλμ., συγκριτικά με τον εθνικό μέσο όρο (83,1 κάτοικοι/τ. χλμ), αλλά συγκριτικά με τον μέσο όρο των δήμων της Αττικής (13.787,98 κάτοικοι/τ. χλμ), ο εν λόγω δείκτης χαρακτηρίζεται από τους χαμηλούς.^{33 34}

Περιοχή	Μόνιμος πληθυσμός (κάτοικοι)			Μεταβολή (%)		
	1991	2001	2011	1991-2001	2001-2011	1991-2011
Ελλάδα	10.223.392	10.934.097	10.815.197	7,0	-1,1	5,8
Περιφέρεια Αττικής	3.594.817	3.894.573	3.827.624	8,3	-1,7	6,5
Δήμος Βύρωνα	58.523	64.661	61.308	10,5	-5,2	4,8

Πίνακας 2. Πληθυσμικά στοιχεία Δήμου Βύρωνα. Πηγή: ΤΣΑΔΑ Δήμου Βύρωνα

Η πόλη του Βύρωνα δεν έχει σε όλα τα σημεία της χαρακτήρα αμιγούς κατοικίας και ως εκ τούτου δεν υπάρχει ομοιόμορφη ανάπτυξη των κτιρίων (υπάρχουν πολυκατοικίες δίπλα σε μονοκατοικίες με αποτέλεσμα τη ανορθολογική ανάπτυξη του δικτύου των κάδων απορριμμάτων 1.100 lt). Σε πολλές περιοχές συγκεντρώνονται χρήσεις εμπορίου και αναψυχής, διοικητικές λειτουργίες αλλά και ειδικές χρήσεις. Οι ευρύτερες οικιστικές ενότητες που διαρθρώνονται ή αλλιώς γειτονιές είναι αυτή του Καρέα, της Ανάληψης, του Κοπανά, της Μεταμόρφωσης, της Αύρας, της Νέας Ελβετίας και το Κέντρο του Δήμου. Οι ζώνες εμπορίου κι εξυπηρέτησεων εκτείνονται καταρχήν παρόδια στους βασικούς οδικούς άξονες

³³ «Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Βύρωνα 2012-2014», www.dimosbyrona.gr

³⁴ «Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Απορριμμάτων του Δήμου Βύρωνα», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Νοέμβριος 2015

(Φορμίωνος, Κύπρου, Νέας Ελβετίας κ.α.), ενώ το εμπορικό κέντρο της πόλης είναι ένα και μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι συγκεντρώνεται στην γειτονιά του κέντρου.

Κρίσιμο στοιχείο για το περιβάλλον του Βύρωνα αποτελεί το τμήμα του Υμηττού που βρίσκεται εντός των διοικητικών ορίων του Δήμου. Το τμήμα του Υμηττού στο Βύρωνα ανήκει στη Β' Ζώνη προστασίας Υμηττού βάσει του ΠΔ 544/1978. Ειδικότερα, η δασική έκταση του Υμηττού βρίσκεται σε καθεστώς προστασίας με το διάταγμα «Περί καθορισμού ζωνών ρυθμίσεως και προστασίας της περιοχής του όρους Υμηττού (β' ζώνη)», ΦΕΚ 544Δ/1978, το οποίο αντικαταστάθηκε με το ΦΕΚ 187Δ/ 16.06.2011 «Καθορισμός μέτρων προστασίας της περιοχής του όρους Υμηττού και των μητροπολιτικών πάρκων Γουδή - Ιλισίων». Ο Υμηττός αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα οικοσυστήματα και χώρους πράσινου της Αττικής. Το μεγαλύτερο μέρος του είναι ενταγμένο στο δίκτυο προστατευόμενων περιοχών του προγράμματος NATURA 2000, με κωδικό GR3000006 (Υμηττός - Αισθητικό Δάσος Καισαριανής - Λίμνη Βουλιαγμένης).

Πρόκειται λοιπόν για ένα Δήμο πυκνοδομημένο, με ψηλά κτίρια και έλλειψη χώρων στάθμευσης και πρασίνου σε ότι αφορά το οικιστικό τμήμα του. Παρότι υπάρχουν αρκετές εκτάσεις πρασίνου εντός του Δήμου, στο οικιστικό τμήμα του παρατηρείται έλλειψη πρασίνου καθώς σημειώνεται μικρός αριθμός πάρκων. Το γεγονός αυτό οφείλεται στους υψηλούς συντελεστές δόμησης και υψών κτιρίων για την κάλυψη των αναγκών στέγασης. Σημαντικός χώρος πρασίνου εντός του αστικού ιστού του Δήμου αποτελεί το πάρκο της Ανάληψης που αποτελεί πρότυπο πάρκο αναψυχής με δύο νηπιακές χαρές για παιδιά νηπιακής, προσχολικής και βρεφικής ηλικίας, το οποίο ταυτόχρονα αποτελεί και χώρο πρασίνου καθώς στην από τη συνολική του έκταση 8 στρεμμάτων, τα πέντε είναι καλυμμένα με γκαζόν και είναι κατάφυτο.

6.2 Παραγόμενες ποσότητες και σύνθεση σύμμεικτων και ανακυκλώσιμων ΑΣΑ

Σε ότι αφορά τις συλλεγόμενες ποσότητες σύμμεικτων και μη απορριμμάτων στο Δήμο Βύρωνα λαμβάνονται υπόψη τα στοιχεία που προέρχονται από τα ζυγολόγια στις εγκαταστάσεις διαχείρισης των απορριμμάτων (στοιχεία ΕΣΔΝΑ από

ΧΥΤΑ Φυλής), όπως αυτά τηρούνται στα αρχεία του Τμήματος Καθαριότητας για τα έτη 2016-2018, καθώς και από το Τοπικό Σχέδιο Διαχείρισης Απορριμμάτων του Δήμου Βύρωνα για τα έτη 2010-2014, και παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα.



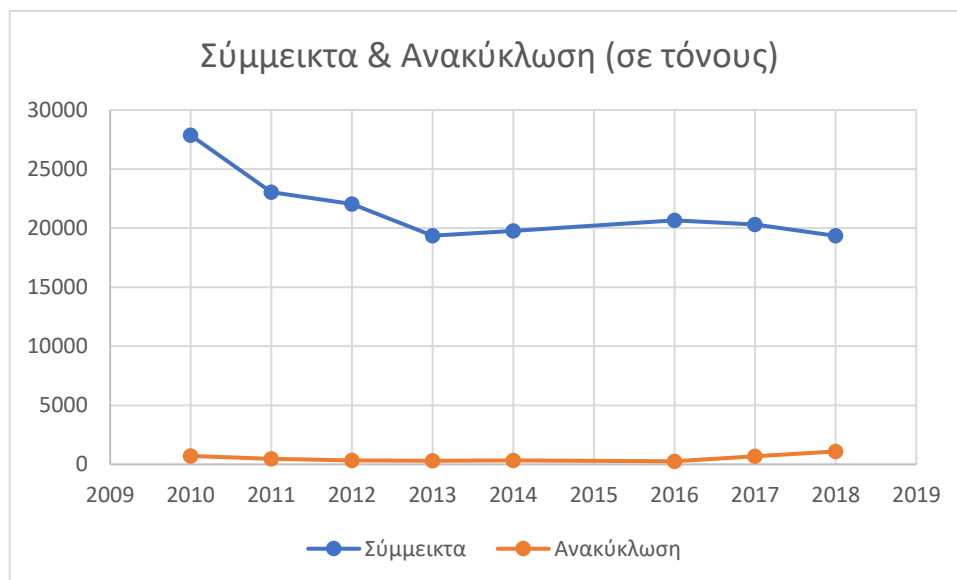
Διάγραμμα 1. Σύνολο (ταφή και ανακύκλωση) Δήμου Βύρωνα για τα έτη 2010-2014 και 2016-2018. Πηγή: ΤΣΑΔΑ και Διεύθυνση Καθαριότητας Δήμου Βύρωνα

Η συνολική παραγόμενη ποσότητα στο Δήμο παρουσίασε μια αρκετά μεγάλη μείωση που υπολογίζεται σε 30% κατά τα έτη 2011-2013, η οποία εκτιμάται ότι οφειλόταν εν μέρει και στην οικονομική κρίση³⁵. Αντίστοιχα φθίνουσα πορεία για τα προαναφερθέντα έτη παρατηρείται και για τις συνολικές ποσότητες των ανακυκλώσιμων. Έκτοτε παρατηρείται μια σχεδόν σταθερή πορεία με μικρές αυξομειώσεις σε ότι αφορά τον όγκο των απορριμμάτων αθροιστικά.

Παρόλα αυτά αξιοσημείωτη είναι η παρατηρούμενη αύξηση των ανακυκλώσιμων κατά τα έτη 2017 και 2018, το οποίο οφείλεται και σε προγράμματα που εφαρμόζει ο Δήμος με σκοπό την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και ενεργοποίηση των πολιτών. Ενδεικτικά αναφέρεται πρωτάθλημα ανακύκλωσης με τη συμμετοχή των σχολείων της περιοχής με κεντρικό σύνθημα «Συμμετέχω, Προστατεύω, Ανακυκλώνω». Ο διαγωνισμός ξεκινάει με την έναρξη της σχολικής

³⁵ «Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Απορριμμάτων του Δήμου Βύρωνα», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Νοέμβριος 2015

χρονιας και ολοκληρώνεται με το τέλος της. Στο διαγωνισμό λαμβάνουν μέρος όλες οι εκπαιδευτικές βαθμίδες (Δημοτικά, Γυμνάσια και Λύκεια) του Δήμου. Σκοπός αυτής της δράσης είναι η υιοθέτηση φιλικής στάσης απέναντι στο περιβάλλον (ανάπτυξη οικολογικής συνείδησης) στους μαθητές, τους αυριανούς πολίτες αυτής της πόλης.



Διάγραμμα 2. Σύνμεικτα και Ανακύκλωση Δήμου Βύρωνα για τα έτη 2010-2014 και 2016-2018. Πηγή: ΤΣΑΔΑ και Διεύθυνση Καθαριότητας Δήμου Βύρωνα

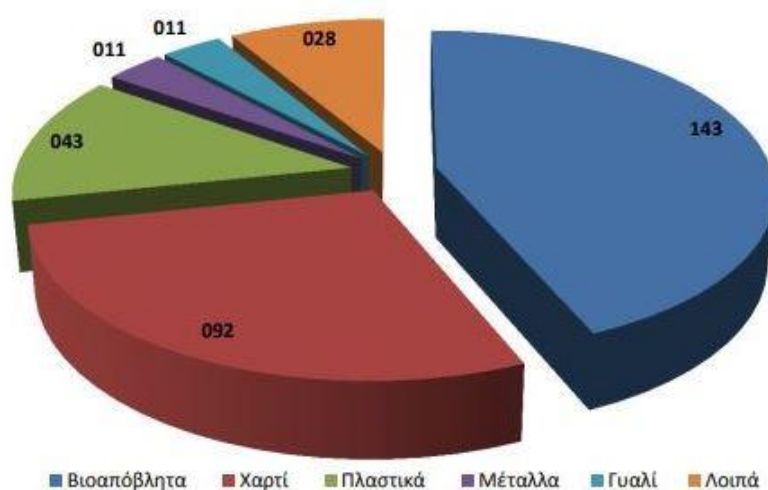
Για τον προσδιορισμό της σύνθεσης των ΑΣΑ απαιτείται διαχρονική παρακολούθηση και δειγματοληψίες ευρείας κλίμακας στη περιοχή μελέτης, γεγονός που δεν υφίσταται στη περίπτωση του Δήμου Βύρωνα, όπως και για τους περισσότερους Δήμους της χώρας.

Ο Πίνακας και το Διάγραμμα που ακολουθούν παρουσιάζουν τις εκτιμήσεις για την ποσοστιαία και την ποσοτική σύνθεση των ΑΣΑ στο Δήμο Βύρωνα με βάση τα στοιχεία που δημοσίευσε ο Ειδικός Διαβαθμιδικός Σύνδεσμος Νομού Αττικής (ΕΔΣΝΑ) όπως αυτά αποτυπώνονται στη 2η αναθεώρηση του ΠΕΣΔΑ (2015). Τα βιοαπόβλητα και τα ξηρά ανακυκλώσιμα αποτελούν το 91,4% των παραγόμενων αποβλήτων (43,6% και 47,8% αντίστοιχα). Σημειώνεται ωστόσο, ότι περίπου τα 2/3 της ποσότητας του χαρτιού είναι ανακυκλώσιμο χαρτί/χαρτόνι (έντυπο, γραφείου, συσκευασίας) ενώ το υπόλοιπο 1/3 αποτελεί χαρτί διαφόρων άλλων χρήσεων (κουζίνας, τουαλέτας κλπ.), το οποίο δεν ανακυκλώνεται, μέρος του όμως θα μπορούσε να συλλεχθεί μαζί με τα βιοαπόβλητα σε κατάλληλο πρόγραμμα χωριστής συλλογής

τους και εφόσον αυτά επεξεργάζονται σε κατάλληλη κλειστή μονάδα κομποστοποίησης.

ΥΛΙΚΑ	Ποσοστό (%) ΠΕΣΔΑ Αττικής 2015	Ποσοστό (%) ΕΣΔΑ 2014	Ποσότητα (τόνοι/έτος)
Βιοαπόβλητα	43,6%	44,3%	8.754,99
Χαρτί/χαρτόνι	28,1%	22,2%	5.642,55
Πλαστικά	13,0%	13,9%	2.610,43
Μέταλλα	3,3%	3,9%	662,65
Γυαλί	3,4%	4,3%	682,73
Λοιπά	8,6%	11,4%	1.726,90
Σύνολο	100,0%	100,00%	20.080,25

Πίνακας 3. Εκτίμηση ποσοστιαίας και ποσοτικής σύνθεσης ΑΣΑ για τον Δήμο Βόρωνα. Πηγή ΤΣΑΔΑ Δήμου Βόρωνα



Διάγραμμα 3. Εκτίμηση παραγόμενων αποβλήτων ανά υλικό (kg/κάτοικο/έτος). Πηγή ΤΣΑΔΑ Δήμου Βόρωνα

6.3 Υφιστάμενη κατάσταση Διαχείρισης ΑΣΑ

Η συλλογή των οικιακών απορριμμάτων γίνεται με το σύστημα της μηχανικής αποκομιδής από τροχήλατους κάδους. Οι κάδοι είναι τοποθετημένοι σε επιλεγμένα σημεία σε όλη την έκταση του Δήμου. Αναφορικά με τη προσωρινή αποθήκευση, στο

Δήμο που είναι εγκατεστημένοι, το ΤΣΑΔΑ του Δήμου κάνει μία εκτίμηση για περίπου 1400 κάδους (1100 lt) και καδάκια (360lt) για τη συλλογή των συμμεικτων απορριμμάτων. Όπως προέκυψε από την επιτόπια έρευνα, τα αποτελέσματα της οποίας θα παρουσιαστούν σε επόμενο κεφάλαιο, το νούμερο αυτό υπολείπεται του πραγματικού. Για τα δρομολόγια για την αποκομιδή των συμμεικτων ο Δήμος χωρίζεται σε εννέα τομείς: Κέντρο, Ανάληψη, Γούβες, Φρυγία, Νέα Ελβετία - Αγορά, Ζωοδόχος Πηγή, Μεταμόρφωση, Θράκη και Καρέας. Οι τομείς, εκτός του Καρέα, παρουσιάζονται στον επόμενο χάρτη από Απριλίου 1997, όπως μου δόθηκε από την Υπηρεσία Καθαριότητας του Δήμου. Στον ίδιο χάρτη παρουσιάζονται στοιχεία για τον αριθμό των κάδων ανά οδό τα οποία επίσης είναι ανακριβή σε σχέση με τη τωρινή κατάσταση. Δρομολόγια πραγματοποιούνται καθημερινά και σε επιλεγμένα σημεία κατά τα Σαββατοκύριακα.



Εικόνα 11. Τομείς καθαριότητας Δήμου Βύρωνα. Πηγή: Υπηρεσία Καθαριότητας Δήμου Βύρωνα

Ο Δήμος Βύρωνα δεν συνεργάζεται με κάποιο εγκεκριμένο από το ΥΠΑΠΕΝ σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης , ειδικότερα αυτό των αποβλήτων συσκευασίας (την ΕΕΑΑ Α.Ε) λόγω της διαφοροποίησης της κύριας μεθοδολογίας του Συστήματος («μπλε κάδος» για όλα τα ξηρά ανακυκλώσιμα μαζί) από το στόχο του Δήμου για συλλογή σε διακριτά, καθαρά ρεύματα. Το πρόγραμμα ξεκίνησε το 2008 με 45 στάσεις ανακύκλωσης, οι οποίες στην πορεία αυξήθηκαν. Τα υλικά συλλέγονται ως εξής: κάθε Δευτέρα, Τετάρτη και Παρασκευή μαζεύεται χαρτί, κάθε Τρίτη και Σάββατο πλαστικό, και κάθε Πέμπτη αλουμίνιο. Στα σημεία ανακύκλωσης είναι εγκατεστημένοι κάδοι οι οποίοι αναπτύσσονται σε συστάδες των τριών για τη συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών. Στο «Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Απορριμμάτων» του Δήμου Βύρωνα αναφέρονται 103 σημεία ανακύκλωσης που αφορούν 309 κάδους διαλογής για χαρτί, πλαστικό και αλουμίνιο. Όπως στην περίπτωση των κάδων συλλογής σύμμεικτων απορριμμάτων έτσι και εδώ , τα νούμερα αυτά παρουσιάζουν διαφορές σε σχέση με τα υφιστάμενα.

Σε ότι αφορά τα ογκώδη αντικείμενα (μπάζα), η αποκομιδή τους γίνεται βάσει των αναφορών των εμποτών καθαριότητας του Δήμου και δεν έχει σταθερό πρόγραμμα, ούτε σταθερά σημεία προσωρινής αποθήκευσης τους.

Σημειώνεται ότι στην έκταση του Δήμου είναι εγκατεστημένοι 32 υπογειοποιημένοι κάδοι Molok, οι οποίοι όμως παρότι γεμάτοι παραμένουν σφραγισμένοι από το 2011. Οι λόγοι οι οποίοι οδήγησαν στην σφράγιση τους οφείλονται στο γεγονός ότι δεν υπήρξε άρτια μελέτη κατά την εγκατάστασή τους με αποτέλεσμα την μη σωστή χωροθέτησή τους πλησίον του δικτύου ομβρίων και την μη ύπαρξη αποστραγγιστικής εγκατάστασης στο κάτω μέρος τους. Οι συγκεκριμένοι κάδοι χρίζουν άμεσης απομάκρυνσης, βάση προσεκτικής μελέτης, καθώς αποτελούν υγειονομική βόμβα για τις ευρύτερες γειτονίες στις οποίες έχουν τοποθετηθεί.

Σημειώνεται επιπλέον ότι στα οκτώ σημεία ανακύκλωσης γυαλιού του Δήμου οι συγκεκριμένοι κάδοι τύπου «καμπάνα» (κώδωνες) παραμένουν επίσης σφραγισμένοι και γεμάτοι λόγω προβλημάτων του τεχνικού εξοπλισμού για την αποκομιδή τους και την μη αντικατάσταση αυτού, καθώς για την αποκομιδή του γυαλιού απαιτούνται ειδικά ανυψωτικά μηχανήματα όπως και ειδική καρότσα υποδοχής ανθεκτική στο συγκεκριμένο υλικό.

Η Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Ποιότητας Ζωής και ειδικότερα το Τμήμα Καθαριότητας του Δήμου Βύρωνα διαθέτει 89 άτομα προσωπικό που εμπλέκεται με τη διαχείριση των απορριμμάτων, εκ των οποίων οι 6 ασχολούνται με τη διαχείριση των ανακυκλώσιμων υλικών.

