



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ
ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ
ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ-ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΟΥΣΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΑΜ: 2018050098



ΧΑΝΙΑ, 2023



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

**ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ
ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ
ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ-ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΟΥΣΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΑΜ: 2018050098

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΓΙΑΝΝΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΣΤΕΦΑΝΑΚΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

ΡΟΖΑΚΗΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ

ΧΑΝΙΑ, 2023

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της συγκεκριμένης εργασίας εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή αυτής για εκπαιδευτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της εργασίας για άλλο σκοπό θα πρέπει να απευθύνονται στον συγγραφέα της. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που εμπεριέχονται στην παρούσα εκφράζουν τον συντάκτη της και δεν θα πρέπει να ερμηνευτούν ως επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον καθηγητή μου, κύριο Γιαννή Απόστολο, που με την κατάρτιση και τις γνώσεις του με βοήθησε καθόλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της εργασίας μου. Επιπλέον, κρίσιμη ήταν η συμβολή του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού για τα χρήσιμα στοιχεία που μου παρείχε, με στόχο την εκπόνηση του πρακτικού τμήματος της διπλωματικής μου εργασίας, αλλά και του κ.Βασίλη Κρητικού, Αντιδήμαρχο Περιβάλλοντος και Πολιτικής Προστασίας του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού, καθώς υπήρξε ανεκτίμητος συμπαράστατης στην προσπάθειά μου. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ θέλω να δώσω στους κοντινούς μου ανθρώπους που ήταν πάντα εκεί για μένα, σε ό,τι χρειάστηκα καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων, η συλλογή και η μεταφορά αποτελούν τις διαδικασίες με το σημαντικότερο ενεργειακό αποτύπωμα και τη σημαντικότερη επίδραση στο αστικό περιβάλλον, εξαιτίας της κατανάλωσης καυσίμου των οχημάτων και των εκπομπών αερίων που αυτή συνεπάγεται. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον φαίνεται να μην εξαρτώνται μόνο από την ενεργειακή κατανάλωση, αλλά και από τις εκπομπές αερίων, όπως αυτές καθορίζονται από τα ευρωπαϊκά πρότυπα συμμόρφωσης των κινητήρων καύσης, ανάλογα με την χρονολογία κατασκευής τους. Η εργασία αυτή έχει ως σκοπό να αξιολογήσει τον στόλο των οχημάτων συλλογής και μεταφοράς στερεών αποβλήτων του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού για το έτος 2021, ως μία περίπτωση αντιπροσωπευτική για τους δήμους της Περιφέρειας Αττικής. Προς επίτευξη των παραπάνω συλλέχτηκαν δεδομένα από τα αρχεία του Δήμου, τα οποία αναλύθηκαν και επεξεργάστηκαν. Αρχικά, διακρίθηκαν η διαδικασία της συλλογής από τη διαδικασία της μεταφοράς και ορίστηκαν τρία διαφορετικά κλάσματα αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα), τέσσερις χωροταξικές ζώνες (οικιστική, εμπορική, βιομηχανική, τουριστική) -ανάλογα με τις χρήσεις γης σε αυτές- και τέσσερα περιβαλλοντικά πρότυπα συμμόρφωσης των οχημάτων (Euro III, Euro IV, Euro V και Euro VI) -ανάλογα με την σύνθεση του στόλου. Κατόπιν, υπολογίστηκαν οι καταναλώσεις καυσίμου με βάση όλες αυτές τις παραμέτρους και τελικά, οι αντίστοιχες εκπομπές αερίων. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών έδειξαν ότι ο καθοριστικότερος παράγοντας για την κατανάλωση καυσίμου είναι ο σχεδιασμός των δρομολογίων και ότι τα όρια των εκπομπών αερίων, όπως αυτά τίθενται από τα ευρωπαϊκά πρότυπα συμμόρφωσης, συμβάλλουν στη βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του στόλου των οχημάτων και επιδρούν ευεργετικά, τουλάχιστον ως προς την μόλυνση της ατμόσφαιρας.

ABSTRACT

In integrated urban solid waste management systems, collection and transport are the processes with the most significant energy footprint and the most significant impact on the urban environment, due to vehicle fuel consumption and the gas emissions it entails. The impact on the environment seems to depend not only on energy consumption, but also on gas emissions, as determined by the European compliance standards of combustion engines, depending on their date of manufacture. The main goal of this project is to evaluate the fleet of solid waste collection and transport vehicles of the Municipality of Argypoli-Elliniko for the year 2021, as an indicative case for the municipalities of the Attica Region. Hence, data was collected from the archives of the Municipality, which were analyzed and processed. Initially, the collection process was distinguished from the transport process and three different fractions of waste were defined (mixed, recyclable, bio-waste), four zones (residential, commercial, industrial, tourist) -according to the land uses in them- and four environmental vehicle compliance standards (Euro III, Euro IV, Euro V and Euro VI) - dependent on the fleet synthesis. Then, fuel consumption was calculated based on all these parameters and finally, the corresponding gas emissions. Calculations showed that the most decisive factor for fuel consumption is the planning of the routes and that the gas emission limits, as set by the European compliance standards, contribute to the amelioration of the environmental footprint of the vehicle fleet and have a beneficial effect, at least in terms of air pollution.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή.....	11
2. Θεωρητικό μέρος.....	12
2.1 Διαχείριση των στερεών αποβλήτων	12
2.2 Συστήματα συλλογής και μεταφοράς αποβλήτων.....	14
2.2.1 Συλλογή.....	14
2.2.2 Μεταφορά.....	14
2.2.3 Μεταφόρτωση.....	15
2.3 Ανακύκλωση.....	16
2.3.1 Βιαπόβλητα.....	17
2.4 Εθνική πολιτική διαχείρισης των ΑΣΑ.....	18
2.4.1 Δίκτυο διάθεσης των ΑΣΑ.....	20
2.5 Επιπτώσεις από τη διαχείριση των ΑΣΑ.....	20
2.6 Περιβαλλοντικές εκπομπές.....	23
3. Μεθοδολογία.....	27
3.1 Χαρακτηριστικά Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού.....	27
3.1.1 Χρήσεις γης.....	28
3.1.2 Ποσότητες παραγόμενων ΑΣΑ.....	30
3.1.3 Σύνθεση παραγόμενων ΑΣΑ.....	32
3.2 Διαχείριση ΑΣΑ στον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού.....	34
3.2.1 Αποκομιδή και μεταφορά απορριμμάτων - Υποδομές.....	37
3.2.2 Αποκομιδή και μεταφορά απορριμμάτων - Πρόγραμμα.....	41
3.2.3 Κόστος διαχείρισης ΑΣΑ.....	43
3.3 Σχεδιασμός μοντέλου - Ορισμοί.....	46
3.4 Υπολογισμοί.....	50
3.4.1 Υπολογισμοί καταναλώσεων καυσίμου.....	50
3.4.2 Υπολογισμοί εκπομπών αερίων.....	55
4. Ανάλυση αποτελεσμάτων.....	57
4.1 Κατανάλωση καυσίμου κατά τη συλλογή.....	57
4.1.1 Ως προς τα κλάσματα αποβλήτων.....	57
4.1.2 Ως προς τις χωροταξικές ζώνες	60
4.2 Κατανάλωση καυσίμου κατά τη μεταφορά.....	64
4.2.1 Ως προς τα κλάσματα αποβλήτων.....	64
4.2.2 Ως προς τις χωροταξικές ζώνες.....	67
4.3 Περιβαλλοντικές εκπομπές.....	72
4.3.1 Καταναλώσεις καυσίμου ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα (Euro).....	72
4.3.2 Εκπομπές αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα (Euro).....	77
5. Συμπεράσματα - Προτάσεις.....	87
Βιβλιογραφία.....	90