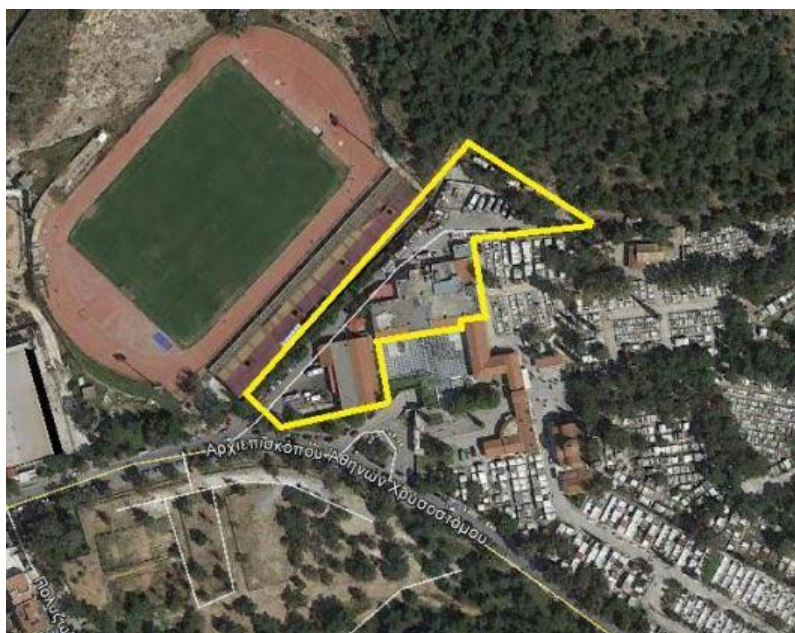
Επιπλέον, ο Δήμος διαθέτει για τη συλλογή και μεταφορά των απορριμμάτων ένα βασικό υλικοτεχνικό εξοπλισμό που απαριθμεί σε 24 οχήματα για τη συλλογή και μεταφορά των ΑΣΑ, εκ των οποίων, 11 απορριμματοφόρα για τη συλλογή των σύμμεικτων εκ των οποίων ένα για την αποκομιδή ανακυκλώσιμων, 5 φορτηγά, 3 τράκτορες και ρυμουλκόμενα, 2 οχήματα για την πύση των κάδων, 3 μηχανικά σάρωθρα καθώς και 2 φορτωτές. Το 2015 απαριθμούσε στο σύνολο 35 οχήματα αλλά αρκετά από αυτά κρίθηκαν ακατάλληλα και αποσύρθηκαν λόγω παλαιότητας.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των παραγόμενων ΑΣΑ του Δήμου Βύρωνα καταλήγει σε διάθεση σε ΧΥΤΑ χωρίς προεπεξεργασία ή/και ανάκτηση υλικών. Εξαιρουμένων των ανακυκλώσιμων αποβλήτων στο υπόλοιπο κλάσμα μεταφέρεται στις εγκαταστάσεις του ΕΔΣΝΑ, στο ΧΥΤΑ Φυλής.

Στην Α Ζώνη προστασίας του Υμηττού λειτουργεί από το έτος 1990 Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμάτων (Σ.Μ.Α.) για τη μεταφόρτωση των απορριμμάτων του Δήμου στον ΧΥΤΑ Λιοσίων.. Ο Σ.Μ.Α. Βύρωνα βρίσκεται μέσα στο δάσος, σε περιοχή χαρακτηρισμένη ως NATURA, πάνω από την περιοχή του «Κουταλά», λειτουργεί χωρίς αδειοδότηση και είναι χωρητικότητας έως 2000 τόνων. Με την μελέτη τροποποίησης του ΓΠΣ, προτείνεται να διερευνηθεί η δυνατότητα σημειακής χωροθέτησης ΣΜΑ (ειδική χρήση 28 του Π.Δ. 59/18) στην θέση που υφίσταται σήμερα ή σε άλλη θέση, εντός των διοικητικών ορίων του Δήμου.

Οι εγκαταστάσεις του Τμήματος Καθαριότητας του Δήμου Βύρωνα βρίσκονται στην οδό Αρχιεπισκόπου Αθ. Χρυσοστόμου 17 και αποτελούνται από κτίρια (γραφεία προσωπικού, μηχανουργείο-σιδεράδικο, ηλεκτρολογείο, κεντρική αποθήκη και αποθήκες των μηχανικών και των υδραυλικών, αποθήκες χρωμάτων και του πλαστικού εξοπλισμού, τουαλέτες και αποδυτήρια), δεξαμενή πετρελαίου, ράμπα μεταφόρτωσης.

Στον ίδιο χώρο βρίσκεται το αμαξοστάσιο του Δήμου, πλησίον του Νεκροταφείου του δήμου Βύρωνα, καθώς και οι εγκαταστάσεις για τη συντήρηση του εξοπλισμού.



Εικόνα 12. Εγκαταστάσεις Τμήματος Καθαριότητας Δήμου Βύρωνα. Πηγή: Google maps

Εξετάζοντας τους στόχους του Δήμου αναφορικά με την διαχείριση των ΑΣΑ, όπως αναφέρονται στο «Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Απορριμμάτων» του Δήμου Βύρωνα, διαπιστώνεται ότι πρωταρχικό ρόλο έχει η υιοθέτηση στρατηγικής για τη πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων, η μείωση της τελικής διάθεσης των αποβλήτων, μέσω της επαναχρησιμοποίησης τους, της ανάκτησης υλικών (δηλ. ανακύκλωσης συμπεριλαμβανομένης της κομποστοποίησης), η βελτιστοποίηση του υπάρχοντος συστήματος αποκομιδής των αποβλήτων (σύμμεικτων και ανακυκλώσιμων) και η εισαγωγή χωριστής διαλογής βιοαποβλήτων. Τέλος σημαντική αρχή του Δήμου στην διαχείριση των αποβλήτων αποτελεί η ενημέρωση του κοινού και η περιβαλλοντική εκπαίδευση των παιδιών στα σχολεία.

7. Μεθοδολογικό πλαίσιο

Ως προς τον προσδιορισμό του μεθοδολογικού πλαισίου για την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης και τον σχεδιασμό νέων σεναρίων χωροθέτησης και ανάλυσής τους, μελετήθηκαν τα επιστημονικά άρθρα, ««A GIS based model for the optimization of municipal solid waste collection: The case of Heraklion City, Greece» των Roumelis S., ¹Kalogeropoulos K., κ.ά, «A GIS based model for the optimization of municipal solid waste collection: The case study of Nikea, Athens» των Χρήστου Χαλκιά και Κάτιας Λαζαρίδη, «Optimal location and proximity distance of municipal solid waste collection bin using GIS: A case study of Coimbatore city» των R. Nithy, A. Velumani και S.R.R. Senthil Kumar και «Solid waste management: bin allocation and relocation by using remote sensing and GIS» των Sumedh D. Kashid, Ajay D. Nagne και K.V. Kale, καθώς και οι μεταπτυχιακές διπλωματικές εργασίες: «Βελτιστοποίηση συστήματος αποκομιδής αστικών στερεών αποβλήτων. Εφαρμογή στο πολεοδομικό συγκρότημα Κατερίνης» του Γεώργιου Παναγούλια, «Βελτιστοποίηση αποκομιδής στερεών αποβλήτων στο Δήμο Αλμυρού» της Ευφροσύνης Γιαννούλη και «Χωροθετική ανάλυση και βελτιστοποίηση του συστήματος συλλογής αστικών στερεών αποβλήτων του Δήμου Ζωγράφου» του Μιχαήλ Λιόλιου. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε η μελέτη του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ε.Ε.) με τίτλο «Διαχείριση απορριμμάτων και αστικό περιβάλλον».

7.1 Τα σενάρια

Αρχικά ως προς την επίτευξη του στόχου της ανάλυσης δημιουργούνται τέσσερα σενάρια που διαφέρουν ως προς τις περιοχές χωροθέτησης των κάδων προσωρινής αποθήκευσης βάσει κριτηρίων αποκλεισμού και περιορισμού. Σε όλα τα σενάρια χρησιμοποιείται ο ίδιος αριθμός κάδων προσωρινής αποθήκευσης συμμεικτών Α.Σ.Α., ο οποίος είναι ο αριθμός των υφιστάμενων κάδων, για τη δικαιο-αντικειμενική σύγκριση των σεναρίων, με την παραδοχή ότι ο αριθμός των μικρών

κάδων των 360lt θα αντιστοιχηθεί σε αριθμό μεγάλων κάδων ίδιας συνολικής χωρητικότητας με τη χωρητικότητα των υφιστάμενων μικρών. Επιλέγεται το συγκεκριμένο μεθοδολογικό εργαλείο καθώς και η κατεύθυνση της δημοτικής αρχής είναι ως προς αντικατάσταση των μικρών κάδων με μεγάλους και η διατήρησή τους μόνο σε ειδικές περιπτώσεις (πχ μειωμένο πλάτος δρόμου).

Στο μηδενικό σενάριο (υφιστάμενη κατάσταση) αξιολογείται η υπάρχουσα χωροθέτηση, στο σενάριο Α πραγματοποιείται και αξιολογείται ελεύθερη χωροθέτηση, στο σενάριο Β πραγματοποιείται και αξιολογείται χωροθέτηση βάσει των κριτηρίων αποκλεισμού και στο σενάριο Γ πραγματοποιείται και αξιολογείται χωροθέτηση βάσει των κριτηρίων αποκλεισμού και επιπλέον υπάρχουν δεσμευμένες αριθμός θέσεων κάδων που αντιστοιχεί σε οριοθετημένες θέσεις κάδων που υφίστανται στη περιοχή μελέτης (εσοχή σε πεζοδρόμιο, χαμηλά κάγκελα εκατέρωθεν κάδου).

Η αξιολόγηση γίνεται με πολυκριτηριακή ανάλυση βάσει των ελάχιστων διανυόμενων αποστάσεων των πολιτών από τον πλησιέστερο κάδο, της επάρκειας εξυπηρέτησης των και της ασφάλειας του πληθυσμού (πολίτες και εργαζόμενοι στον τομέα καθαριότητας του Δήμου). Από την αξιολόγηση προκύπτει το καταλληλότερο χωροθετικό μοντέλο. Επιλέγεται μέγιστη επιθυμητή απόσταση που θα πρέπει να διανύσει ο κάθε κάτοικος τα 75m.³⁶

Στη συνέχεια πραγματοποιείται αναζήτηση για την εύρεση του καταλληλότερου αριθμού κάδων πάνω στο επιλεγμένο σενάριο. Αναλύεται η σχέση «κόστους – οφέλους» και αναδεικνύεται ο βέλτιστος αριθμός.

Για την χωροθέτηση επιλέγεται το μοντέλο p-median το οποίο αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο και κρίνεται το καταλληλότερο ως προς την επιτέλεση του σκοπού της εργασίας. Για την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου απαιτούνται:

- ένα συνεχές γραμμικό επίπεδο για τον ορισμό του δικτύου (Network Dataset) πάνω στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η χωροθέτηση
- ένα σημειακό επίπεδο με τις θέσεις προς χωροθέτηση (Facilities)
- ένα σημειακό επίπεδο με τα κέντρα ζήτησης (Demand points)

³⁶ «Optimal location and proximity distance of municipal solid waste collection bin using GIS: A case study of Coimbatore city», R. Nithy, A. Velumani, S.R.R. Senthil Kumar, 2012

7.2 Κριτήρια Αποκλεισμού

Στην περίπτωση προβλημάτων χωρικής ανάλυσης ανακύπτουν παράγοντες, που πρέπει να εξετάζονται σφαιρικά και διεξοδικά ώστε να εντοπίζονται τα σωστά κριτήρια, που μέσω αυτών θα οδηγείται η επίλυση σε αντικειμενικά και ορθά αποτελέσματα. Οι παράγοντες, που πρέπει να εξεταστούν, μπορούν να αποτελούν απαγορευτικό, αποτρεπτικό, ή προτεινόμενο υπό συνθήκη κριτήριο ανάλυσης.

Η διερεύνηση των κατάλληλων κριτηρίων, που θα απορρίψουν ή θα καταστήσουν ικανές για χωροθέτηση των σημείων εξυπηρέτησης κάποιες θέσεις, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα. Δεν υπάρχει νομοθετικό πλαίσιο, που να ορίζει κάποια ελάχιστα απαιτούμενα για την ορθή χωροθέτηση των κάδων στον αστικό ιστό. Από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, έχουν γίνει κάποιες υποδείξεις προτάσεις, που συνήθως ακολουθούν οι Δήμοι. Περισσότερο, αφορούν σε πρακτικές προτάσεις παρά σε επιβολή κανόνων.

Αν και δεν υπάρχουν θεσμοθετημένοι όροι χωροθέτησης των κάδων, όπως προαναφέρθηκε, εντούτοις η λανθασμένη επιλογή κάποιων θέσεων μπορεί να αποτελέσει αιτία πρόκλησης ατυχημάτων. Η χωροθέτηση των κάδων π.χ. κοντά σε παιδικές χαρές μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Επίσης ένας κυκλικός κόμβος αποτελεί πολύ κακό σημείο επιλογής τοποθέτησης κάδου γιατί η στάση του απορριμματοφόρου οχήματος κατά τη φάση αποκομιδής, μπορεί να μειώσει την ορατότητα των διερχόμενων οδηγών και επίσης η απόθεση απορριμμάτων από τους κατοίκους (πεζοί) προϋποθέτει απαραίτητα τη διέλευση από το οδικό δίκτυο.

Για τον εντοπισμό των περιοχών όπου δεν είναι επιθυμητή η χωροθέτηση, τα κριτήρια που εφαρμόζονται έχουν επιλεγεί βάση βιβλιογραφικής ανασκόπησης και βάση των υποδείξεων του Τ.Ε.Ε. και αφορούν τα εξής:

- Σχολεία
- Πλατείες
- Πάρκα
- Κοινόχρηστοι χώροι πρασίνου
- Παιδικές χαρές
- Υπαιθριοι αθλητικοί χώροι - Γήπεδα
- Εκκλησίες
- Στάσεις λεωφορείων
- Γωνίες δρόμων

- Αδιέξοδα τμήματα
- Πεζόδρομοι
- Περιοχές με κλίσεις εδάφους μεγαλύτερη από 15%

Η τοποθέτηση κάδων αποβλήτων έξω από σχολεία δημιουργεί κινδύνους για τα παιδιά καθώς μπορούν να αποτελέσουν εστίες μόλυνσης ενώ σε περίπτωση υπερχειλίσης του κάδου ενδέχεται να γίνουν πόλος έλξης αδέσποτων ζώων και τρωκτικών.

Για τους ίδιους λόγους ασφάλειας εξαιρούνται επίσης πλατείες, πάρκα, κοινόχρηστοι χώροι πρασίνου, παιδικές χαρές και γήπεδα, καθώς συγκεντώνουν ένα πλήθος δραστηριοτήτων και αναψυχή για όλες τις ηλικίες. Για την εξασφάλιση της καθαριότητας στα σημεία αυτά μπορούν να τοποθετηθούν μικρά καλάθια απορριμμάτων των 30-50lt.

Για τους ίδιους λόγους διασφάλισης και υγείας του συνόλου εξαιρούνται προς χωροθέτηση οι χώροι περιμετρικά των στάσεων λεωφορείων και τρόλεϊ.

Οι χώροι έξω από εκκλησίες δεν περιλαμβάνονται στις υποψήφιες προς χωροθέτηση περιοχές τόσο για λόγους αισθητικής όσο και για λόγους ασφάλειας δεδομένου ότι προσελκύουν πλήθος κόσμου, όπως και τα σχολεία και ισχύουν οι ίδιοι κίνδυνοι. Ταυτόχρονα σε πολλές των περιπτώσεων αποτελούν κτίρια ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής και ενδιαφέροντος.

Η χωροθέτηση των κάδων στις γωνίες δρόμων, μπορεί να οδηγήσει σε παρεμπόδιση της κυκλοφορίας των οχημάτων, πρόκληση ατυχήματος είτε μεταξύ οχημάτων ή ακόμη και με πεζούς, λόγω περιορισμένης ορατότητας στις στροφές.

Ο λόγος που δεν είναι επιθυμητή η χωροθέτηση σε αδιέξοδα αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα αλληλεπίδρασης της θέσης των κάδων με τον σχεδιασμό των δρομολογίων και αφορά τη δυσκολία των απορριμματοφόρων οχημάτων να εξέλθουν με την όπισθεν. Επιπλέον απορρίπτονται και οι πεζόδρομοι λόγω μη πρόσβασης των οχημάτων σε αυτούς και κατ'επέκταση δυσχέρεια του έργου της αποκομιδής καθώς στις περιπτώσεις αυτές ο εργάτης καθαριότητας θα πρέπει να μετακινήσει τον κάδων σε μεγαλύτερη απόσταση ώστε να προσεγγίσει το όχημα, με αυξημένους κινδύνους ανατροπής του κάδου. Τέλος δεν θα ήταν δυνατόν να μην συμπεριληφθεί ως κριτήριο αποκλεισμού οι κλίσεις εδάφους επίσης για λόγους ασφάλειας του προσωπικού αποκομιδής αφού υπάρχει αυξημένος κίνδυνος

ανατροπής του φορτίου του οχήματος. Σε τέτοιες περιπτώσεις το όχημα είναι αναγκασμένο πολλές φορές να εισέλθει ή να εξέλθει με την όπισθεν και αντίθετα στο ρεύμα κυκλοφορίας.

Σημειώνεται τέλος ότι κυκλικοί κόμβοι και νησίδες έχουν εξαιρεθεί των περιοχών προς χωροθέτηση είτε γιατί σε αυτούς παρατηρείται κοινόχρηστο πράσινο οπότε εμπεριέχονται στην αντίστοιχη κατηγορία αποκλεισμού είτε γιατί εξαιρέθηκαν εξ αρχής από το αρχείο των Ο.Τ., το οποίο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία δικτύου.

Λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω περιορισμούς διασφαλίζεται η δημόσια υγεία, επιτυγχάνεται αισθητική αναβάθμιση των χώρων και εξασφαλίζονται καλύτερες και ασφαλέστερες συνθήκες εργασίας του προσωπικού αποκομιδής.

Σημειώνεται ότι μια ικανοποιητική χωροθέτηση μέσω προσωρινής αποθήκευσης θα πρέπει να συνδυάζεται και με την οριοθέτηση των επιλεγμένων θέσεων κάδων είτε με εσοχές στα πεζοδρόμια είτε με μεταλλικά στοιχεία εκατέρωθεν του κάδου ώστε να απαγορεύουν την μετακίνηση του. Λόγω του ότι ο δήμος ήδη διαθέτει έναν αριθμό τέτοιων υποδομών, κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστούν οι θέσεις αυτές ως προς την αποτελεσματικότητά τους (σενάριο Γ).

7.3 Κέντρα ζήτησης

Το μέγεθος του πληθυσμού, αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες στα περισσότερα προβλήματα χωροθέτησης κατανομών. Η σωστή χρήση αυτής της παραμέτρου, μπορεί να οδηγήσει στη βέλτιστη επίλυση και για το λόγο αυτό, πρέπει πάντα να διαχειρίζεται με μεγάλη προσοχή. Για την χρήση του σωστού μεγέθους πληθυσμού παραχωρήθηκαν τα πληθυσμιακά δεδομένα / Ο.Τ. από την ΕΛ.ΣΤΑΤ, μέσω των οποίων θα συντεθεί ένα νέο αρχείο πληθυσμών, για την κατάλληλη εφαρμογή της παραμέτρου στο εν λόγω μεθοδολογικό πλαίσιο.

Πρακτικά ένας πολίτης επιθυμεί να διανύσει από την οικία του την ελάχιστη δυνατή απόσταση μέχρι τον κάδο, ώστε να αποθέσει τα απορρίμματα, που παράγει. Αυτό σημαίνει ότι ένας κάδος δεν εξυπηρετεί τον πληθυσμό μόνο ενός οικοδομικού τετραγώνου αλλά και κατοίκους που διαμένουν σε γειτονικά Ο.Τ. Μάλιστα είναι πιθανότερο να εξυπηρετηθεί καλύτερα ένας κάτοικος που διαμένει στο απέναντι

τετράγωνο από τη πλευρά του Ο.Τ. που είναι τοποθετημένος ο κάδος παρά κάποιος κάτοικο που διαμένει αντιδιαμετρικά στο ίδιο Ο.Τ. Έτσι επιβάλλεται να βρεθεί ένας τρόπος, ώστε να προκύπτουν ως σημεία ζήτησης όχι ένα ανά οικοδομικό τετράγωνο αλλά τόσα, ώστε να εξυπηρετείται καλύτερα το μέγεθος του πληθυσμού.

Το επίπεδο των σημείων που θα πρέπει να εξυπηρετούνται από τη χωροθέτηση (Demand points) θα πρέπει να περιλαμβάνει τον πληθυσμό που αντιστοιχεί στο κάθε σημείο προσαυξημένο αναλόγως της χρήσης που παρατηρείται στο οικοδομικό τετράγωνο. Αν για παράδειγμα ένα οικοδομικό τετράγωνο φιλοξενεί εμπορική δραστηριότητα τότε το σύνολο του πληθυσμού του προσαυξάνεται ώστε να συνυπολογιστεί. Όμως επειδή όπως προαναφέραμε κέντρο ζήτησης δεν θα αποτελεί το κέντρο του οικοδομικού τετραγώνου, ο τελικός πληθυσμός που του αντιστοιχεί θα μοιραστεί στις πλευρές του σε αντιστοιχία ως προς το μήκος τους. Γίνεται λοιπόν η παραδοχή ότι σε μεγαλύτερα μήκη πλευρών έχουν οικοδομηθεί περισσότερα κτίρια που αντιστοιχούν σε περισσότερους κατοίκους.

Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η επεξεργασία των στοιχείων που δόθηκαν από την ΕΛ.ΣΤΑΤ. (αρχείο excel «Κτίρια κατά οικοδομικό τετράγωνο και χαρακτηριστικά 2011») αναλύεται περαιτέρω στο επόμενο κεφάλαιο.

7.4 Κέντρα εξυπηρέτησης

Για το μηδενικό σενάριο (υφιστάμενη κατάσταση) τα κέντρα εξυπηρέτησης (Facilities) ταυτίζονται με τις θέσεις των κάδων όπως καταγράφηκαν από την έρευνα πεδίου.

Για τη δημιουργία του αρχείου με τα κατάλληλα σημεία προς χωροθέτηση των κάδων, το οποίο πραγματοποιείται πάνω στο γραμμικό επίπεδο των Ο.Τ. ορίζεται μια ελάχιστη απόσταση μεταξύ των σημείων (5m) ούτως ώστε να καλυφθεί το σύνολο του δικτύου από υποψήφιες θέσεις.

Οι υποψήφιες θέσεις διαφέρουν ανά σενάριο ανάλογα με τους περιορισμούς της κάθε υπόθεσης εργασίας.

Για το Σενάριο Α οι υποψήφιες θέσεις απλώνονται σε όλη της έκταση του δικτύου καθώς δεν υπάρχει κανένα κριτήριο αποκλεισμού.

Για το Σενάριο Β εξαιρούνται από τις υποψήφιες θέσεις του Σεναρίου Α εκείνες που βρίσκονται εντός ζωνών αποκλεισμού.

Για το Σενάριο Γ χρησιμοποιούνται οι υποψήφιες θέσεις του Σεναρίου Β με τον εξής περιορισμό: κάποιες εξ αυτών των θέσεων είναι δεσμευμένες με υποχρεωτική χωροθέτηση καθώς πρόκειται για οριοθετημένες θέσεις κάδων.

Για την ανάλυση των σεναρίων (με εξαίρεση το μηδενικό σενάριο) πραγματοποιείται υπολογισμός ισοδυναμίας του αριθμού των υφιστάμενων μικρών κάδων αν αυτοί αντικαθίσταντο με μεγάλους κάδους. Η επιλογή αυτή γίνεται διότι αποτελεί κατεύθυνση του Δήμου η χρήση μόνο κάδων 1100lt σε όλη την έκτασή του, καθώς αυτό θα βοηθούσε το ορθότερο σχεδιασμό της αποκομιδής απορριμμάτων και το έργο του προσωπικού αποκομιδής. Ο υπολογισμός της ισοδυναμίας παρουσιάζεται σε επόμενη ενότητα αυτού του κεφαλαίου.

Επιπλέον σημειώνεται ότι κατά τη διάρκεια της επιτόπιας έρευνας έγινε καταγραφή των πληροτήτων των κάδων που παρατηρήθηκαν. Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται ως ασφαλιστική δικλείδα για την επιβεβαίωση των παραδοχών που γίνονται ως προς τον ορισμό των πληθυσμών των κέντρων ζήτησης.

7.5 Δίκτυο

Για τη δημιουργία του δικτύου πάνω στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η χωροθέτηση χρησιμοποιήθηκε, μετά από κατάλληλες επεξεργασίες, που θα αναφερθούν εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο, το επίπεδο των οικοδομικών τετραγώνων, τα όρια των οποίων θεωρείται ότι αποτελούν τα πεζοδρόμια. Σε αντίθεση με αντίστοιχες μελέτες, δεν χρησιμοποιείται το οδικό δίκτυο διότι θεωρήθηκε ότι μπορεί να αποφέρει ανακρίβειες και σφάλματα ως προς τον σκοπό της ανάλυσης. Οι δημότες κινούνται πεζοί προκειμένου να αποθέσουν τα απορρίμματα τους στους κάδους και επιπλέον αν και σε αρκετές περιπτώσεις ένας κάδος μπορεί να εξυπηρετήσει εκατέρωθεν της οδού, εντούτοις αν ο δρόμος είναι ταχείας κυκλοφορίας ή/και δεν υπάρχει διάβαση/φανάρι τότε καθίσταται πιο δύσκολη και εν δυνάμει επικίνδυνη η προσέγγιση του κάδου.

Για τη σύνδεση των οικοδομικών τετραγώνων θεωρήθηκε ότι οι δημότες περνούν από το ένα πεζοδρόμιο στο άλλο πεζοί μέσω διαβάσεων που βρίσκονται στις γωνίες των οικοδομικών τετραγώνων είτε σε σημεία που υπάρχουν φωτεινοί σηματοδότες.

7.6 Υπολογιστικά μεγέθη ανάλυσης

Δυνατότητα εξυπηρέτησης κάδου

Για το προσδιορισμό της δυνατότητας εξυπηρέτησης κάθε κάδου πρέπει να υπολογιστεί η ημερήσια παραγόμενη ποσότητα σύμμεικτων αποβλήτων ανά κάτοικο. Οι ποσότητες σύμμεικτων αποβλήτων που συλλέχθηκαν από τους γκρι κάδους για το έτος 2018 ανέρχονται σε 19343,26 τόνους δηλαδή 19.343.260 κιλά και για το έτος 2017 ανέρχονται σε 20297,36 τόνους δηλαδή 20.297.360 κιλά. Χρησιμοποιείται ο μέσος όρος των δύο ετών για τον προσδιορισμό της δυνατότητας εξυπηρέτησης των κάδων δηλαδή 19.820.310 κιλά. Διαιρώντας τη ποσότητα αυτή με τη τιμή 365 προκύπτει η ημερήσια ποσότητα σύμμεικτων αποβλήτων του Δήμου Ζωγράφου, η οποία ανέρχεται σε 54302,219 κιλά.

Στη συνέχεια διαιρείται η ημερήσια ποσότητα σύμμεικτων αποβλήτων του Δήμου με το συνολικό πληθυσμό, ο οποίος ανέρχεται σε 61.308 κατοίκους, σύμφωνα με τα δεδομένα της ΕΛ.ΣΤΑΤ. Προκύπτει ότι κάθε κάτοικος παράγει 0,88857 κιλά σύμμεικτων αποβλήτων ανά ημέρα αλλά επειδή δεν καλύπτεται όλος ο πληθυσμός το ΣΚ από την αποκομιδή, η τιμή αυτή διπλασιάζεται (1,77 κιλά). Τέλος, διαιρείται η χωρητικότητα του ενός κάδου με τη παραγωγή σύμμεικτων αποβλήτων ανά κάτοικο για 2 ημέρες και υπολογίζεται ο πληθυσμός που μπορεί να εξυπηρετηθεί από κάθε κάδο.

Για να υπολογιστεί η χωρητικότητα των κάδων σε κιλά, γνωρίζοντας ότι η χωρητικότητα των μεγάλων κάδων είναι 1.100lt και των μικρών 360lt και το μέσο

Ειδικό Βάρος (E.B.) για τα σύμμεκτα απόβλητα είναι 350 kg/m^3 ³⁷, πραγματοποιούνται οι εξής υπολογισμοί:

- Χωρητικότητα κάδου 1100lt = E.B. * Χωρητικότητα σε lt = 385 kg
- Χωρητικότητα κάδου 360lt = E.B. * Χωρητικότητα σε lt = 126 kg

Διαιρώντας τη χωρητικότητα σε κιλά με τη παραγωγή αποβλήτων ανά κάτοικο για 2 ημέρες προκύπτει ότι κάθε κάδος των 1100lt μπορεί να εξυπηρετεί έως 217 κατοίκους και κάθε κάδος των 360lt μπορεί να εξυπηρετεί έως 126 κατοίκους.

Ισοδυναμία εξυπηρέτησης X αριθμού κάδων των 360lt με Y αριθμό κάδων των 1100lt

Η ισοδυναμία γίνεται βάσει των μεγεθών του όγκου της κάθε κατηγορίας κάδων. Επομένως ισχύει ότι:

- $Y \text{ κάδοι}(1100\text{lt}) = X \text{ κάδοι}(360\text{lt}) * 360\text{lt} / 1100\text{lt}$

Έλεγχος επάρκειας

Αρχικά θα πρέπει να βρεθεί η χωρητικότητα των κάδων των 1100lt σε κιλά και έπειτα να διαιρεθεί το νούμερο αυτό με την ημερήσια ποσότητα σύμμεκτων αποβλήτων του Δήμου Ζωγράφου. Επιλέγεται να μην συμπεριληφθεί το 20% της χωρητικότητας έτσι ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος υπερχειλίσης και ως εκ τούτου η χωρητικότητα θεωρείται 308 κιλά.

Ο μέσος όρος των ποσοτήτων σύμμεκτων αποβλήτων που συλλέχθηκαν από τους κάδους σύμμεκτων αποβλήτων για τα έτη 2017 και 2018 ανέρχονται σε 19.820.310 κιλά. Διαιρώντας τη ποσότητα αυτή με τη τιμή 365 προκύπτει η ημερήσια ποσότητα σύμμεκτων αποβλήτων του Δήμου Ζωγράφου, η οποία ανέρχεται σε 54.302,219 κιλά. Τέλος, διαιρώντας την ημερήσια ποσότητα με τη χωρητικότητα των κάδων σε κιλά προκύπτει ο απαιτούμενος αριθμός, ο οποίος είναι 177 κάδοι.

³⁷ «Βελτιστοποίηση αποκομιδής στερών αποβλήτων στον Δήμο Αλμυρού», Γιαννούλη Ε., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 2015

Επειδή δεν πραγματοποιούνται δρομολόγια Σάββατα και Κυριακές σε όλη την έκταση του Δήμου, ο αριθμός αυτός θα πρέπει να διπλασιαστεί και συνεπώς ο απαιτούμενος αριθμός κάδων για τα σύμμεικτα απορρίμματα είναι 355. Προφανώς το νούμερο αυτό είναι ουτοπικό και θα εξυπηρετούσε μόνο σε μια «ιδανική» γεωμετρικά κατάσταση στο χώρο, μη υπαρκτή, παρόλα αυτά αποτελεί ενά ελάχιστο νούμερο-σημείο ανάφορας για την αρχή της διερεύνησης του ιδανικού αριθμού κάδων. Επειδή το νούμερο κρίνεται εξαιρετικά μικρό η διερεύνηση θεωρήθηκε ασφαλής αν αρχίζει με τον αριθμό των 600 κάδων.

8. Συλλογή και Προετοιμασία Δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων διενεργήθηκε επιτόπια έρευνα και χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία που δόθηκαν από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία. Υπογραμμίζεται η άριστη συνεργασία του Δήμου και συγκεκριμένα του Τμήματος Καθαριότητας, ως προς την υποβοήθηση και διευκόλυνση της ερευνάς μου σε ότι αφορά την έγκριση που μου δόθηκε για την επιβίβαση στα απορριμματοφόρα οχήματα κατά τις μέρες και ώρες της αποκομιδής απορριμμάτων. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία που δόθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου και τη Διεύθυνση Καθαριότητας.

ΑΡΧΕΙΟ	ΤΥΠΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ	ΠΗΓΗ	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Κέντρα εξυπηρέτησης	Σημειακό	Επιτόπια Έρευνα	Ορισμός προς μέγιστης ποσότητας αποβλήτων, που μπορεί να δεχθεί ένα σημείο εξυπηρέτησης	Οριοθέτηση μέγιστων ποσοτήτων. Επιπλέον χαρακτηριστικά κάδων
Δίκτυο	Γραμμικό	ΕΛ.ΣΤΑΤ.	Κατάτμηση του πολυγωνικού αρχείου ΟΤ σε γραμμικό	Δημιουργία συνεχούς δικτύου από την συνένωση των γραμμικών στοιχείων
Κέντρα ζήτησης	Σημειακό	ΕΛ.ΣΤΑΤ.	Αναλογία αριθμού κατοίκων ανά τμήμα δικτύου	Εξαιρούνται οι συνδέσεις
Θέσεις επιρροής ασφάλειας	Πολυγωνικό / Buffer	ΓΠΣ Επιτόπια Έρευνα Διαδίκτυο	Σημεία αποκλεισμού χωροθέτησης	Επιλέγονται ως προς την ασφάλεια του πληθυσμού και του προσωπικού αποκομιδής

Πίνακας 4. Συγκεντρωτικός πίνακας επεξεργασμένων δεδομένων

8.1 Κέντρα εξυπηρέτησης (Facilities)

Λόγω του ότι ο Δήμος δεν διαθέτει αρχεία για τις θέσεις και τον αριθμό των κάδων (είτε φυσικά είτε ψηφιοποιημένα), διενεργήθηκε έρευνα πεδίου κατά τους μήνες Δεκέμβριο 2019 έως Μάρτιο του 2020 εξαιρουμένων των περιόδων γιορτών. Ύστερα από συνεννόηση με τον Αντιδήμαρχο Καθαριότητας και την Υπηρεσία Καθαριότητας του Δήμου, δόθηκε άδεια συνοδείας στα απορριμματοφόρα οχήματα για τις μέρες και ώρες που πραγματοποιείται η αποκομιδή των συμμέικτων αποβλήτων. Συνολικά πρόκειται για εννέα δρομολόγια (όσοι είναι και οι τομείς καθαριότητας του Δήμου) και επιπλέον δύο δρομολόγια για την αποκομιδή των ανακυκλώσιμων. Τα δρομολόγια πραγματοποιούνται κατά τις πρώτες πρωινές ώρες και συγκεκριμένα 05:00 - 11:00 πμ εκτός του δρομολογίου στον τομέα του Κέντρου που πραγματοποιείται κατά τις ώρες 01:00 - 07:00 πμ., ώστε να εκτελεστεί σωστά η αποκομιδή των απορριμμάτων χωρίς να προκαλείται κυκλοφοριακό πρόβλημα και καθυστέρηση των Μ.Μ.Μ., καθώς ο τομέας αυτός περιλαμβάνει τους περισσότερους κεντρικού άξονες του οδικού δικτύου του Βύρωνα.



Εικόνα 13. Λήψη από το εσωτερικό απορριμματοφόρου οχήματος κατά τη διάρκεια της αποκομιδής. Φωτογραφικό υλικό έρευνας πεδίου

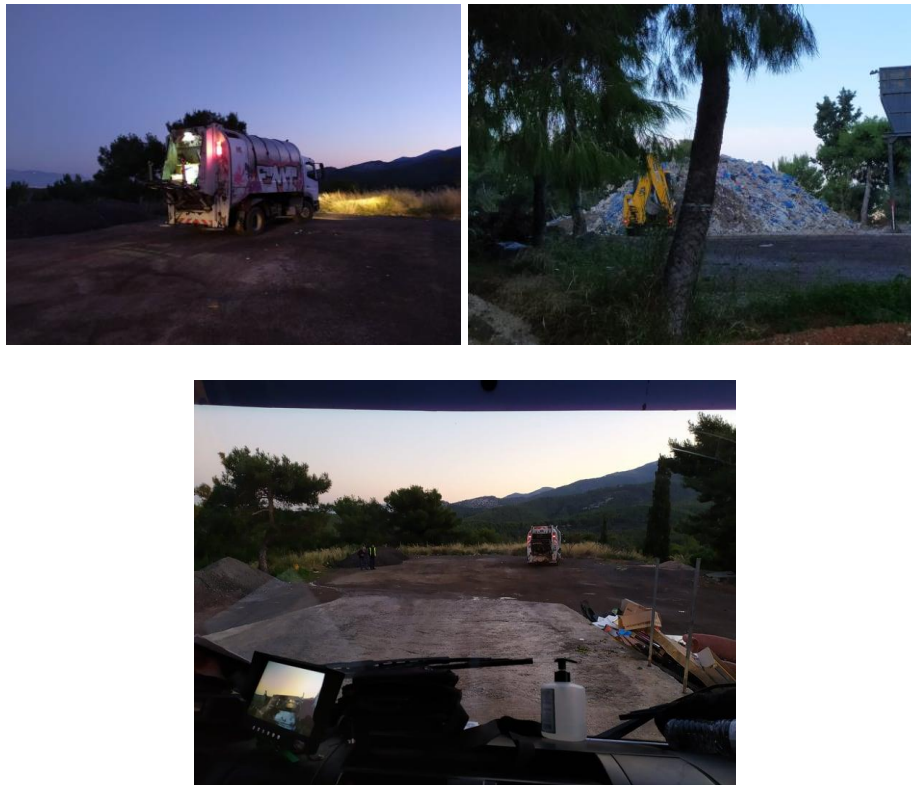


Εικόνα 14. Κάδοι στον Δήμο Βύρωνα. Φωτογραφικό υλικό έρευνας πεδίου

Στη διάρκεια αυτής της πρώτης φάσης της επιτόπιας έρευνας εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν:

- Οι θέσεις των κάδων
- Ο χαρακτηρισμός των κάδων (μεγάλοι 1100lt και μικροί 360lt)
- Οι πληρότητες των κάδων
- Ο χαρακτηρισμός της θέσης των κάδων (οριοθετημένη θέση ή ελεύθερη τοποθέτηση)

Οι πληρότητες των κάδων χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες. Η κατηγορία 1 αφορά κάδους οι οποίοι είναι γεμάτοι πάνω από τα 2/3 του όγκου τους, η κατηγορία δύο αφορά κάδους που είναι από 1/3 έως 2/3 του όγκου του και η κατηγορία 3 αφορά κάδους οι οποίοι είναι είτε άδειοι είτε γεμάτοι έως και το 1/3 του όγκου τους. Ειδικά για τη κατηγορία δυο χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον τα σύμβολα «+» και «-» για να υποδηλώσουν τη στάθμη των απορριμμάτων σε σχέση με το μέσον της στάθμης του κάδου.



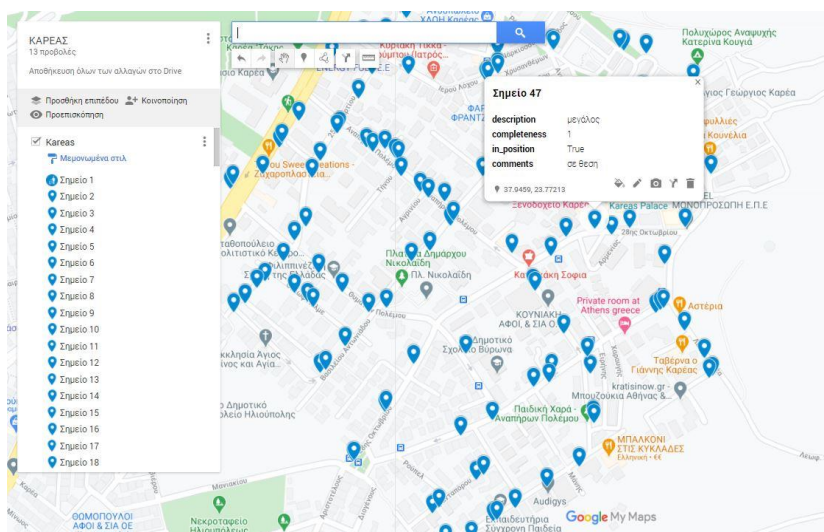
Εικόνα 15. Σταθμός μεταφόρτωσης. Φωτογραφικό υλικό έρευνας πεδίου

Λόγω του ότι κατά τη διάρκεια της έρευνας ενημερώθηκα από τον Δήμο ότι ένα μέρος των κάδων αντικαθίσταται με καινούργιους οι οποίοι δεν έχουν ακόμα τοποθετηθεί διενεργήθηκε κ δεύτερος επιτόπιος έλεγχος, χωρίς τη συνοδεία οχήματος, στις οδούς που υποδείχθηκαν από την υπηρεσία. Επιπλέον στη δεύτερη αυτή φάση της επιτόπιας έρευνας ελεγχθήκαν και οι οδοί στις οποίες λειτουργούσε λαϊκή αγορά, στις περιπτώσεις που η λειτουργία των οποίων συνέπεσε με τις ημέρες που είχαν προκαθοριστεί για την έρευνα, και λόγω της μη πρόσβασης του οχήματος σε αυτές.

Κατά τη διάρκεια της έρευνας πεδίου της πρώτης φάσης και λόγω της συναναστροφής με το προσωπικό αποκομιδής (οδηγός και εργάτες καθαριότητας) πληροφορήθηκα σχετικά με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή αποκομιδή των απορριμμάτων, πληροφορίες οι οποίες εμπλούτισαν και καθόρισαν σε ένα βαθμό τη μεθοδολογία της εργασίας. Εκτός των δυσκολιών που άπτονται άμεσα σε θέματα οδοποιίας (μη σωστά ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι, λακούβες) που είναι υπεύθυνα σε πολλές περιπτώσεις για τον τραυματισμό του προσωπικού, ενημερώθηκα για τους κινδύνους που ενέχει η χωροθέτηση κάδων σε δρόμους με μεγάλες κλίσεις καθώς υπάρχει κίνδυνος ανατροπής του οχήματος. Επίσης οι χωροθέτηση κάδων σε

αδιέξοδα τμήματα ή εντός πεζοδρόμων δυσχεραίνει το έργο των εργαζομένων καθώς η μεταφορά ενός κάδου σε μεγάλη απόσταση ώστε να προσεγγίσει το απορριμματοφόρο και ειδικά όταν είναι γεμάτος αποτελεί αρκετά επίπονη εργασία και ενέχει και τον κίνδυνο της ανατροπής του κάδου. Ακόμα, σημαντικό κρίνεται από το προσωπικό αποκομιδής το ζήτημα της οριοθέτησης των θέσεων των κάδων, καθώς κατά την εργασία τους πολλές φορές αντιμετωπίζουν περιπτώσεις μετακίνησης κάδων, από τους πολίτες, σε μη ασφαλείς θέσεις. Τα στοιχεία αυτά εντάχθηκαν στα κριτήρια αποκλεισμού όπως παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Η καταγραφή των σημείων πραγματοποιήθηκε με την χρήση της εφαρμογής Google My Maps. Η εφαρμογή επιτρέπει την διαμόρφωση χαρτών μέσω παραμετροποιήσιμων πεδίων και σημείων. Μετά το πέρας της καταγραφής είχαμε την δημιουργία ενός χάρτη ανά τομέα αποκομιδής (σύνολο εννέα χάρτες και επιπλέον τον χάρτη που αφορούσε την αποκομιδή των ανακυκλώσιμων). Εφόσον η εκτέλεση της εφαρμογής My Maps πραγματοποιηθεί μέσω του Web Browser δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να λάβει τοπικά τα σημεία με τα πεδία που διαμόρφωσε στη μορφή csv αρχείου.