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2-1 Πρότυπα εκπομπών της ΕΕ για κινητήρες ντίζελ βαρέως τύπου. Δοκιμές σταθερής κατάστασης.....	26
Πίνακας 2-2 Πρότυπα εκπομπών της ΕΕ για κινητήρες ντίζελ βαρέως τύπου. Μεταβατικές δοκιμές.....	26
Πίνακας 3-1 Κατανομή κτηρίων Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού ανά χρήση.....	29
Πίνακας 3-2 Χαρακτηριστικά οχημάτων συλλογής σύμμεικτων και ανακυκλώσιμων αποβλήτων.....	39
Πίνακας 3-3 Κατανομή κάδων στους τομείς καθαριότητας του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού.....	41
Πίνακας 3-4 Πίνακας δεδομένων και υπολογισμών καταναλώσεων για το κλάσμα των σύμμεικτων αποβλήτων.....	52
Πίνακας 3-5 Πίνακας δεδομένων και υπολογισμών καταναλώσεων για το κλάσμα των ανακυκλώσιμων υλικών.....	53
Πίνακας 3-6 Πίνακας δεδομένων και υπολογισμών καταναλώσεων για το κλάσμα των βιοαποβλήτων.....	53
Πίνακας 3-7 Εκπομπές οχήματος συλλογής απορριμμάτων σε αστικό περιβάλλον, Υπουργείο Μεταφορών Δανίας (TEMA2000).....	55
Πίνακας 3-8 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις εκπομπές αερίων, κατά τη συλλογή και μεταφορά απορριμμάτων, με αναγωγή σε μονάδες/άτομο/έτος (Stranddorf κ.ά. 2005).....	56
Πίνακας 4-1 Δεδομένα καταναλώσεων (συλλογής και μεταφοράς) ανά κλάσμα αποβλήτων, ως προς το περιβαλλοντικό πρότυπο των οχημάτων που τα συλλέγουν.....	78
Πίνακας 4-2 Υπολογισμοί εκπομπών CO ₂ για τη συλλογή και μεταφορά όλων των κλασμάτων αποβλήτων, ανάλογα με το περιβαλλοντικό πρότυπο των οχημάτων που τα συλλέγουν.....	79
Πίνακας 4-3 Υπολογισμοί εκπομπών NO _x για τη συλλογή και μεταφορά όλων των κλασμάτων αποβλήτων, ανάλογα με το περιβαλλοντικό πρότυπο των οχημάτων που τα συλλέγουν.....	79
Πίνακας 4-4 Υπολογισμοί εκπομπών HC για τη συλλογή και μεταφορά όλων των κλασμάτων αποβλήτων, ανάλογα με το περιβαλλοντικό πρότυπο των οχημάτων που τα συλλέγουν.....	80
Πίνακας 4-5 Υπολογισμοί εκπομπών PM για τη συλλογή και μεταφορά όλων των κλασμάτων αποβλήτων, ανάλογα με το περιβαλλοντικό πρότυπο των οχημάτων που τα συλλέγουν.....	80

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 3-1 Παραγόμενες ποσότητες σύμμεικτων απορριμμάτων 2018-2021.....	30
Διάγραμμα 3-2 Παραγόμενες ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών 2018-2021.....	30
Διάγραμμα 3-3 Μηνιαία κατανομή των παραγόμενων σύμμεικτων ΑΣΑ προς τις εγκαταστάσεις του ΕΔΣΝΑ (ΧΥΤΑ, ΕΜΑ) και συλλογή αποβλήτων συσκευασιών (μπλε κάδος) στον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού.....	32
Διάγραμμα 3-4 Εκτίμηση σύστασης ΑΣΑ Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού.....	33
Διάγραμμα 3-5 Δαπάνες διαχείρισης ΑΣΑ (2017-2020).....	45
Διάγραμμα 3-6 Κόστος διαχείρισης ΑΣΑ (2017-2020)	46
Διάγραμμα 4-1 Μεταβολή κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (σύμμεικτα).....	57
Διάγραμμα 4-2 Μεταβολή κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (ανακυκλώσιμα).....	58
Διάγραμμα 4-3 Μεταβολή κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (βιοαπόβλητα).....	59
Διάγραμμα 4-4 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (οικιστική ζώνη).....	61
Διάγραμμα 4-5 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (εμπορική ζώνη).....	61
Διάγραμμα 4-6 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (βιομηχανική ζώνη).....	62
Διάγραμμα 4-7 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (τουριστική ζώνη).....	63
Διάγραμμα 4-8 Μεταβολή κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (σύμμεικτα).....	64
Διάγραμμα 4-9 Μεταβολή κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (ανακυκλώσιμα).....	65
Διάγραμμα 4-10 Μεταβολή κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (βιοαπόβλητα).....	66
Διάγραμμα 4-11 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (οικιστική ζώνη).....	68
Διάγραμμα 4-12 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (εμπορική ζώνη).....	69
Διάγραμμα 4-13 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (βιομηχανική ζώνη).....	70

Διάγραμμα 4-14 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (τουριστική ζώνη).....	71
Διάγραμμα 4-15 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση, ανάλογα με το ευρωπαϊκό πρότυπο(σύμμεικτα).....	72
Διάγραμμα 4-16 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση, ανάλογα με το ευρωπαϊκό πρότυπο (ανακυκλώσιμα).....	73
Διάγραμμα 4-17 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση, ανάλογα με το ευρωπαϊκό πρότυπο (βιοαπόβλητα).....	74
Διάγραμμα 4-18 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση, ανάλογα με το ευρωπαϊκό πρότυπο (σύμμεικτα).....	74
Διάγραμμα 4-19 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση, ανάλογα με το ευρωπαϊκό πρότυπο (ανακυκλώσιμα).....	76
Διάγραμμα 4-20 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση, ανάλογα με το ευρωπαϊκό πρότυπο (βιοαπόβλητα).....	77
Διάγραμμα 4-21 Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα του στόλου των οχημάτων, κατά τη συλλογή των σύμμεικτων.....	81
Διάγραμμα 4-22 Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα του στόλου των οχημάτων, κατά τη μεταφορά των σύμμεικτων.....	82
Διάγραμμα 4-23 Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα του στόλου των οχημάτων, κατά τη συλλογή των ανακυκλωσίμων.....	83
Διάγραμμα 4-24 Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα του στόλου των οχημάτων, κατά τη μεταφορά των ανακυκλωσίμων.....	84
Διάγραμμα 4-25 Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα του στόλου των οχημάτων, κατά τη συλλογή των βιοαποβλήτων.....	85
Διάγραμμα 4-26 Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα του στόλου των οχημάτων, κατά τη μεταφορά των βιοαποβλήτων.....	85

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2-1 Πυραμίδα διαχείρισης αποβλήτων.....	12
Εικόνα 3-1 Θέση Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού.....	27
Εικόνα 3-2 Εγκαταστάσεις Δ/σης Περιβάλλοντος & Πολιτικής Προστασίας Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού.....	37
Εικόνα 3-3 Κατανομή οχημάτων, ανάλογα με το κλάσμα συλλογής.....	38
Εικόνα 3-4 Τομείς καθαριότητας Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού.....	40
Εικόνα 3-5 Διαδρομές προσέγγισης τομέων καθαριότητας.....	43
Εικόνα 3-6 Σχηματικό μοντέλο διαδρομών μεταφοράς και συλλογής των αποβλήτων.....	48
Εικόνα 3-7 Κατανομή των τομέων καθαριότητας ως προς τις χρήσεις γης...	49

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

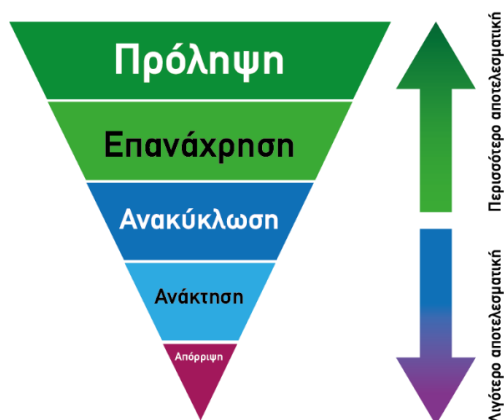
Ένα από τα μεγαλύτερα ζητήματα που μας απασχολούν στις μέρες μας είναι η διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Το θέμα αυτό συνδέεται άρρηκτα και έχει πολλές προεκτάσεις στον τεχνολογικό, κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό τομέα καθώς επίσης σχετίζεται και με το ζήτημα της υγείας και της ποιότητας ζωής των ανθρώπων. Οι συνεχείς επιστημονικές έρευνες και μελέτες είχαν ως αποτέλεσμα να ιεραρχηθούν οι διαφορετικές μέθοδοι διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την καθιέρωση αυτού του τρόπου ιεράρχησης στη νομολογία και νομοθεσία των κρατών της Ευρωπαϊκής κοινότητας, μεταξύ των οποίων βρίσκεται και η χώρα μας. Ο βασικός στόχος κάθε πολιτικής που σχετίζεται με τη διαχείριση των αποβλήτων θα πρέπει να είναι η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον και την υγεία μας. Ακόμη, στην προσπάθεια προώθησης και πρακτικής εφαρμογής της ιεράρχησης των μεθόδων διαχείρισης των στερεών αποβλήτων θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ελαχιστοποίηση της χρήσης φυσικών πόρων.