Εικόνα 16. Απόσπασμα χάρτη καταγραφής της εφαρμογής Google My Maps, στην περιοχή του Καρέα

Αφού πραγματοποιήθηκε η λήψη των χαρτών με την μορφή αρχείων csv, έγινε η μεταφόρτωση των παραπάνω αρχείων σε μια Βάση Δεδομένων MySQL. Επιλέχθηκε αυτός ο τρόπος διαχείρισης των δεδομένων προκειμένου να γίνει ομογενοποίηση των δεδομένων καθώς λόγω της γρήγορης ταχύτητας που έπρεπε να γίνει η καταγραφή κάποιες καταγραφές ήταν ελλιπείς. Ο παραπάνω τρόπος διαχείρισης των δεδομένων

είναι πολύ πιο ταχύς και εύκολος καθώς οι ίδιες εντολές χρησιμοποιήθηκαν για κάθε σετ δεδομένων (αρχείο καταγραφής).

Μέσω της εφαρμογής διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων TOAD πραγματοποιήθηκε:

- η μεταφόρτωση σε πίνακες
- ο μετασχηματισμός των δεδομένων μέσω της εκτέλεσης transact SQL queries έτσι ώστε να διαμορφωθούν στην τελική επιθυμητή μορφή
- η εξαγωγή των μετασχηματισμένων δεδομένων σε αρχεία csv

Στη συνέχεια συνενώνεται η μετασχηματισμένη περιγραφική πληροφορία (αρχείο csv) με την χωρική πληροφορία (αρχείο KML που εξάγεται απευθείας από την εφαρμογή My Maps) στο περιβάλλον του ArcGIS (join) ώστε να προκύψει το τελικό αρχείο με τις υφιστάμενες θέσεις των κάδων στον Δήμο Βόρωνα.

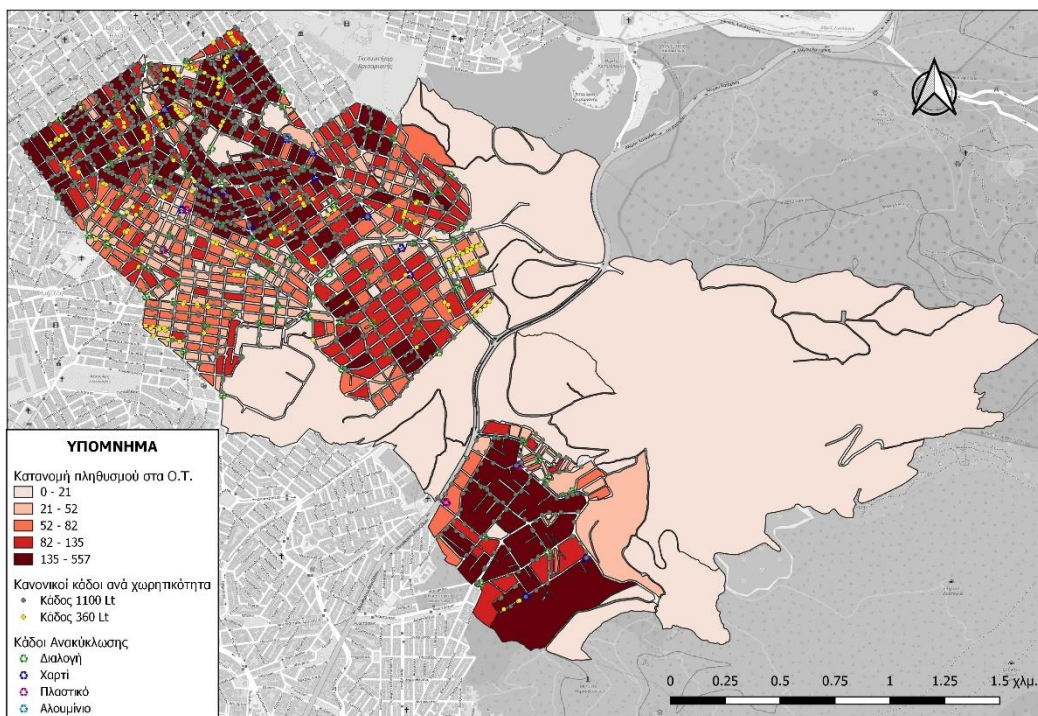
Συνολικά καταγράφηκαν στον Δήμο Βόρωνα **1623 κάδοι** εκ των οποίων:

- οι 1362 είναι κάδοι των 1100lt και οι 261 είναι κάδοι των 360lt
- οι 661 βρίσκονται σε οριοθετημένη θέση
- οι 950 με πληρότητα άνω των 2/3, οι 483 με πληρότητα από 1/3 έως 2/3 και οι 188 με πληρότητα κάτω του 1/3

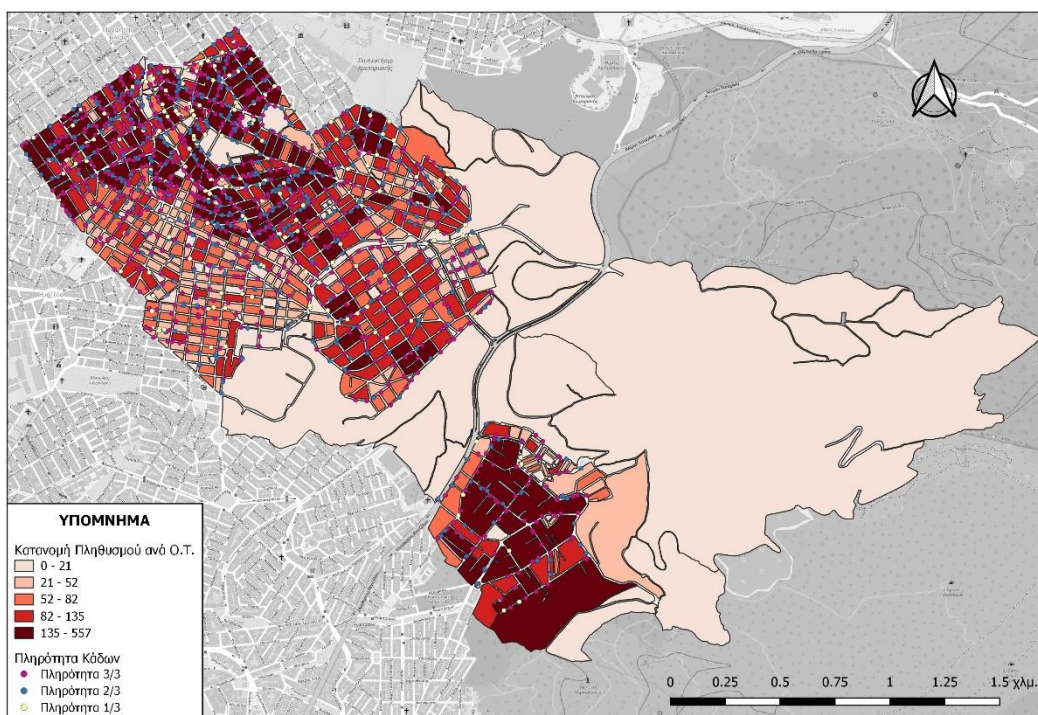
Ο αριθμός των 261 μικρών κάδων αντιστοιχεί 86 μεγάλους των 1100lt ($261 \cdot 360lt / 1100lt$). Η χωροθέτηση των σεναρίων Α, Β και Γ επομένως θα γίνει με τον αριθμό των $1362 + 86 = 1448$ κάδων.

Σε ότι αφορά τη δημιουργία αρχείων για τις υποψήφιες θέσεις προς χωροθέτηση αυτά πραγματοποιήθηκε πάνω στο γραμμικό επίπεδο των Ο.Τ. (generate points along lines), αναλόγως των περιορισμών ή μη που φέρει το κάθε σενάριο, και ορίστηκε απόσταση μεταξύ των σημείων ίση με 10 μέτρα.

Στο μηδενικό σενάριο εξετάζεται η υφιστάμενη κατάσταση και συνεπώς οι υποψήφιες θέσεις χωροθέτησης ταυτίζονται με τις τωρινές θέσεις των κάδων. Στο σενάριο Α οι υποψήφιες θέσεις δημιουργούνται σε όλη την έκταση του επιπέδου με τα όρια των ΟΤ καθώς δεν λαμβάνεται υπ' όψιν κανένα κριτήριο αποκλεισμού. Στο σενάριο Β και Γ εντοπίζονται οι περιοχές αποκλεισμού βάσει της ομάδας κριτηρίων και εξαιρούνται από τη διαδικασία δημιουργίας υποψήφιων θέσεων χωροθέτησης.



Χάρτης 1. Υφιστάμενες θέσεις κάδων σύμμεικτων και ανακύκλωσης στον Δήμο Βόρωνα



Χάρτης 2. Υφιστάμες θέσεις κάδων και οι πληρότητάς τους όπως καταμετρήθηκαν κατά την επιτόπια έρευνα

8.2 Κέντρα ζήτησης (Demand points)

Αρχικά θα πρέπει να δημιουργηθεί το επίπεδο με τα σημεία που πρέπει να εξυπηρετηθούν από τη χωροθέτηση (Demand Points) καθώς θα περιλαμβάνουν το πληθυσμό (weight). Πρώτο βήμα αποτελεί η εισαγωγή στο επίπεδο των ΟΤ του πληθυσμού (join) , όπως αυτός δίνεται από την ΕΛΣΤΑΤ. ανά οικοδομικό τετράγωνο συμπεριλαμβανομένης και της οικονομικής-εμπορικής δραστηριότητας η οποία αθροίζεται στη στήλη με το πληθυσμό ανά οικοδομικό τετράγωνο.

Ο τρόπος με τον οποίο σχετίζεται η οικονομική εμπορική δραστηριότητα με το πληθυσμό έχει ως εξής: Τα δεδομένα από την ΕΛ. ΣΤΑΤ. χωρίζονται αρχικά σε κατηγορίες που περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, αριθμό κτιρίων ανά Ο.Τ., ανάλογα με το εάν η χρήση τους είναι αποκλειστική, κύρια ή δευτερεύουσα και χρησιμοποιούνται μόνο τα στοιχεία που αφορούν την αποκλειστική χρήση. Έπειτα τα στοιχεία κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το είδος της χρήσης τους σε κατηγορίες που περιλαμβάνουν αριθμό κτιρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο με αποκλειστική χρήση ως νοικοκυριά, ως γραφεία - καταστήματα, ως σχολικά κτίρια κτλ. Οι παραπάνω κατηγοριοποιήσεις έχουν πραγματοποιηθεί από την ΕΛΣΤΑΤ.

Για τις ανάγκες της εργασίας δημιουργούνται δύο κατηγορίες όπου περιλαμβάνουν τον αριθμό κτιρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο και τον αριθμό με κτιρίων με αποκλειστική χρήση που σχετίζεται με οικονομική - εμπορική δραστηριότητα.

Κατηγορίες κτιρίων ΕΛ.ΣΤΑΤ.	Κατηγορίες κτιρίων που σχετίζονται με οικονομική – εμπορική δραστηριότητα
Κατοικία	
Ξενοδοχείο	✓
Εργοστάσιο - Εργαστήριο	✓
Σχολικό κτίριο	
Κατάστημα - Γραφείο	✓
Σταθμός αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	✓
Νοσοκομείο, κλινική κλπ.	
Εκκλησία - Μοναστήρι	
Άλλη χρήση	

Πίνακας 5. Κατηγορίες κτηρίων της ΕΛ.ΣΤΑΤ που σχετίζονται με οικονομική - εμπορική δραστηριότητα

Έπειτα, δημιουργείται ποσοστό (%) των κτιρίων που σχετίζονται με εμπορική δραστηριότητα ως προς το σύνολο των κτιρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο . Το ποσοστό αυτό αποτελεί τη μεταβολή (πρόσθεση) που πρέπει να υποστεί η στήλη του μόνιμου πληθυσμού ανά οικοδομικό τετράγωνο προκειμένου να συνοπολογιστεί και η εμπορική δραστηριότητα στη χωροθέτηση.

Παράδειγμα:

σε Ο.Τ. με πληθυσμό 200 κατοίκους, με 10 κτίρια εκ των οποίων τα 3 σχετίζονται με οικονομική-εμπορική δραστηριότητα → ο πληθυσμός προσαυξάνεται κατά 30% και προκύπτει νέο μέγεθος $200 \cdot 1,3 = 2060$ κάτοικοι.

Εφόσον το γραμμικό, πλέον, επίπεδο των Ο.Τ. έχει τις πληροφορίες που απαιτούνται για τη χωροθέτηση (πληθυσμός/ΟΤΙ), μπορεί να δημιουργηθεί το σημειακό επίπεδο με τα κέντρα ζήτησης που καλούνται να εξυπηρετηθούν (Demand points). Η συνηθέστερη μέθοδος είναι η δημιουργία σημείων στο κέντρο των οικοδομικά τετράγωνα αλλά στα πλαίσια της εργασίας αυτής θεωρήθηκε ότι δεν είναι αρκετό ένα σημείο για κάθε Ο.Τ. και συνεπώς πρέπει να ακολουθηθεί άλλη μέθοδος. Για το λόγο αυτό πρέπει να διασπαστούν τα Ο.Τ. σε μικρότερα τμήματα και να πραγματοποιηθεί καταμερισμός του πληθυσμού με βάση τα νέα μήκη των τμημάτων, θεωρώντας ότι τμήματα με μεγαλύτερο μήκος έχουν μεγαλύτερο αριθμό κτηρίων και συνεπώς περισσότερες κατοικίες και επιχειρήσεις. Στα κέντρα των επιμέρους τμημάτων θα δημιουργηθούν τα σημεία με το πληθυσμό που αντιστοιχεί σε κάθε τμήμα και θα χρησιμοποιηθούν για τη χωροθέτηση.

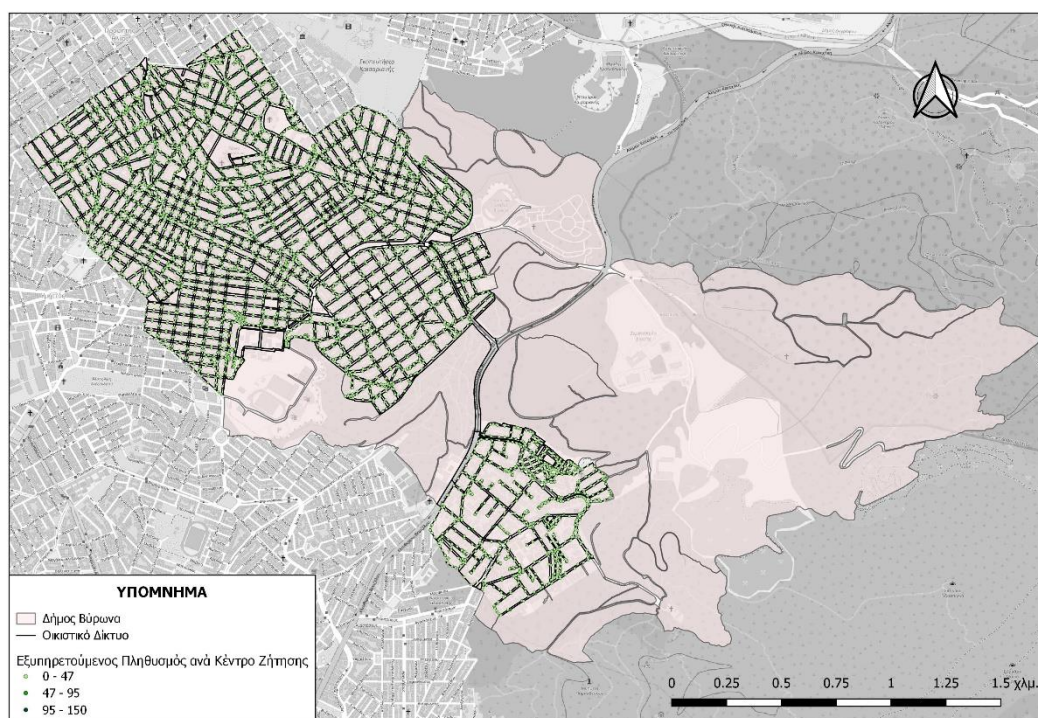
Πριν τη διάσπαση των ΟΤ σε μικρότερα τμήματα πρέπει να μετατραπεί το πολυγωνικό αρχείο των οικοδομικών τετραγώνων σε γραμμικό. Παρατηρούνται δέκα επιπλέον καταχωρίσεις στο πίνακα περιεχομένων (attribute table) του γραμμικού shapefile, που σημαίνει ότι κάποια πολύγωνα διασπάστηκαν σε περισσότερες από μια γραμμές. Το πρόβλημα εντοπίζεται ως προς το πληθυσμό καθώς δεν έχει μοιραστεί αλλά αντιθέτως εμφανίζεται δυο ή και περισσότερες φορές δημιουργώντας ένα πλασματικό άθροισμα. Για να λυθεί το πρόβλημα αυτό εντοπίζονται οι επιπλέον

καταχωρήσεις και υπολογίζεται ο αριθμός των τμημάτων ανά οικοδομικό τετράγωνο, το συνολικό μήκος των ΟΤ και το μήκος των επιμέρους τμημάτων.

Στη συνέχεια πραγματοποιείται καταμερισμός του πληθυσμού με βάση το μήκος ως εξής:

$\text{Πληθυσμός τμήματος} = \text{Συνολικός πληθυσμός Ο.Τ.} * \text{Μήκος τμήματος} / \text{Περίμετρος Ο.Τ.}$

Εφόσον διασπαστούν τα Ο.Τ. σε μικρότερα τμήματα, παρατηρείται διαφοροποίηση τόσο στον αριθμό των τμημάτων για κάθε οικοδομικό τετράγωνο όσο και στα μήκη τους και συνεπώς πρέπει να γίνει ο παραπάνω υπολογισμός έτσι ώστε να επιτευχθεί καταμερισμός του πληθυσμού αναλογικά με το μήκος για όλα τα τμήματα ανεξάρτητα με το πλήθος τους. Τα κέντρα ζήτησης αντιστοιχούν σε ένα για κάθε τμήμα πλευράς και δημιουργούνται στο κέντρο των γραμμικών τμημάτων των Ο.Τ.



Χάρτης 3. Κέντρα ζήτησης Δήμου Βόρωνα βάσει πληθυσμού

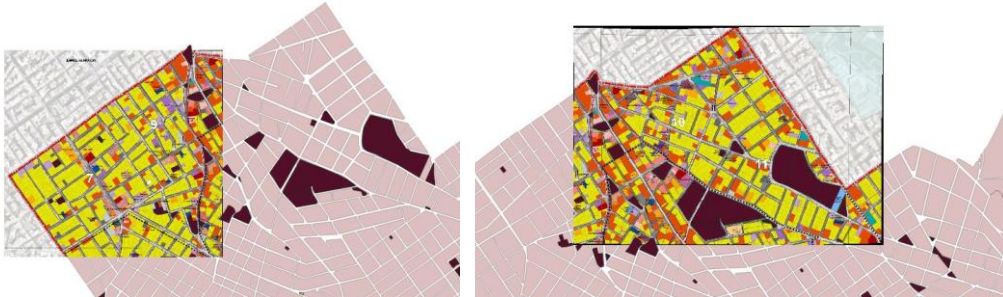
8.3 Περιοχές αποκλεισμού

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, ως περιοχή μελέτης ορίζεται μόνο το οικιστικό κομμάτι του Δήμου. Συνεπώς δεν περιλαμβάνονται περιοχές ειδικής προστασίας (Π.Ε.Π.) όπως ο Υμηττός, το στρατόπεδο Σακέτα, η περιοχή των εκπαιδευτικών, αθλητικών και πολιτιστικών εγκαταστάσεων της Εργάνης, ο Ι.Ν. της Μονής Αγίου Ιωάννη Πρόδρομου Καρέα, καθώς περιοχές ειδικών χρήσεων (ΠΕΧ) όπως το δημοτικό Κοιμητήριο. Στις περιοχές αυτές απαγορεύεται κάθε άλλη χρήση, εκτός από αυτή για την οποία εγκρίνονται και θεωρήθηκε ότι σε ό,τι αφορά την αποκομιδή γενικών και ειδικών απορριμμάτων αυτή οφείλει να σχεδιαστεί αυτοτελώς στα όρια τους αφού αποτελούν ειδικές χωρικές οντότητες.

Εντός του οικιστικού τμήματος του Δήμου κρίθηκε σκόπιμο ως προς την προστασία του πληθυσμού και την ποιοτική και αισθητική αναβάθμιση του χώρου, βάσει του μεθοδολογικού πλαισίου που ακολουθήθηκε, η δημιουργία μια ομάδας περιοχών αποκλεισμού.

Αρχικά ζητήθηκε από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου να δοθεί το Γενικό Πολεοδομικό σχέδιο του Δήμου Βύρωνα. Το ισχύον Γ.Π.Σ. βρίσκεται σε φάση τροποποίησης από τις 18/7/2000, οπότε και υπογράφηκε σύμβαση ανάθεσης της μελέτης «Χωροταξική – Πολεοδομική μελέτη Δήμου Βύρωνα (τροποποίηση ΓΠΣ – Αναθεώρηση εγκεκριμένου πολεοδομικού σχεδίου – αποτυπώσεις, επεκτάσεις σχεδίων – Κυκλοφοριακή μελέτη)» με αριθμό πρωτοκόλλου 13528/18-7-00. Από την Τεχνική Υπηρεσία δόθηκε το επικυρωποιημένο Α στάδιο της μελέτης.

Ο χάρτης του Γ.Π.Σ. δόθηκε σε μορφή αρχείου pdf, οπότε και ήταν αναγκαία η ψηφιοποίησή του προκειμένου να εξαχθεί η πληροφορία για τους κοινόχρηστους χώρους πρασίνου, τις πλατείες, τα πάρκα, τα σχολεία κ.ά.



Εικόνα 19. Διαδικασία ψηφιοποίησης πάρκων και χώρων πρασίνου στον τομέα Γούβες και στον τομέα Ανάληψη αντίστοιχα

Κατά την επεξεργασία εντοπίστηκαν χώροι οι οποίοι δεν ήταν χαρακτηρισμένοι ως κοινόχρηστοι χώροι πρασίνου, παρόλα αυτά διαθέτουν πράσινο και παγκάκια, όπως αποτυπώνονταν από την εικόνα του δορφόρου. Θεωρήθηκε σκόπιμο να προστεθούν στο ψηφιοποιημένο αρχείο. Η πληροφορία ελέγχθηκε μέσω της υπηρεσίας Street View και στις περιπτώσεις που δεν ήταν δυνατό διενεργήθηκε στοχευμένος επιτόπιος έλεγχος. Για τον εντοπισμό των αδιέξοδων τμημάτων χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Google Maps.

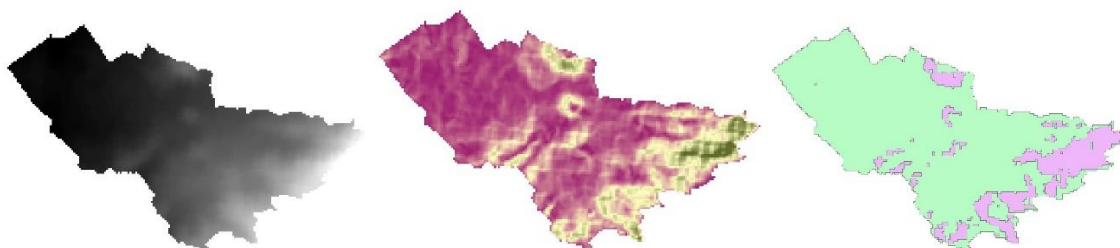
Δημιουργούνται:

- πολυγωνικά shapfiles με τα σχολεία, τα πάρκα, τις πλατείες, τους κοινόχρηστους χώρους πρασίνου, τις παιδικές χαρές, τους υπαίθριους αθλητικούς χώρους - γήπεδα, τις εκκλησίες, τους πεζοδρόμους και τα αδιέξοδα τμήματα
- σημειακά shapfiles με τις στάσεις των λεωφορείων και τις εισόδους των σχολείων
- πολυγωνικό shapfile με τις κλίσεις εδάφους πάνω από 15%

Τα shapefiles συνενώνονται (merge) και δημιουργείται ενιαίο shapefile με όλες τις περιοχές αποκλεισμού. Εισάγεται η περιγραφική πληροφορία για τον τύπο της κάθε περιοχής.

Εφόσον εξετάζεται το ζήτημα της ασφάλειας θεωρήθηκε ότι υφίστανται οι ίδιοι κίνδυνοι εάν δεν τοποθετηθεί κάδος ακριβώς μπροστά από ένα σχολείο ή μια στάση αλλά σε απόσταση μικρή από αυτά. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται ζώνη επιρροής 20 μέτρων (buffer zones) ως απόσταση ασφαλείας για τα σημειακά shapefiles που αφορούν τις στάσεις και τις εισόδους των σχολείων.³⁸

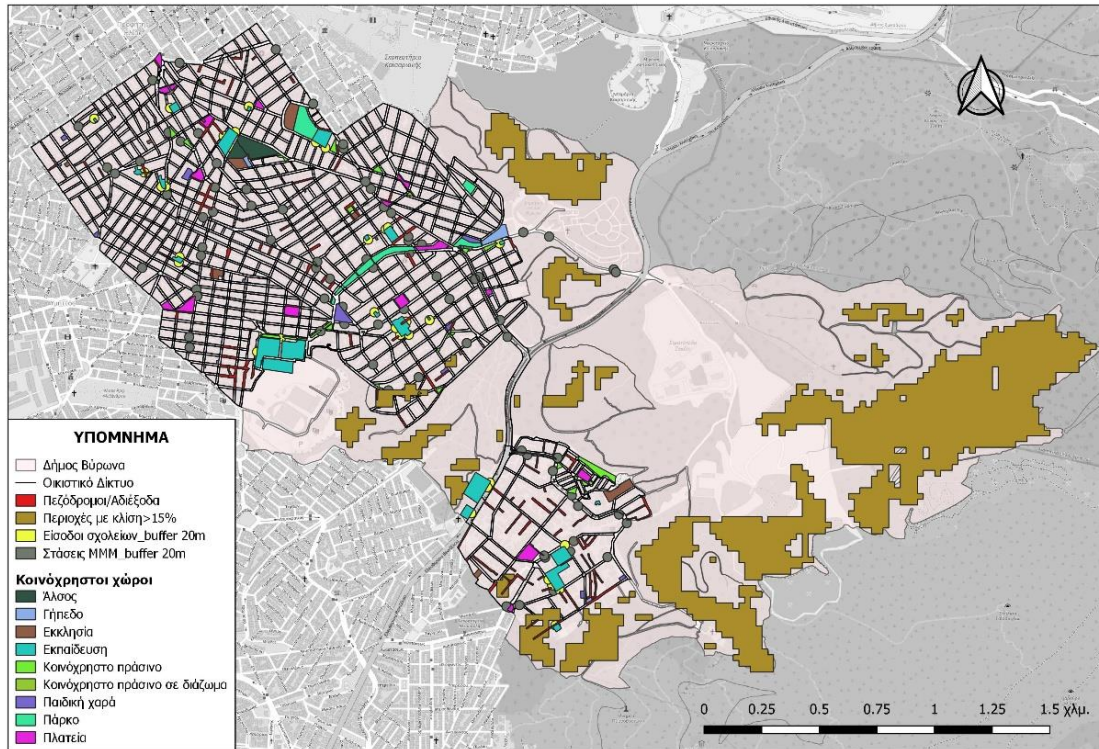
Στη συνέχεια δημιουργούνται τα πολυγωνικά αρχεία με τις κλίσεις του εδάφους πάνω από 15% από το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους. Πρώτο βήμα είναι η αποκοπή του ΨΜΕ στα όρια του Δήμου (clip data management) και η αλλαγή του συστήματος αναφοράς του σε ΕΓΣΑ 87 (project raster, data management). Έπειτα δημιουργείται ψηφιδωτό αρχείο (raster) με τις κλίσεις του εδάφους (slope spatial analyst) και πραγματοποιείται επαναταξινόμηση έτσι ώστε να δημιουργηθούν δύο κλάσεις που περιλαμβάνουν τις περιοχές με κλίση εδάφους μέχρι και 15% και τις περιοχές με κλίση μεγαλύτερη από 15% (reclassify spatial analyst).



Εικόνα 20. Στάδια δημιουργίας shapefile με κλίσεις εδάφους άνω του 15%

Τέλος το ψηφιδωτό αρχείο μετατρέπεται σε πολυγωνικό και από το πίνακα περιεχομένων (attribute table) επιλέγονται μόνο οι περιοχές με κλίση πάνω από 15% και εξάγονται ως νέο πολυγωνικό αρχείο.

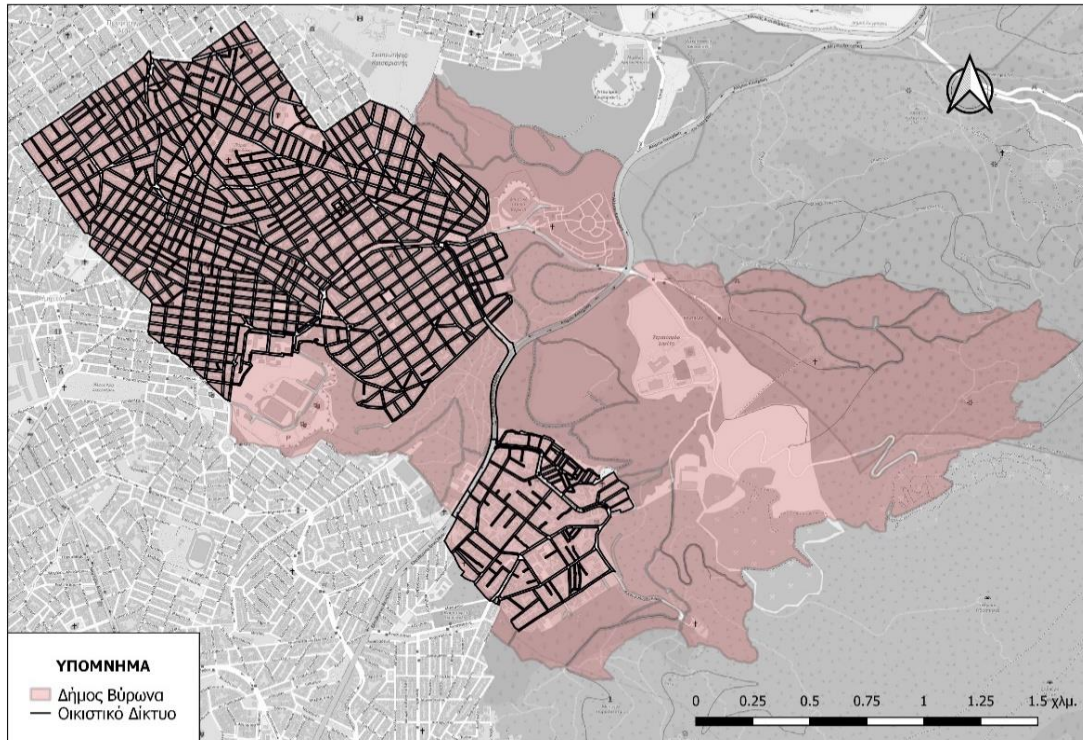
³⁸ «Solid waste management: bin allocation and relocation by using remote sensing and GIS», Sumedh D. Kashid, Ajay D. Nagne, K.V. Kale, 2015



Χάρτης 4.Περιοχές αποκλεισμού Δήμου Βύρωνα

8.4 Δίκτυο (Network Dataset)

Για τη δημιουργία δικτύου (Network Dataset) θα χρησιμοποιηθεί το επίπεδο των Ο.Τ.. Επειδή όμως το επίπεδο αυτό αποτελεί πολυγωνικό επίπεδο (polygon shapefile) θα πρέπει να μετατραπεί σε γραμμικό και να ενωθούν οι γραμμές μεταξύ τους δημιουργώντας ένα συνεχές γραμμικό επίπεδο, πάνω στο οποίο θα κινούνται οι πεζοί. Για τη σύνδεση των οικοδομικών τετραγώνων θεωρήθηκε ότι οι δημότες περνούν από το ένα πεζοδρόμιο στο άλλο μέσω διαβάσεων που βρίσκονται στις άκρες - γωνίες κάθε οικοδομικού τετραγώνου, είτε από τα σημεία που υπάρχουν φωτεινοί σηματοδότες στις λεοφόρους. Οι συνδέσεις αυτές σχηματίζουν γραμμές ή πολύγωνα και εξαρτώνται από τον αριθμό των οικοδομικών τετραγώνων. Συνεπώς δημιουργείται ένα γραμμικό shapefile, το οποίο «ενώνεται» με το γραμμικό, πλέον, επίπεδο των Ο.Τ.



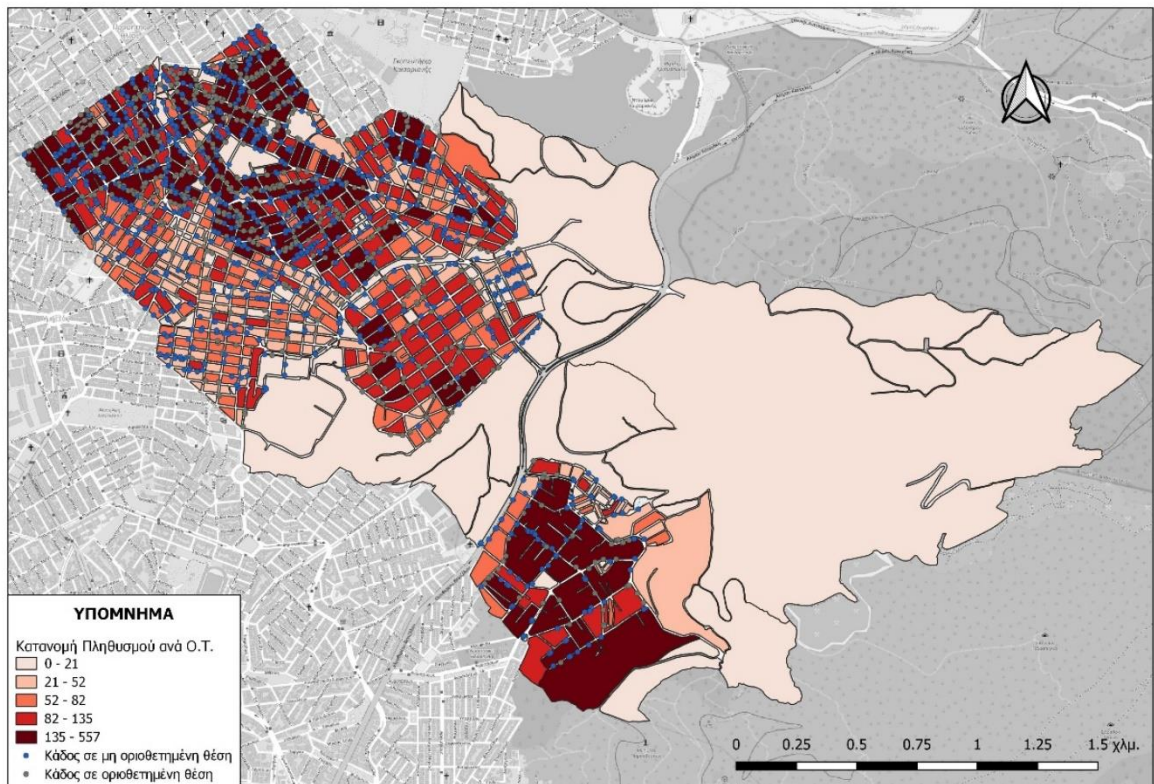
Χάρτης 5. Δίκτυο οικιστικού τμήματος Δήμου Βύρωνα

ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΥΛΙΚΟ	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΠΗΓΗ
ΓΠΣ (ψηφιοποίηση)	Σχολεία Πάρκα Πλατείες Κοινόχρηστοι χώροι πρασίνου Παιδικές χαρές Υπαίθριοι αθλητικοί χώροι - Γήπεδα Εκκλησίες Πεζόδρομοι	Τεχνική Υπηρεσία Δήμου
Επιτόπια έρευνα		—
Google maps – Street View	Αδιέξοδα τμήματα Στάσεις λεωφορείων	Διαδίκτυο
Ψηφιακό μοντέλο Εδάφους	Κλίσεις εδάφους	Copernicus.eu

Πίνακας 6. Συγκεντρωτικός πίνακας ανάκτησης πληροφορίας για τις περιοχές αποκλεισμού του Δήμου Βύρωνα

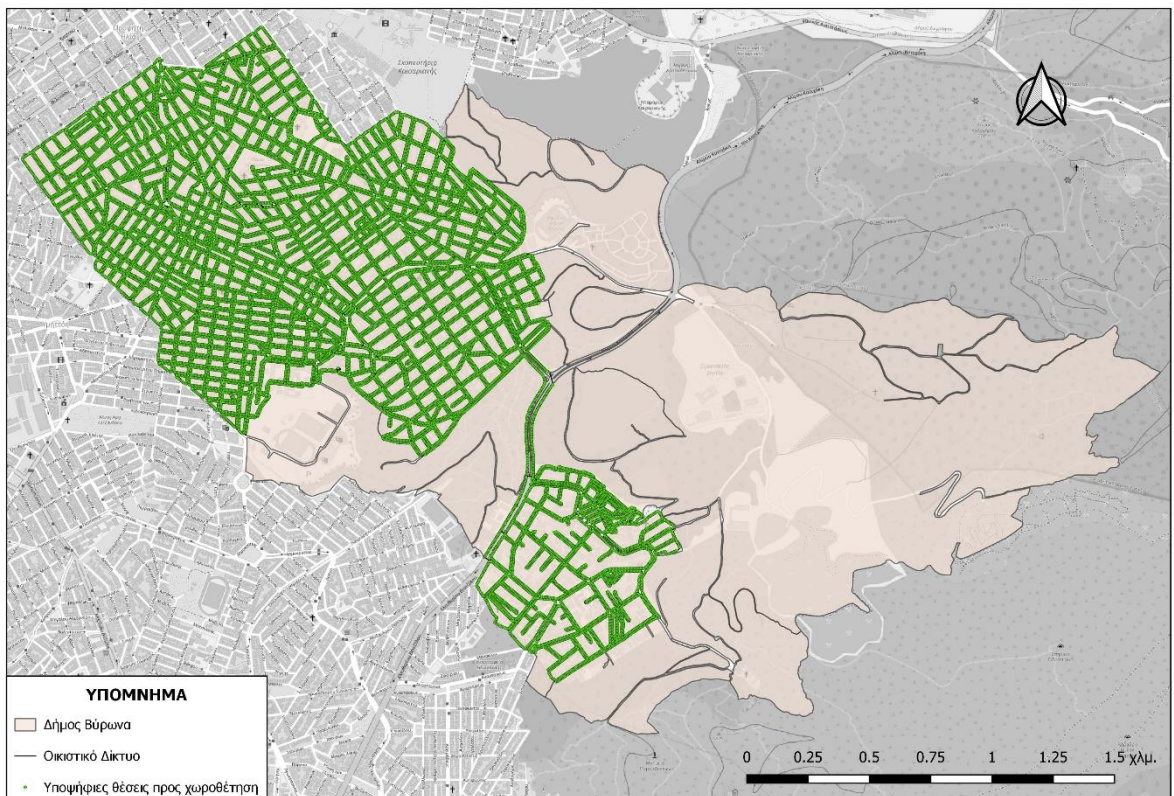
8.5 Δημιουργία εξεταζόμενων σεναρίων

Στο **Μηδενικό Σενάριο** εξετάζεται η υφιστάμενη κατάσταση ως προς τη χωροθέτηση των κάδων. Στην περίπτωση αυτή τα εξοπλιστήρια (facilities) αφορούν τις θέσεις που συλλέχθηκαν από την επιτόπια καταγραφή. Συνολικά 1623 κάδοι εκ των οποίων 1362 είναι κάδοι 1100lt και 261 κάδοι 360lt, οι θέσεις των οποίων (οριοθετημένες ή μη) παρουσιάζονται στον ακόλουθο χάρτη.



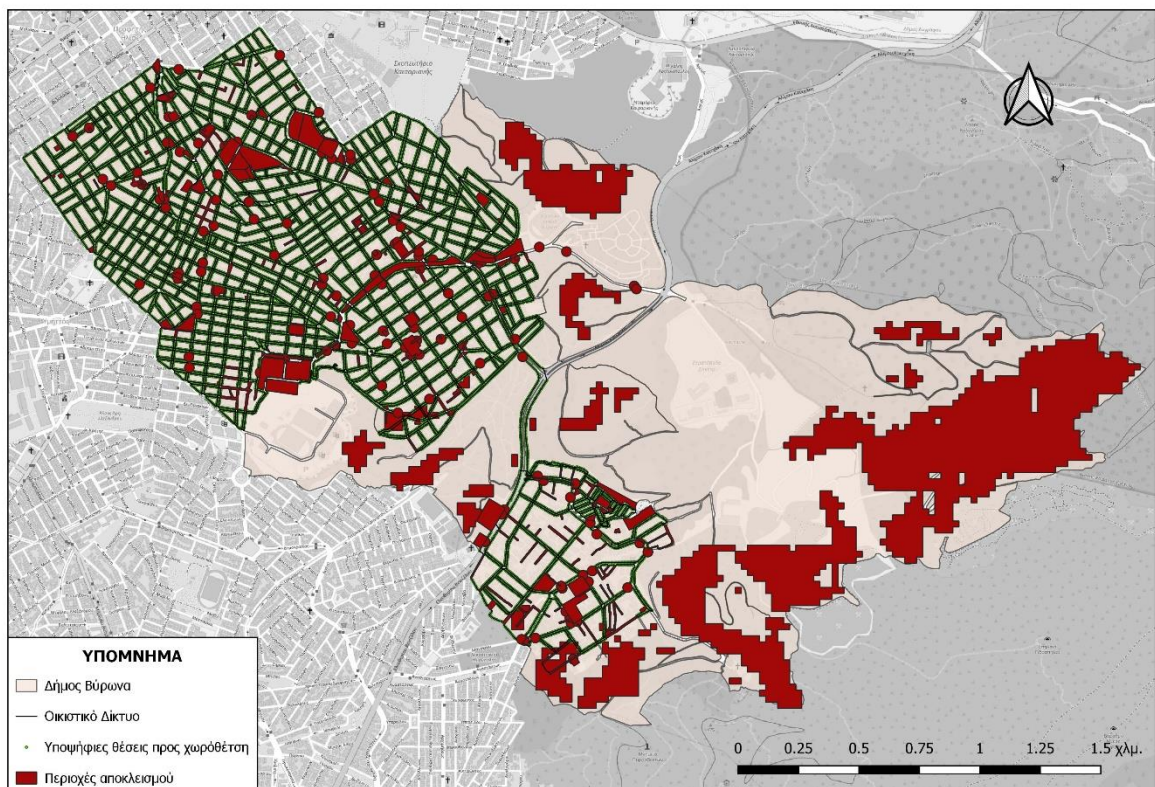
Χάρτης 6. Θέσεις κάδων υφιστάμενης κατάστασης – Μηδενικό σενάριο

Το **Σενάριο Α** γίνεται με ελεύθερη χωροθέτηση σε όλη την έκταση του γραμμικού επιπέδου των οικοδομικών τετραγώνων καθώς δεν λαμβάνει υπόψιν κανένα κριτήριο αποκλεισμού / περιορισμού. Δημιουργείται σημειακό shapefile με συνολικά 28.259 υποψήφιες θέσεις οι οποίες παρουσιάζονται στον επόμενο χάρτη.