Το ζήτημα συλλογής και μεταφοράς των ΑΣΑ αποτελεί το κρίσιμότερο στάδιο στη διαχείριση των αποβλήτων. Οι διαδικασίες αυτές καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μερίδιο του κόστους της διαχείρισης, εξαιτίας του ότι σε αυτές καταναλώνεται η περισσότερη ενέργεια και εξαιτίας αυτής της κατανάλωσης επιβαρύνεται περισσότερο το περιβάλλον: Προκαλούνται εκπομπές τοξικών αερίων, απώλεια φυσικών και οικονομικών πόρων και γενικότερα υποβαθμίζεται η ποιότητα ζωής. Για τους προαναφερθέντες λόγους, στην παρούσα διπλωματική εργασία θα μελετηθούν οι καταναλώσεις των απορριμματοφόρων κατά τη συλλογή και μεταφορά, ως προς τρία κλάσματα αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα), ως προς τέσσερις χωροταξικές ζώνες (οικιστική, εμπορική, βιομηχανική, τουριστική) και ως προς τέσσερα περιβαλλοντικά πρότυπα κινητήρων (Euro III, Euro IV, Euro V, Euro VI). Επίσης, θα μελετηθούν οι εκπομπές αερίων (Διοξείδιο του άνθρακα CO₂, οξείδια του αζώτου NO_x, υδρογονάνθρακες HC, αλλά και μικροσωματίδια PM), ως προς τα περιβαλλοντικά πρότυπα Euro των κινητήρων των οχημάτων.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 Διαχείριση των στερεών αποβλήτων

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση βασίζεται στην κατανομή των μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων. Η κατανομή αυτή απεικονίζεται στην παρακάτω πυραμίδα(Εικ. 2-1). Όσο κοντά στη βάση βρίσκεται μία μέθοδος για τη διαχείριση των αποβλήτων στην πυραμίδα, τόσο πιο επωφελής είναι. Η πυραμίδα διαχείρισης αποβλήτων αποτελεί βάση στη Θεματική Στρατηγική της Ε.Ε. για την Πρόληψη και την Ανακύκλωση των Αποβλήτων, η οποία έχει ενταχθεί και στην νομοθεσία της χώρας μας με τον Ν. 4042/2012. Η στρατηγική αυτή έχει ως κύρια λογική ότι τα απόβλητα είναι ένας πολύτιμος πόρος, ο οποίος εάν αξιοποιηθεί σωστά, μπορεί να αποδώσει πολλαπλά οφέλη. Η υγειονομική ταφή τους, λοιπόν, πρέπει να αποτελεί την τελευταία διαθέσιμη επιλογή. Βέβαια, κάθε είδους επεξεργασία στα απόβλητα, όσο βιώσιμη και εάν είναι, προϋποθέτει σημαντική κατανάλωση ενέργειας και πόρων. Επομένως, συμπεραίνεται ότι τα πιο πολλά πλεονεκτήματα επιτυγχάνονται μέσω της πρόληψης για την παραγωγή αποβλήτων.



Εικόνα 2-1 Πυραμίδα διαχείρισης

Η πρόληψη για την παραγωγή αποβλήτων αποτελεί προοδευτικά το πιο σημαντικό στάδιο στον σχεδιασμό της πολιτικής διαχείρισης αποβλήτων. Μία μέθοδος γι' αυτό είναι ο βιώσιμος σχεδιασμός των προϊόντων, προκειμένου να γίνεται χρήση ανακυκλώσιμων πρώτων υλών και να εμπεδοθεί από τους καταναλωτές μία κουλτούρα στην αγορά προϊόντων με λιγότερη συσκευασία. Για παράδειγμα, στην πρόληψη εντάσσεται η οικιακή κομποστοποίηση κ.ά.