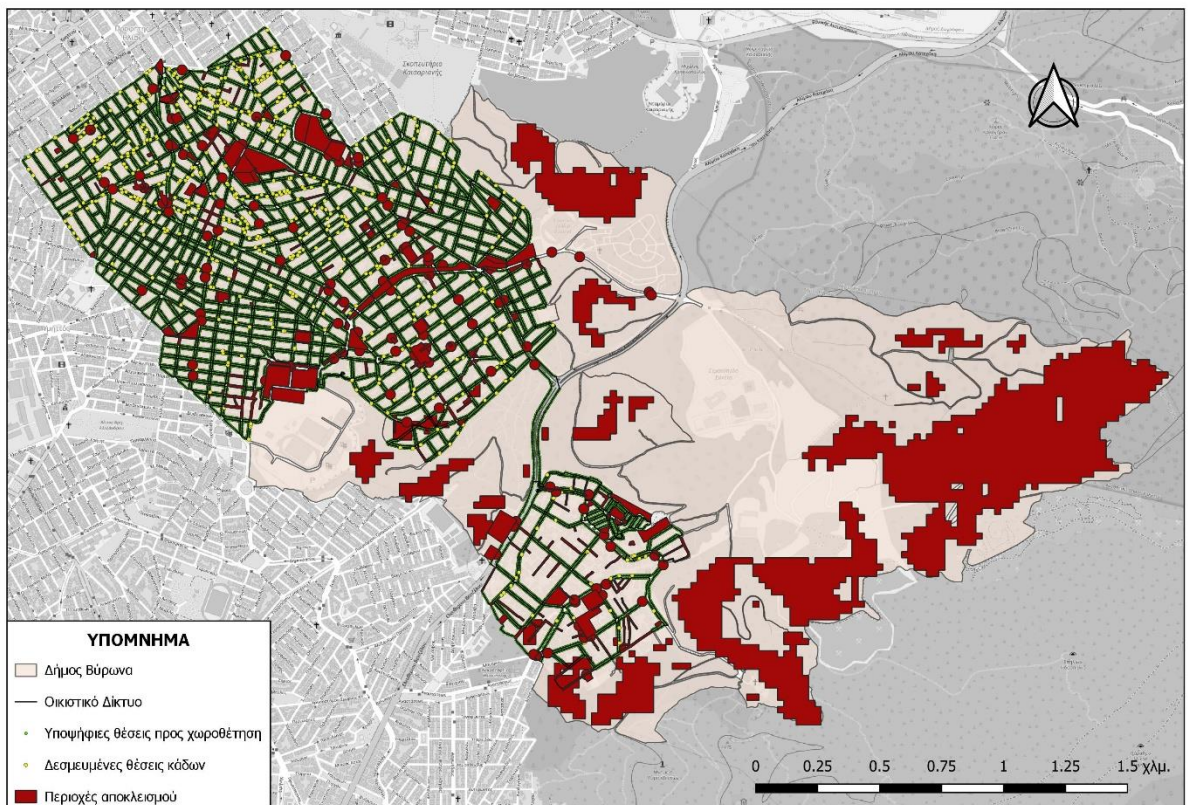
Χάρτης 7. Υποψήφιες θέσεις σεναρίου Α

Στο **Σενάριο Β** ισχύουν τα κριτήρια αποκλεισμού και οι υποψήφιες θέσεις που δημιουργούνται στις περιοχές που δεν ισχύουν τα κριτήρια είναι 21.911 και απεικονίζονται στον αμέσως επόμενο χάρτη.



Χάρτης 8. Υποψήφιες θέσεις σεναρίου Β

Για το **Σενάριο Γ** ισχύουν επίσης τα κριτήρια αποκλεισμού. Παράλληλα όμως ισχύει και περιορισμός ως προς τη χωροθέτηση καθώς θα απαιτηθούν προς χωροθέτηση οι οριοθετημένες θέσεις των 661 υφιστάμενων κάδων.



Χάρτης 9. Υποψήφιες θέσεις σεναρίου Γ

9. Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης και επαναχωροθέτηση μέσω προσωρινής αποθήκευσης

Για τη χωροθέτηση χρησιμοποιήθηκε η πρόσθετη εργαλειοθήκη ανάλυσης δικτύων (network analysis) του λογισμικού ArcGIS.

Αρχικά δημιουργείται πίνακας ανάλυσης κόστους προέλευσης - προορισμού (Origin - Destination (OD) cost matrix – εργαλειοθήκη Network Analyst) σε όλα τα σενάρια έτσι ώστε να εντοπιστούν οι ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ ζήτησης και προσφοράς ως απόσταση κάλυψης ορίζονται αρχικά τα 200 μέτρα υποθέτοντας ότι δεν υπάρχει κέντρο ζήτησης που να απέχει από το κοντινότερο υποψήφιο σημείο προσφοράς απόσταση μεγαλύτερη από 200 μέτρα. Η υπόθεση είναι εσφαλμένη και διερευνάται, καταλήγοντας μετά από δοκιμές στα 220 μέτρα. Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης καθορίζουν την απόσταση κάλυψης της χωροθέτησης, καθώς εάν δηλωθεί απόσταση μικρότερη από την ελάχιστη απόσταση μεταξύ προσφοράς και ζήτησης δεν θα εξυπηρετηθεί κανένα κέντρο ζήτησης και συνεπώς η χωροθέτηση δεν θα έχει απολύτως κανένα νόημα.

Πράγματι οι ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ ζήτησης και προσφοράς είναι κατά πολύ μικρότερες του ενός μέτρου και συνεπώς μπορεί πλέον να πραγματοποιηθεί η χωροθέτηση.

Επιπλέον, και μετά το πέρας της ανάλυσης χωροθέτησης (location - allocation), θα πρέπει να εντοπιστούν οι ελάχιστες αποστάσεις κάλυψης που απαιτούνται έτσι ώστε να εξυπηρετείται ο πληθυσμός στο σύνολό του, δηλαδή όλα τα κέντρα ζήτησης. Για να βρεθούν αυτές οι αποστάσεις, απαιτείται ανάλυση εγγύτερης εγκατάστασης (closest facility) έτσι ώστε να βρεθεί η απαιτούμενη απόσταση για τη κάλυψη του συνόλου του πληθυσμού. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα αντίστοιχα σενάρια.

9.1 Σενάρια

ΜΗΔΕΝΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ (ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ)

Αξιολογούνται ως προς τη χωροθέτηση →

- 1623 κάδοι εκ των οποίων 1362 είναι κάδοι 1100lt και 261 κάδοι 360lt
- Από το σύνολο των 1623 κάδων μόνο οι 1290 εμπεριέχονται στη λύση. Η χωροθέτηση των επιπλέον 333 κάδων κρίνεται περιττή καθώς για τα κέντρα πληθυσμού που βρίσκονται σε ακτίνα 75m καλύπτεται η εξυπηρέτηση
- Από τους 1290 κάδους που συμπεριλαμβάνονται στη λύση οι 174 είναι κάδοι 360lt

Απόσταση κάλυψης → 75 m

Μη εξυπηρετούμενος πληθυσμός → 3.535 κάτοικοι που αντιστοιχούν σε 437 κέντρα ζήτησης (demand points)

Ποσοστό εξυπηρετούμενου πληθυσμού → 94,23%

Μη εξυπηρετούμενος πληθυσμός λόγω μη επάρκειας χωρητικότητας κάδων → 318 κάτοικοι

Αριθμός κάδων σε περιοχές αποκλεισμού → 417 και επιπλέον 92 που κρίθηκαν περιττοί - σύνολο 325 κάδοι (22%)

Μέση απόσταση εξυπηρέτησης πληθυσμού → 28,63 m

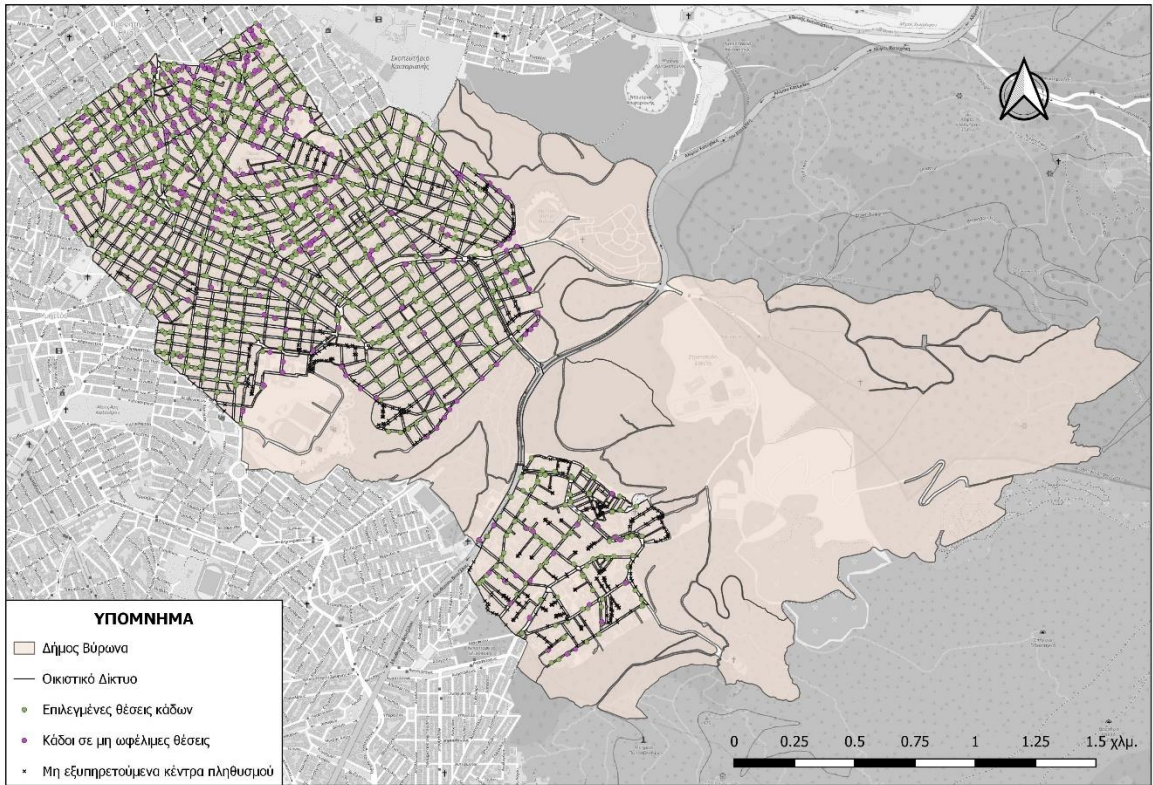
Ελάχιστη απόσταση εξυπηρέτησης συνόλου του πληθυσμού → 215,81 m

ΕΛΕΧΟΣ ΟΡΘΟΤΗΤΑΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

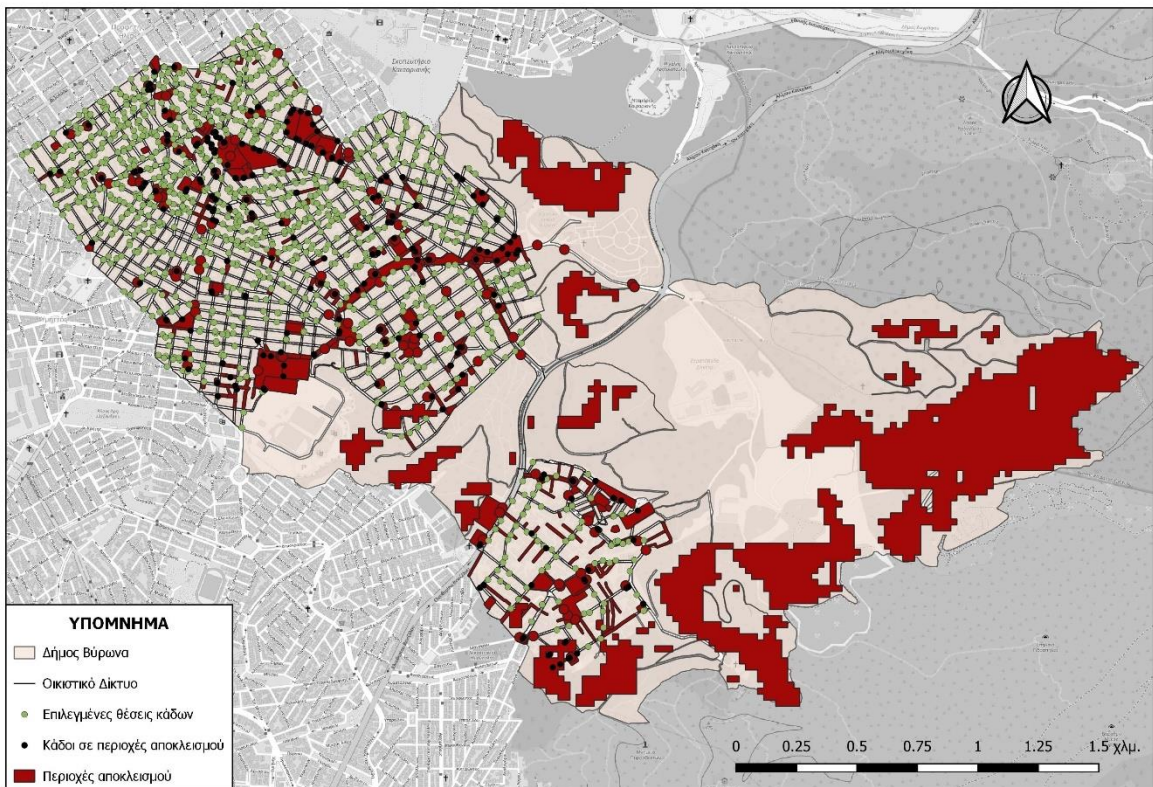
Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία της πληρότητας των κάδων από την επιτόπια καταγραφή, εξάγονται τα εξής:

- Από τους 1.290 κάδους που κρίνονται χρήσιμοι ως προς τη χωροθέτηση, οι 1.142 κάδοι (86%) καταγράφηκαν με πληρότητες άνω του 50%
- Από τους 1.290 κάδους που κρίνονται χρήσιμοι ως προς τη χωροθέτηση, οι 148 κάδοι καταγράφηκαν με πληρότητες κάτω του 50%
- Από τους 333 κάδους που δεν κρίνονται χρήσιμοι ως προς τη χωροθέτηση, οι 108 κάδοι καταγράφηκαν με πληρότητες κάτω του 50%
- Από τους 333 κάδους που δεν κρίνονται χρήσιμοι ως προς τη χωροθέτηση, οι 225 κάδοι καταγράφηκαν με πληρότητες κάτω του 50% (68%)

Τα παραπάνω μεγέθη λειτουργούν ως ασφαλιστική δικλείδα και επιβεβαιώνουν την ορθότητα της μεθόδου χωροθέτησης που χρησιμοποιείται, καθώς μεγάλο ποσοστό κάδων που καταγράφηκαν με μικρές πληρότητες, και υποδεικνύουν μη ορθή χωροθέτηση τους ως προς την εξυπηρέτηση του πληθυσμού κρίνονται ως περιττοί καθώς δεν εξυπηρετούν κανένα κέντρο ζήτησης σε απόσταση ίση ή μικρότερη των 75m.



Χάρτης 10. Μηδενικό σενάριο ως προς την εξυπηρέτηση του πληθυσμού



Χάρτης 11. Μηδενικό σενάριο ως προς την ασφάλεια της θέσης των κάδων

ΣΕΝΑΡΙΟ Α

Χωροθετούνται με ελεύθερη χωροθέτηση → 1448 κάδοι

Απόσταση κάλυψης → 75 m

Μη εξυπηρετούμενος πληθυσμός → 0 κάτοικοι

Ποσοστό εξυπηρετούμενου πληθυσμού → 100%

Μη εξυπηρετούμενος πληθυσμός λόγω μη επάρκειας χωρητικότητας κάδων → 20 κάτοικοι

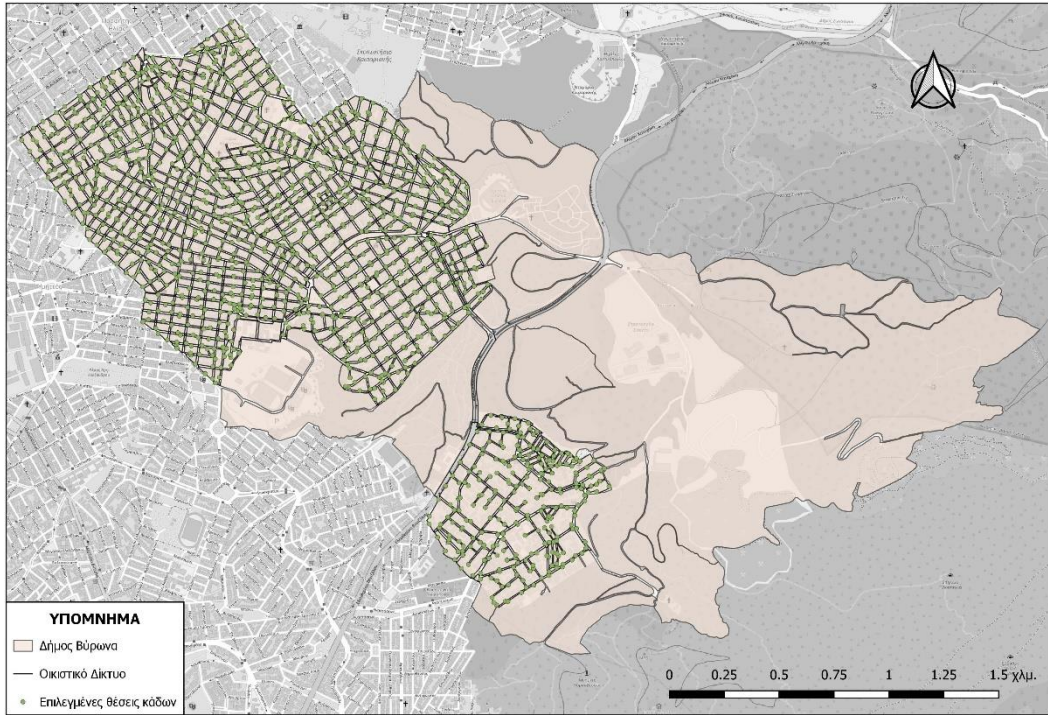
Αριθμός κάδων σε περιοχές αποκλεισμού → 362 κάδοι (25%)

Αριθμός κάδων σε οριοθετημένη θέση → 113 κάδοι

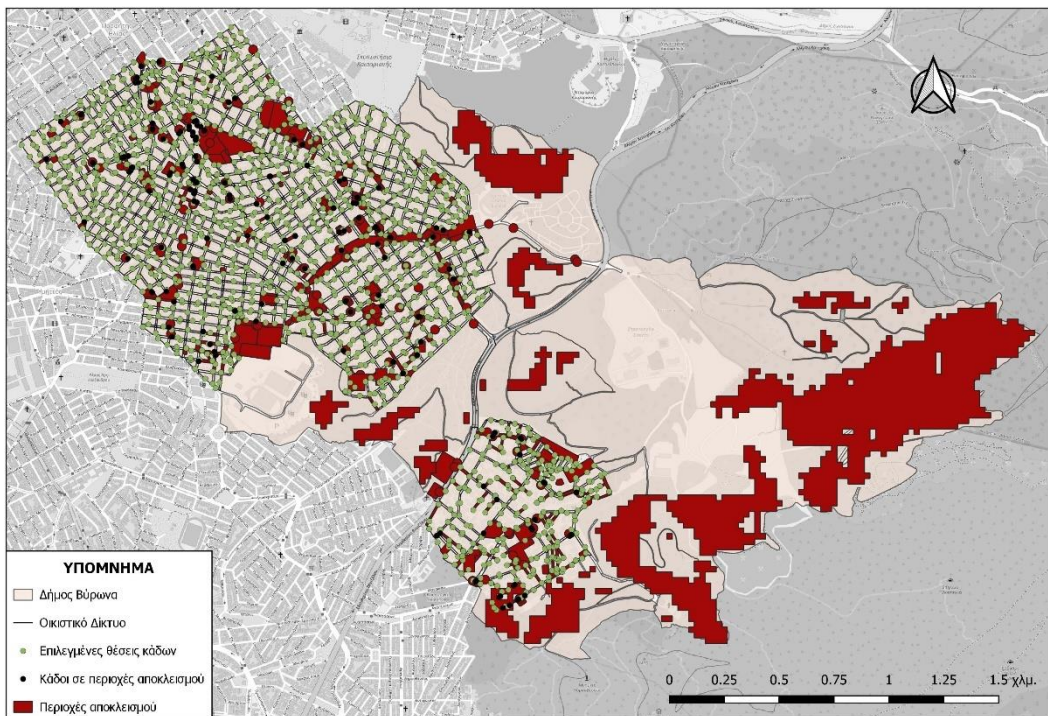
Μέση απόσταση εξυπηρέτησης πληθυσμού → 15,49 m

Ελάχιστη απόσταση εξυπηρέτησης συνόλου του πληθυσμού → 43,40 m

Παρατηρείται ότι το ποσοστό των κάδων που βρίσκονται σε περιοχές αποκλεισμού είναι περίπου ίσο με το αντίστοιχο ποσοστό του μηδενικού σεναρίου, πράγμα που επιβεβαιώνει για τις θέσεις των κάδων στον Δήμο δεν λήφθηκε, ούτε κατά περίπτωση, υπόψιν κριτήρια ασφάλειας.