Επανάχρηση σημαίνει ότι προϊόντα και συστατικά χρησιμοποιούνται επαναλαμβανόμενα. Η επανάχρηση, για παράδειγμα, επίπλων και ρούχων,

που σε διαφορετική περίπτωση θα κατέληγαν στα σκουπίδια, αποφέρει διάφορα οφέλη (εκτός των περιβαλλοντικών), καθώς οδηγεί στη δημιουργία θέσεων εργασίας και διαθέτει στην αγορά προϊόντα, προοριζόμενα για πολίτες χωρίς μεγάλη οικονομική δυνατότητα. Επανάχρηση είναι, για παράδειγμα, τα μελανοδοχεία εκτυπωτών, ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός, η επαναχρησιμοποίηση μεταχειρισμένων ενδυμάτων, τα μεταχειρισμένα επίπλα, κ.ά.

Τα περισσότερα από τα απορρίμματα καταλήγουν στην ανακύκλωση. Στη χώρα μας, υπάρχουν σήμερα 22 συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης και ανακύκλωσης. Μέσα από την ανακύκλωση γίνεται εξοικονόμηση πρώτων υλών που σε διαφορετική περίπτωση εισάγονται με σημαντικό περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος. Η ανακύκλωση προϋποθέτει έναν παραγωγό με υπευθυνότητα, αλλά και έναν πολίτη με υπευθυνότητα, προκειμένου να διαχωρίζονται τα απόβλητα στην πηγή και να απορρίπτονται, σύμφωνα με το είδος τους, στους αντίστοιχους περιέκτες.

Ανάκτηση σημαίνει κυρίως αποτέφρωση των απορριμμάτων, που αποσκοπεί στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, θέρμανσης και ατμού. Αυτή η διαδικασία, εάν δεν πραγματοποιηθεί με τον κατάλληλο τρόπο, ενέχει απειλές για το περιβάλλον και την υγεία. Κατά τη διαδικασία αυτή, λοιπόν, πρέπει να πληρούνται ορισμένες προδιαγραφές ασφάλειας. Σε γενικές γραμμές, η επιλογή της αποτέφρωσης των αποβλήτων δεν τυγχάνει ιδιαίτερης προτίμησης όσον αφορά στη διαχείριση των αποβλήτων και αυτό γίνεται εμφανές από το γεγονός ότι τα Ευρωπαϊκά κράτη μέλη εφαρμόζουν κυρίως μεθόδους που βρίσκονται σε υψηλότερη ιεραρχική θέση σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους διαχείρισης. Η έσχατη λύση στη σειρά προτίμησης των μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων είναι η απόρριψη με προορισμό την υγειονομική ταφή. Από τη διαδικασία ταφής των αποβλήτων παράγεται μεθάνιο, το οποίο είναι σχετιζόμενο με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η αποσύνθεση των αποβλήτων εκπέμπει στην ατμόσφαιρα χημικές ουσίες, οι οποίες ρυπαίνουν το έδαφος και το νερό. Έχει υπολογιστεί ότι ένας ΧΥΤΑ ρυπαίνει σε καθημερινή βάση, τόσο νερό, όσο καταναλώνει ένα μέσο νοικοκυριό, ετησίως.

2.2 Συστήματα συλλογής και μεταφοράς αποβλήτων

2.2.1 Συλλογή

Προσωρινή αποθήκευση είναι η απόθεση των αποβλήτων σε ορισμένο και κατάλληλο χώρο, έως το στάδιο της συλλογής τους. Την ευθύνη της επιλογής και της διάταξης των μέσων προσωρινής αποθήκευσης έχει ο Δήμος. Η επιλογή, η κατανομή και η χωροθέτηση του συστήματος προσωρινής αποθήκευσης των ΑΣΑ αποτελεί βασική προτεραιότητα για την αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων σε κάθε Δήμο. Η προσωρινή αποθήκευση των ΑΣΑ ξεκινά από το χρονικό σημείο που οι χρήστες τα απορρίπτουν, έως τη στιγμή που αυτά συλλέγονται από τα απορριμματοφόρα οχήματα. Οι κάδοι και οι σακούλες αποτελούν τα συνηθέστερα μέσα προσωρινής αποθήκευσης. Οι σακούλες είναι εύκολες στη χρήση, αλλά καταστρέφονται εύκολα και δημιουργούν εστίες μόλυνσης.

Το στάδιο της προσωρινής αποθήκευσης ακολουθείται από το στάδιο της συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων. Αυτό είναι ένα από τα πιο σημαντικά στάδια, γιατί καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό του συνολικού κόστους διαχείρισης και γενικότερα επηρεάζεται σημαντικά η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών στους πολίτες.

2.2.2 Μεταφορά

Η διαδικασία αυτή εξαρτάται από τις εναλλακτικές επιλογές του εκάστοτε φορέα διαχείρισης, προκειμένου να εκτελείται η διαδικασία με τον αποτελεσματικότερο τρόπο. Αυτές οι επιλογές περιλαμβάνουν: Τη συχνότητα και τα σημεία συλλογής, το αναγκαίο προσωπικό και τον απαιτούμενο μηχανολογικό εξοπλισμό, τον προγραμματισμό στα δρομολόγια και την προσαρμογή του εξοπλισμού στην σύγχρονη τεχνολογία. Υπάρχουν διάφοροι τύποι απορριμματοφόρων οχημάτων. Τα καινούργια απορριμματοφόρα έχουν σύστημα συμπίεσης των ΑΣΑ και ανυψωτικούς μηχανισμούς κάδων. Τα ανατρεπόμενα χρησιμοποιούνται στις μέρες μας, μόνο για τη συλλογή ογκωδών αποβλήτων. Τα καινούργια απορριμματοφόρα οχήματα μπορεί να είναι: α) τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου, με σύστημα συμπίεσης το οποίο επιτυγχάνει την ομογενοποίηση των απορριμμάτων. Αυτά είναι κατάλληλα για απορρίμματα με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, είναι οικονομικότερα και

απαιτούν λιγότερη συντήρηση και β) τύπου πρέσας, τα οποία είναι κατάλληλα για ογκώδη αντικείμενα και για συλλογή απορριμμάτων κατά τη διάρκεια της νύχτας, επειδή παράγουν λιγότερο θόρυβο. Η συμμετοχή των κατοίκων με την πραγματοποίηση ενεργειών όπως η ορθή τοποθέτηση των ΣΑ επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την αποδοτικότητα του σταδίου αυτού. Φυσικά, παράγοντες όπως το πλήθος των διαδρομών, των ωρών συλλογής, καθώς και η ποσότητα των κάδων διαδραματίζουν επίσης κομβικό ρόλο στο συγκεκριμένο στάδιο.

2.2.3 Μεταφόρτωση

Τα απορρίμματα, μόλις ολοκληρωθεί το στάδιο συλλογής, οδηγούνται είτε στα σημεία όπου γίνεται η επεξεργασία είτε στους Σταθμούς Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ). Σε αυτά τα σημεία γίνεται μεταφόρτωση του φορτίου των απορριμματοφόρων οχημάτων σε άλλα τροχήλατα μηχανήματα και στη συνέχεια το φορτίο μεταφέρεται στο πεδίο τελικής διάθεσης. Ο Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων είναι, είτε σταθερός, στον οποίο όλες οι εργασίες διεξάγονται σε καθορισμένο χώρο με την κατάλληλη τεχνική υποδομή και σταθερή εγκατάσταση, είτε κινητός, δηλαδή οποιοδήποτε είδος οχήματος ή αλληλουχία οχημάτων, η οποία είναι κατάλληλα εξοπλισμένη για την υποδοχή και την συμπίεση των ΣΑ. Στο στάδιο αυτό, τα απορρίμματα υφίστανται συμπίεση, με σκοπό το μέγιστο επιτρεπόμενο ωφέλιμο φορτίο, για την μετέπειτα μεταφορά τους. Η διαδικασία της συμπίεσης γίνεται κυρίως με δύο τρόπους: α) με ειδικά οχήματα ή β) με την δεματοποίηση των απορριμμάτων, σε εγκαταστάσεις που επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός συμπίεσης. Οι ΣΜΑ πρέπει να χωροθετημένοι σε κεντροβαρικά σημεία σε σχέση με τις πηγές παραγωγής των ΑΣΑ, προκειμένου να διανύεται από τα απορριμματοφόρα η ελάχιστη δυνατή απόσταση έως εκεί, για να επιτύχουν την μέγιστη δυνατή οικονομική απόδοση. Αποδοτικός θεωρείται ένας Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων, όταν η απόσταση του πεδίου διάθεσης είναι μεγαλύτερη των 30χλμ. και η ημερήσια ποσότητα των ΑΣΑ είναι μεγαλύτερη από 20 τόνους.