Χάρτης 12. Σενάριο Α επιλεγμένων θέσεων κάδων



Χάρτης 13. Σενάριο Α ως προς την ασφάλεια της θέσης των κάδων

ΣΕΝΑΡΙΟ Β

Χωροθετούνται με κριτήριο τις περιοχές αποκλεισμού → 1448 κάδοι

Απόσταση κάλυψης → 75 m

Μη εξυπηρετούμενος πληθυσμός → 481 κάτοικοι

Ποσοστό εξυπηρετούμενου πληθυσμού → 99,21%

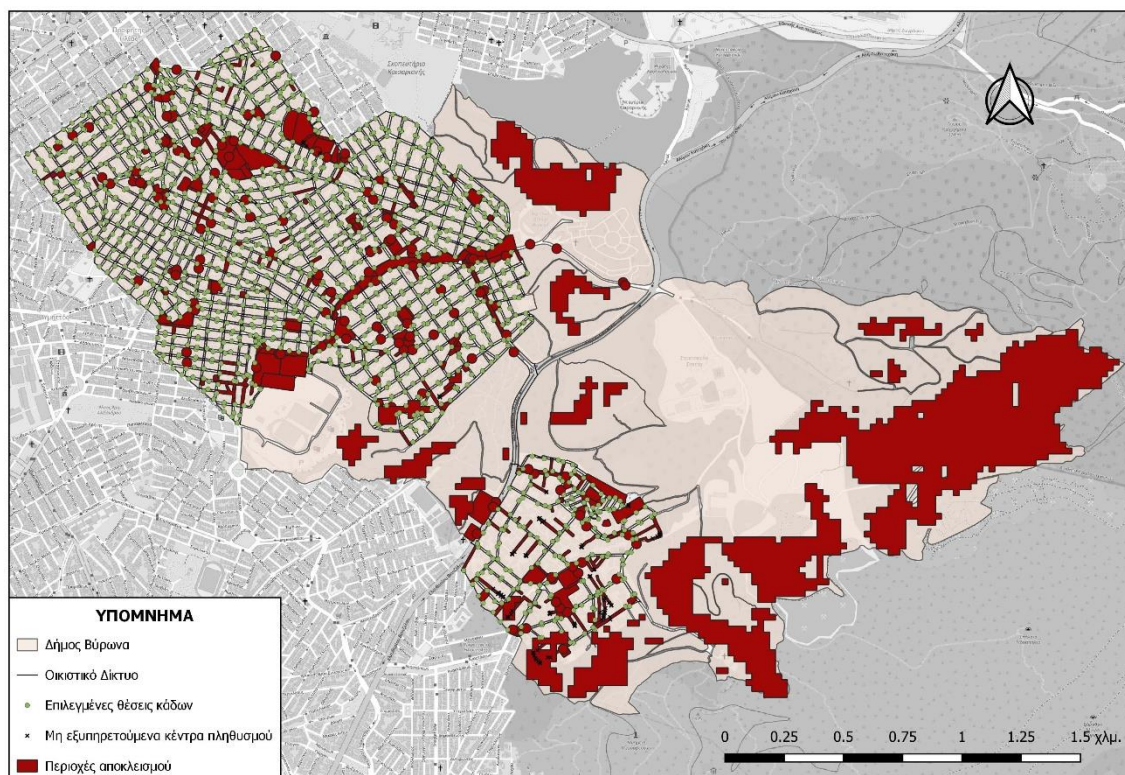
Μη εξυπηρετούμενος πληθυσμός λόγω μη επάρκειας χωρητικότητας κάδων → 40 κάτοικοι

Αριθμός κάδων σε περιοχές αποκλεισμού → 0 κάδοι (25%)

Αριθμός κάδων σε οριοθετημένη θέση → 94 κάδοι

Μέση απόσταση εξυπηρέτησης πληθυσμού → 17,39 m

Ελάχιστη απόσταση εξυπηρέτησης συνόλου του πληθυσμού → 158,54 m



Χάρτης 14. Σενάριο Β ως προς την εξυπηρέτηση του πληθυσμού

ΣΕΝΑΡΙΟ Γ

Χωροθετούνται με κριτήριο τις περιοχές αποκλεισμού και περιορισμό ως προς τις θέσεις χωροθέτησης → 1448 κάδοι εκ των οποίων:

- Οι 480 κάδοι (required) αφορούν υφιστάμενες θέσεις όπου οριοθετείται ο κάδος είτε σε εσοχή στο πεζοδρόμιο είτε με βοηθητικά κάγκελα εκατέρωθεν και δεν χωροθετούνται εκ νέου
- Χωροθετούνται 944 κάδοι σε περιοχές εκτός των ζωνών αποκλεισμού

Απόσταση κάλυψης → 75 m

Μη εξυπηρετούμενος πληθυσμός → 37 κάτοικοι

Ποσοστό εξυπηρετούμενου πληθυσμού → 99,21%

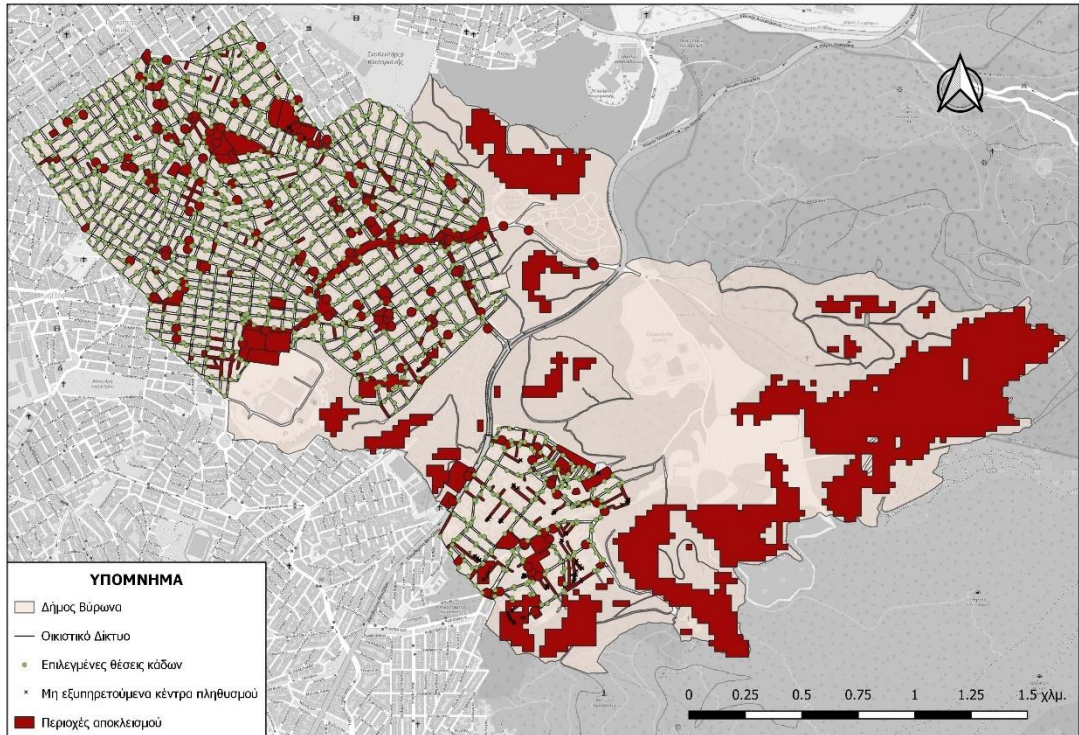
Μη εξυπηρετούμενος πληθυσμός λόγω μη επάρκειας χωρητικότητας κάδων → 37 κάτοικοι

Αριθμός κάδων σε περιοχές αποκλεισμού → 0 κάδοι (25%)

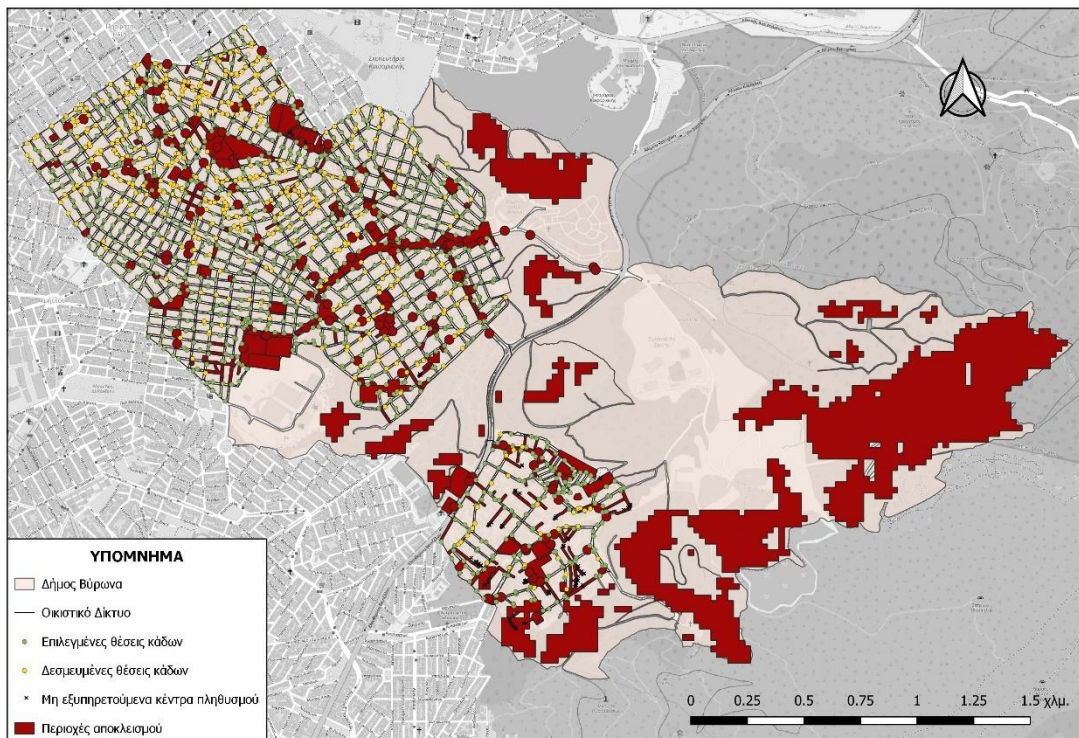
Αριθμός κάδων σε οριοθετημένη θέση → 480 κάδοι

Μέση απόσταση εξυπηρέτησης πληθυσμού → 18,85 m

Ελάχιστη απόσταση εξυπηρέτησης συνόλου του πληθυσμού → 158,54 m



Χάρτης 15. Σενάριο Γ ως προς την εξυπηρέτηση του πληθυσμού



Χάρτης 16. Σενάριο Γ ως προς την εξυπηρέτηση του πληθυσμού και ως προς τις οριοθετημένες θέσεις κάδων

9.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων και επιλογή βέλτιστου σεναρίου

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η αξιολόγηση των σεναρίων πραγματοποιείται με την εφαρμογή πολύκριτηριακής ανάλυσης. Τα κριτήρια αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται είναι η μέση απόσταση, η ελάχιστη απόσταση που απαιτείται για την εξυπηρέτηση του συνόλου του πληθυσμού, η ασφάλεια μέσω κριτηρίων αποκλεισμού, η εξυπηρέτηση του πληθυσμού και τέλος ο αριθμός των υφιστάμενων υποδομών ως προς την οριοθέτηση της θέσης του κάδου. Στο πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα βασικότερα αποτελέσματα για όλα τα σεναρία.

	Μηδενικό Σενάριο	Σενάριο Α	Σενάριο Β	Σενάριο Γ
Ποσοστό μη εξυπηρετούμενου πληθυσμού (%)	5,77	0	0,79	0,79
Αριθμός κάδων σε περιοχές αποκλεισμού	325	362	0	0
Ελάχιστη απόσταση εξυπηρέτησης του συνόλου του πληθυσμού (m)	215,81	43,40	158,54	158,54
Μέση απόσταση εξυπηρέτησης πληθυσμού (m)	28,63	15,49	17,39	18,85
Αριθμός κάδων σε οριοθετημένες θέσεις (εντός απόκλισης 2 m)	661	213	194	480

Πίνακας 7. Κριτήρια αξιολόγησης σεναρίων

Η πολυκριτηριακή χωρική ανάλυση, αποτελεί μέθοδο ανάλυσης απόφασης και σχετίζεται με την χωροθέτηση, καθορίζοντας κριτήρια και αποδίδοντας βάρη σε αυτά. Είναι ένα μαθηματικό εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων, που συγκρίνει διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις ή σενάρια, που βασίζονται σε διαφορετικά κριτήρια και περιορισμούς, προκειμένου να βοηθήσουν τον χρήστη, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την λήψη των αποφάσεων, να λάβει μια πιο λογική και συνετή απόφαση.

Για την εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης χρησιμοποιούνται τιμές από 0 έως το 1, σε αναλογία ως προς το εύρος μέγιστης και ελάχιστης τιμής.

Κριτήρια	Μηδενικό Σενάριο	Σενάριο Α	Σενάριο Β	Σενάριο Γ
Μέση απόσταση εξυπηρέτησης πληθυσμού	1	0	0,1445966514	0,2557077626
Ελάχιστη απόσταση εξυπηρέτησης του συνόλου του πληθυσμού	1	0	0,6678266922	0,6678266922
Κάδοι σε περιοχές αποκλεισμού (κριτήριο ασφάλειας)	1	1,113846154	0	0
Μη εξυπηρετούμενος πληθυσμός	1	0	0,136915078	0,1351819757
Χρήση υποδομών θέσεων κάδων	1	0,04068522484	0	0,6124197002

Πίνακας 8. Εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης - Βήμα 1

Δεδομένου ότι στα παραπάνω κριτήρια (εκτός της χρήσης υποδομών) οι μέγιστες τιμές αναφέρονται στην χειρότερη περίπτωση, λαμβάνονται οι συμπληρωματικές τους τιμές ως προς το 1 και δομείται ο παρακάτω πίνακας με τις τιμές που θα ληφθούν υπόψη.

Κριτήρια	Μηδενικό Σενάριο	Σενάριο Α	Σενάριο Β	Σενάριο Γ
Μέση απόσταση εξυπηρέτησης πληθυσμού	0	1	0,8554033486	0,7442922374
Ελάχιστη απόσταση εξυπηρέτησης του συνόλου του πληθυσμού	0	1	0,3321733078	0,3321733078
Κάδοι σε περιοχές αποκλεισμού (κριτήριο ασφάλειας)	0	-0,1138461538	1	1
Εξυπηρετούμενος πληθυσμός	0	1	0,863084922	0,8648180243
Χρήση υποδομών - θέσεων κάδων	1	0,04068522484	0	0,6124197002
Σύνολο	1	2,926839071	3,050661578	3,55370327

Πίνακας 9. Εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης - Βήμα 2

Επειδή δεν είναι όλα τα κριτήρια εξίσου σημαντικά, κρίνεται αναγκαία η χρήση συντελεστών βαρύτητας, ανάλογα με τη σημαντικότητα κάθε κριτηρίου.

Το άθροισμα των συντελεστών βαρύτητας ισούται με 100. Η ασφάλεια αποτελεί προτεραιότητα και για το λόγο αυτό ο συντελεστής ισούται με 35 για κάθε κριτήριο. Επίσης η μέση απόσταση και ο πληθυσμός που εξυπηρετείται από τη χωροθέτηση με απόσταση κάλυψης 75 μέτρων αφορούν το μεγαλύτερο τμήμα του πληθυσμού

Κριτήρια	Συντελεστής βαρύτητας	Σενάριο Α	Σενάριο Β	Σενάριο Γ
Μέση απόσταση εξυπηρέτησης πληθυσμού	15 (15 - 30)	15	12,83105023	11,16438356
Ελάχιστη απόσταση εξυπηρέτησης του συνόλου του πληθυσμού	20 (10 - 20)	20	6,643466156	6,643466156

Κάδοι σε περιοχές αποκλεισμού (κριτήριο ασφάλειας)	35 (35 - 40)	-3,984615385	35	35
Εξυπηρετούμενος πληθυσμός	25 (20 - 30)	25	21,57712305	21,62045061
Χρήση υποδομών - θέσεων κάδων	5 (5-15)	14,63419535	15,25330789	17,76851635
Σύνολο	100	70,64957997	91,30494733	92,19681667

Πίνακας 10. Τελικές τιμές λαμβάνοντας υπόψιν συντελεστές βαρύτητας

Οι τιμές στις παρενθέσεις στη στήλη με τους συντελεστές βαρύτητας αντιπροσωπεύουν τη μεταβολή των συντελεστών προκειμένου να διαπιστωθεί εάν εξακολουθεί το σενάριο Γ να αναδεικνύεται ως το βέλτιστο. Ελέχθησαν οι υποδεικνυόμενες μεταβολές για κάθε συντελεστή σε όλα τα κριτήρια και το εύρος τιμών που παρουσιάζεται στις παρενθέσεις δεν επιφέρει αλλαγή του αποτελέσματος.

9.3 Επιλογή βέλτιστου αριθμού κάδων

Εφόσον αναδείχτηκε το βέλτιστο σενάριο χωροθέτησης όσον αφορά τις περιοχές στις οποίες θα δημιουργηθούν οι πιθανές θέσεις των κάδων, θα πρέπει να εξεταστεί ο αριθμός των κάδων. Όπως αποδείχτηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, απαιτούνται τουλάχιστον 400 κάδοι για τη κάλυψη των αναγκών του Δήμου. Φυσικά, η τιμή αυτή αποτελεί «ξερό» υπολογιστικό νούμερο και δεν λαμβάνεται υπ' όψιν η απόσταση που καλείται να διανύσει ο τοπικός πληθυσμός ούτε και οι αναθέσεις κέντρων ζήτησης σε συγκεκριμένα κέντρα προσφοράς και για το λόγο αυτό απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση.

Στη συνέχεια, εξετάζονται διάφορες περιπτώσεις χωροθέτησης, που διαφέρουν ως προς τον αριθμό των κάδων, έως ότου βρεθεί η βέλτιστη, ξεκινώντας από τη χωροθέτηση 600 κάδων (εφόσον ήδη αποδείχτηκε ότι επαρκούν οι 400). Σε όλες τις

περιπτώσεις ως απόσταση κάλυψης χρησιμοποιούνται τα 159 μέτρα, καθώς αυτή η απόσταση απαιτείται για τη συνολική κάλυψη της ζήτησης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο πίνακα που ακολουθεί.

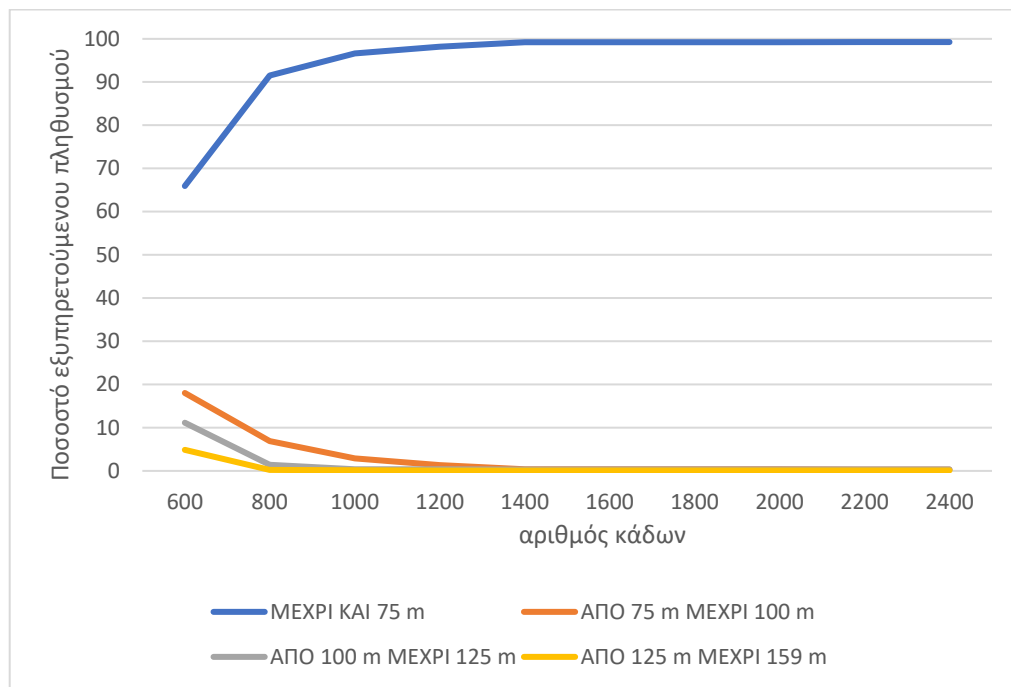
ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΔΩΝ										
	600	800	1000	1200	1400	1448	1600	1800	2000	2200	2400
ΜΕΧΡΙ ΚΑΙ 75 m	65,94245449	91,51987	96,6546	98,1877	99,20728	99,20728	99,20728	99,20728	99,20728	99,25785	99,25785
ΑΠΟ 75 m ΜΕΧΡΙ 100 m	18,03353559	6,880016	2,860964	1,36374	0,345795	0,345795	0,362106	0,362106	0,362106	0,311542	0,311542
ΑΠΟ 100 m ΜΕΧΡΙ 125 m	11,15188882	1,407647	0,355582	0,337639	0,336008	0,336008	0,326222	0,326222	0,326222	0,326222	0,326222
ΑΠΟ 125 m ΜΕΧΡΙ 159 m	4,872121093	0,192471	0,128858	0,110915	0,110915	0,110915	0,104391	0,104391	0,104391	0,104391	0,104391
SUM	100	100	100	99,99999	100	100	100	100	100	100	100
ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΔΩΝ ΠΟΥ ΕΞΥΠΗΡΕΤΕΙ ΠΑΝΩ ΑΠΟ 217 ΚΑΤΟΙΚΟΥΣ	89	35	11	2	1	1	0	0	0	0	0
Μέγιστη απόσταση	158,88	158,54	158,54	158,54	158,54	158,54	158,54	158,54	158,54	158,54	158,54
Μέση αποσταση	67,71	37,41	28,66	24,4	20,59	18,85	17,98	17,27	15,8	14,31	13,01

Πίνακας 11. Αποτελέσματα σεναρίων χωροθέτησης για διαφορετικούς αριθμούς κάδων

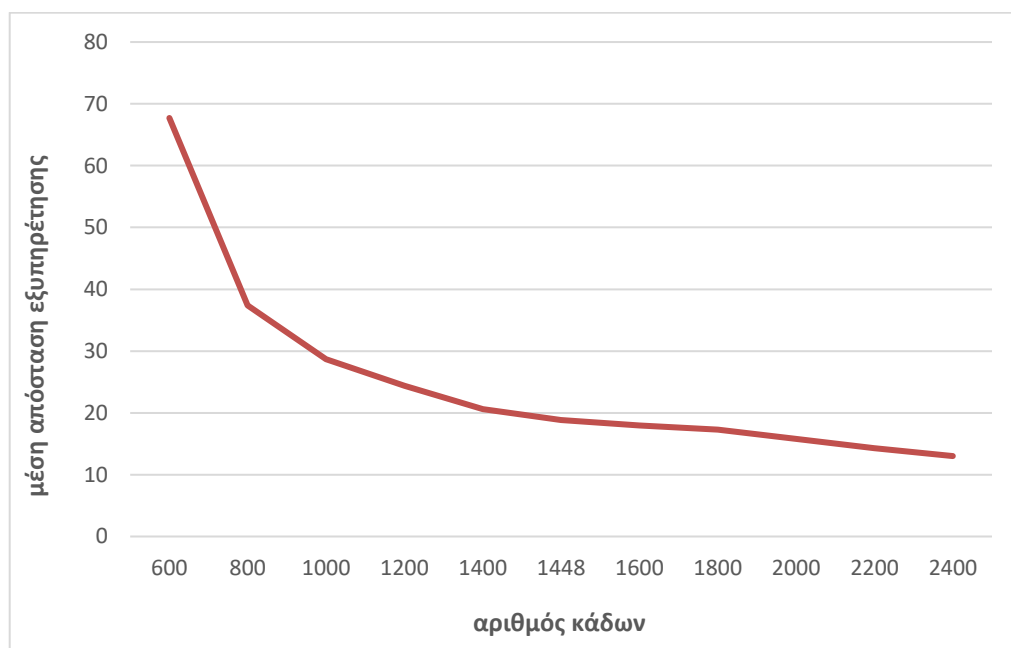
Στο παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται τα ποσοστά του πληθυσμού που εξυπηρετούνται ως προς την απόσταση που πρέπει να διανύσουν, η μέση και μέγιστη απόσταση για κάθε σενάριο και ο αριθμός των κάδων που υπερβαίνει το όριο χωρητικότητας. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των κάδων τόσο αυξάνεται ο πληθυσμός που πρέπει να διανύσει μικρές αποστάσεις ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η μέση απόσταση.

Στις περιπτώσεις μείωσης του αριθμού των κάδων παρατηρείται μείωση του πληθυσμού που εξυπηρετείται σε μικρές αποστάσεις και αύξηση του πληθυσμού που πρέπει να διανύσει μεγάλες αποστάσεις. Επιπλέον, αυξάνεται η ελάχιστη, μέγιστη και μέση απόσταση καθώς και ο αριθμός των κάδων που υπερβαίνουν το όριο χωρητικότητας. Αντίθετα, όσο αυξάνεται ο αριθμός των κάδων μειώνεται η μέγιστη και μέση απόσταση, ο αριθμός των κάδων που εξυπηρετούν πάνω από 217 κατοίκους και το ποσοστό του πληθυσμού που πρέπει να διανύσει μεγάλες αποστάσεις. Επίσης, παρατηρείται αύξηση του πληθυσμού που εξυπηρετείται σε μικρές αποστάσεις.

Τα στοιχεία του πίνακα δεν διευκολύνουν τη διαδικασία επιλογής και για το λόγο αυτό θα απεικονιστούν διαγραμματικά ως προς την καλύτερη κατανόηση τους.



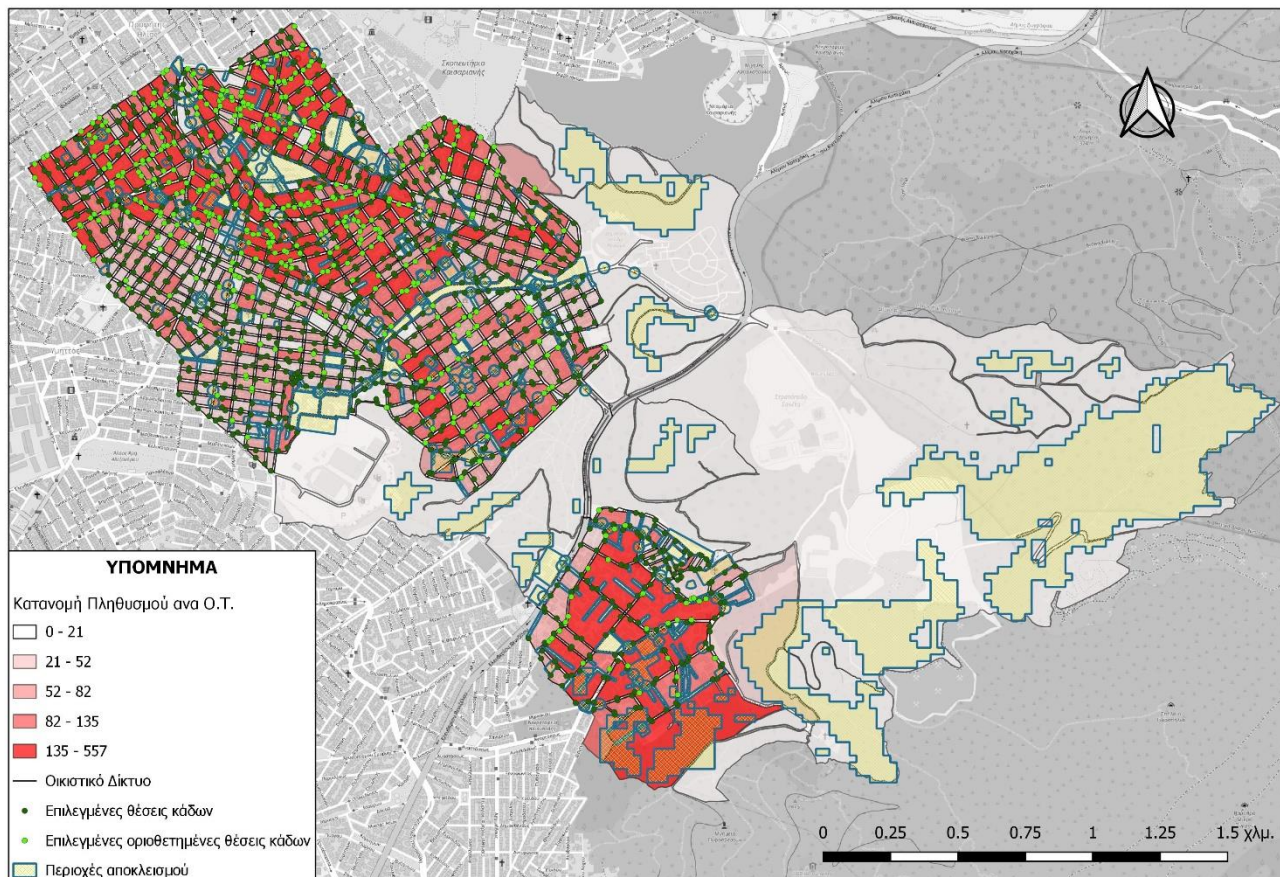
Διάγραμμα 4. Διαγραμματική απεικόνιση του εξυπηρετούμενου πληθυσμού για τα διαφορετικά σενάρια χωροθέτησης



Διάγραμμα 5. Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης απόστασης εξυπηρέτησης για τα διαφορετικά σενάρια χωροθέτησης

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι μετά τον αριθμό των 1400 καδών η χωροθέτηση δεν έχει ιδιαίτερο νόημα ως προς τα αποκομιζόμενα οφέλη (αλλαγή κλίσης γραμμών) αφού πλέον αυτά έχουν αγγίξει τις μέγιστες τιμές τους και παραμένουν σχεδόν σταθερά με την αύξηση του αριθμού των κάδων.

Σημειώνεται ότι η βέλτιστη λύση αφορά σε αριθμό κάδων μικρότερο του υφιστάμενου, το οποίο έχει τη σημασία του καθώς αναδεικνύεται η σπουδαιότητα της σημασίας χωροθέτησης αφού με μικρότερο αριθμό πόρων επιτυγχάνονται βέλτιστα αποτελέσματα.



Χάρτης 17. Προτεινόμενη λύση

Ο παραπάνω χάρτης αποτελεί τη προτεινόμενη λύση χωροθέτησης 1400 κάδων, εκ των οποίων οι 480 καταλαμβάνουν ήδη υφιστάμενες οριοθετημένες θέσεις, λαμβάνοντας υπόψιν και τα κριτήρια αποκλεισμού.

10. Συμπεράσματα

Σε ότι αφορά την διαχείριση των ΑΣΑ στον Δήμο Βύρωνα, τα ποσοστά ανακύκλωσης είναι ακόμα αρκετά χαμηλά και το σχεδόν το σύνολο των ΑΣΑ οδηγείται σε ΧΥΤΑ και επομένως απαιτείται μια καλή σχεδιασμένη χωροθέτηση μέσων προσωρινής αποθήκευσης.

Εξετάζοντας και αναλύοντας την υφιστάμενη κατάσταση παρατηρήθηκε ότι δεν εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση του πληθυσμού ούτε εφαρμόζονται περιορισμοί χωροθέτησης που θα λειτουργούσαν προς όφελος του συνολικού πληθυσμού και θα εξασφάλιζαν καλύτερη ποιότητα ζωής. Επομένως κρίθηκε αναγκαία η επαναχωροθέτηση των μέσων προσωρινής αποθήκευσης του Δήμου Βύρωνα.

Η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών για την επίλυση προβλημάτων χωροθέτησης - κατανομής αποδείχθηκε ουσιαστική καθώς δημιουργήθηκαν διαφορετικά σενάρια και ήταν διαθέσιμες όλες οι πληροφορίες που απαιτούνται για την αξιολόγηση τους και την επιλογή του βέλτιστου σεναρίου. Το μοντέλο p - διάμεσος (median) στοχεύει στη κάλυψη του συνόλου της ζήτησης μειώνοντας στο μέγιστο δυνατό βαθμό το κόστος το οποίο στην εργασία αυτή είναι η απόσταση. Με πιο απλά λόγια επιλέχθηκαν οι καταλληλότερες θέσεις ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη εξυπηρέτηση του πληθυσμού, ενώ η μέγιστη και η μέση απόσταση περιορίζονται στον μέγιστο βαθμό.

Σημαντικό στοιχείο αποτέλεσε η επιτόπια έρευνα όχι μόνο ως προς τη συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων αλλά και ως προς την διεύρυνση των κριτηρίων στην χωροθέτηση αφού η συνομιλία με το προσωπικό αποκομιδής ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη και συνεισέφερε στοιχεία στην ανάλυση.

Όπως αποδείχθηκε και από τα αποτελέσματα της χωροθετικής ανάλυσης μια καλή χωροθέτηση μπορεί να επιτευχθεί ακόμα και με αρκετούς περιορισμούς, όπως προέκυψε και από την ανάδειξη του σεναρίου Γ, που ήταν και αυτό που συγκέντρωνε τους περισσότερους περιορισμούς. Επιπλέον μια καλή χωροθέτηση δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι και κοστοβόρα ως προς τα μέσα. Στη δεύτερη φάση της ανάλυσης προέκυψαν βέλτιστες λύσεις από τον αριθμό των 1400 κάδων και άνω. Προφανώς οι

1400 κάδοι αναδεικνύονται ως ο βέλτιστος αριθμός καθώς δεν απαιτείται και περαιτέρω σπατάλη πόρων για τη προμήθεια νέων κάδων, ένα επιπλέον όφελος.

Σε συνέχεια της προσέγγισης που εφαρμόστηκε στην παρούσα εργασία θα μπορούσαν να επανακαθοριστούν οι τομείς καθαριότητας του δήμου και να εξεταστούν οι διαδρομές των απορριμματοφόρων οχημάτων, έτσι ώστε να οριστούν οι βέλτιστες για ταχύτερη και λιγότερο κοστοβόρα αποκομιδή. Επίσης θα μπορούσαν να εξεταστούν σύγχρονες λύσεις, όπως η χρήση μετρητών πλήρωσης της στάθμης των κάδων, ή η τοποθέτηση όλων ή ενός μέρους των κλασσικών πράσινων κάδων σύμμεικτων αποβλήτων σε υπόγειες εγκαταστάσεις. Οι σύγχρονες λύσεις που μας προσφέρονται από την ευρωπαϊκή και διεθνή εμπειρία μπορούν να βελτιώσουν σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό τη ποιότητα ζωής στις τοπικές κοινωνίες. Ο τρόπος που αυτές θα εφαρμοστούν, καθώς τις περισσότερες φορές δεν είναι εφικτή η καθολική εφαρμογή αυτόματα αλλά τμηματικά και σταδιακά, αποτελεί από μόνο του πεδίο επεξεργασίας και έρευνας.

11. Βιβλιογραφία

Ανδρεαδάκης Α., Πανταζίδου Μ., Σταθόπουλος Α., Χατζημπίρος Κ., Περιβαλλοντική Τεχνολογία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα 2003.

Βλαστός, Θ., Μπιρμπίλη, Κ., (1999), "Δίκτυα συλλογής και διαχείρισης αστικών στερεών απορριμμάτων", από Βιβλίο "Σχεδιασμός, Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μέθοδοι εκτίμησής τους", Τόμος Α, Εκδόσεις ΕΑΠ

Γεωργακέλλος Δ. και Καρβούνης Σ. (2003), «Διαχείριση του περιβάλλοντος», Αθήνα, Σταμούλη Α.Ε.

Γιαννούλη Ε., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας «Βελτιστοποίηση αποκομιδής στερών αποβλήτων» στον Δήμο Αλμυρού, Βόλος, 2015

Καλλία - Αντωνίου Α. (2009) «Το νομικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διαχείριση αποβλήτων - Η Ελλάδα ενώπιον του ΔΕΚ», περιοδικό Περ/Δικ, Νο 4, σ. 662-676

Καραγιαννίδης Α., Μουσιόπουλος Ν. (2002), Διαχείριση Απορριμμάτων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Λιόλιος Μηχάλης «Χωροθετική ανάλυση και βελτιστοποίηση του συστήματος συλλογής αστικών στερεών αποβλήτων - Η περίπτωση του Δήμου Ζωγράφου», Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία, Αθήνα, 2017

Μαλλιαρός, Χ. (2000). Περιβάλλον, ρύπανση, τεχνικές αντιρρύπανσης αέρια, υγρά και στερεά απόβλητα, Αθήνα: Μεταίχιμο

Μανιάτης, Γ. (1996), Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Θεσσαλονίκη: Ζήτη

Μουσιόπουλος, Ν., Καραγιαννίδης, Α., (2002), "Διαχείριση απορριμμάτων", Έκδοση Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη

Νταράκας Ε. (2014), «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σημειώσεις τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, τομέας υδραυλικής και τεχνικής περιβάλλοντος.

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

«Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Απορριμμάτων του Δήμου Βύρωνα»,
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Νοέμβριος 2015

«Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Απορριμμάτων του Δήμου Βύρωνα»,
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Νοέμβριος 2015

Φάμελλος, Σ., (2004), "Σχεδιασμός συστήματος και μονάδας ανακύκλωσης
απορριμμάτων στην ανατολική Θεσσαλονίκη", Διπλωματική εργασία στο 92
μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών "Περιβαλλοντικός σχεδιασμός έργων υποδομής",
ΕΑΠ, Πάτρα

Φάμελλος, Σ., (2002), "Χαρακτηριστικά και διαχείριση στερεών αποβλήτων",
Εκπαιδευτικές Σημειώσεις Σεμιναρίου ΤΕΕ "Μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων",
Σέρρες

Φώτης, Γ. (2010). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Αθήνα: Γκοβόστη

Den Boer, E., Jędrzak, A., Kowalski, Z., Kulczycka, J., & Szpadt, R. (2010). A review
of municipal solid waste composition and quantities in Poland. *Waste Management*,
30(3), 369- 377.

Daniel Hoornweg and Perinaz Bhada-Tata, March 2012, No. 15, WHAT A WASTE A
Global Review of Solid Waste Management, "The world bank"

«EU Waste Policy and Challenges for Regional and Local Authorities», 2002

Gallardo, M. Carlos , M. Peris, F.J. Colomer, (2015) Methodology to design a municipal
solid waste pre-collection system. A case study, Elsevier, *Waste Management*

Karl-Heinrik Robert (1997) "The Natural Step: A Framework for Achieving
Sustainability in Our Organizations", Cambridge MA, Pegasus Ed.

Kreith F. and Tchobanoglous G. (2010): «Εγχειρίδιο Διαχείρισης Στερεών αποβλήτων»,
δεύτερη έκδοση, Θεσσαλονίκη, εκδόσεις Τζιολα

Lebersorger S., Obersteiner G., Salhofer S. and Schneider F (2008), «Potentials for the
prevention of municipal solid waste», *Waste Management*, 28 (2), pp. 245 - 259

R. Nithy, A. Velumani, S.R.R. Senthil Kumar, 2012 «Optimal location and proximity
distance of municipal solid waste collection bin using GIS: A case study of Coimbatore
city»

Sharholly, M., Ahmad, K., Mahmood, G., & Trivedi, R. C. (2008). Municipal solid waste
management in Indian cities–A review. *Waste management*, 28(2), 459-467.

Shekdar, A. V. (2009). Sustainable solid waste management: an integrated approach for Asian countries. *Waste management*, 29(4), 1438-1448.

Sumedh D. Kashid, Ajay D. Nagne, K.V. Kale, 2015 «Solid waste management: bin allocation and relocation by using remote sensing and GIS»,

Swedish Legislation The Planning and Building Act. The Act on Technical Requirements for Construction Works, etc. The Environmental Code. Current wording June 1st 2004

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). Integrated solid waste management: engineering principles and management issues. McGraw-Hill Science/Engineering/Math.

Zaman, A. U., & Swapan, M. S. H. (2016). Performance evaluation and benchmarking of global waste management systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 114, 32-41.