2.3 Ανακύκλωση

Τα τελευταία χρόνια, η ανακύκλωση κατέχει πρωταγωνιστικό ρόλο στην ευρωπαϊκή και εθνική πολιτική διαχείρισης των απορριμμάτων. Η ανακύκλωση περιλαμβάνει τον διαχωρισμό των ΑΣΑ σε ομοειδείς κατηγορίες των συστατικών τους, ανάκτηση των υλικών και επανάχρησή τους. Ωστόσο, ξεκάθαρος νομικός ορισμός δεν υφίσταται και, επιπλέον, δεν είναι απλό να γίνει διαχωρισμός όλων των υλικών των ΑΣΑ, με σκοπό να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά. Βασικοί πυλώνες για όλα τα συστήματα ανακύκλωσης αποτελούν: το σύστημα διαλογής των ΑΣΑ, η καθαρότητα των υλικών που ανακτώνται, η ύπαρξη στην αγορά ανακυκλώσιμων αγαθών και η θεσμική και οικονομική υποστήριξη. Για οποιοδήποτε σύστημα ανακύκλωσης, καθοριστικοί παράγοντες είναι το σύστημα διαλογής των ΑΣΑ, η καθαρότητα των ανακτώμενων υλικών, η ύπαρξη στην αγορά ανακυκλώσιμων προϊόντων και η οργανωτική, οικονομική και θεσμική υποστήριξη. Το ποσοστό ανακύκλωσης οικιακών απορριμμάτων στη χώρα μας, σύμφωνα με τα επίσημα δεδομένα, παρουσιάζει αξιόλογη αύξηση, κατά τα τελευταία 8 χρόνια. Επιπρόσθετα, μέσω της ανακύκλωσης των οικιακών και άλλων κλασμάτων (λάστιχων, λιπαντικών ελαίων, συσσωρευτών) έχει μειωθεί σημαντικά ο όγκος των αποβλήτων που οδηγούνται στην ταφή (μείωση της τάξεως των 5,2 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων κάθε χρόνο). Ακόμη, χάρη στη διαδικασία της ανακύκλωσης έχει σημειωθεί σοβαρή εξοικονόμηση ενέργειας η οποία υπολογίζεται σε 2.600.000 GJ, καθώς και στη μείωση στις εκπομπές (ιδίως του CO₂), που φτάνει τους 360.000 τόνους, ετησίως.

Για τον διαχωρισμό των ΑΣΑ, υφίστανται παρακάτω συστήματα διαλογής:

Διαλογή στην πηγή (ΔΣΠ) Διαλογή στην Πηγή σημαίνει ότι τα ανακυκλούμενα υλικά διαχωρίζονται στην πηγή παραγωγής των ΣΑ. Έτσι, μειώνεται η ποσότητα που κατευθύνεται για επεξεργασία ή τελική διάθεση και οργανώνεται στο πλαίσιο μονίμων ή εθελοντικών σχήματων. Για την μέθοδο αυτή, απαραίτητη είναι η ενεργός συμμετοχή των πολιτών, μιας και η διαλογή γίνεται από αυτόν που παράγει τα αποβλήτα, είτε αυτός είναι πολίτης, είτε επιχείρηση.

Μηχανική Διαλογή Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα στις εγκαταστάσεις μηχανικής ανακύκλωσης, στις οποίες πραγματοποιείται επεξεργασία των σύμμεικτων ΑΣΑ. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται διαχωρισμός με μηχανικό τρόπο, ανάκτηση και περαιτέρω επεξεργασία των υλικών. Τα υλικά που ανακτώνται συνήθως είναι: Βιοαπόβλητα, χαρτί, πλαστικό, αλουμίνιο και διάφορα σιδηρούχα μέταλλα. Αν εξαιρέσουμε την πρόσμειξη πλαστικού με χαρτί, που χρησιμοποιείται ως καύσιμο, όλα τα άλλα υλικά ανακυκλώνονται μετά από κατάλληλη επεξεργασία.

2.3.1 Βιοαπόβλητα

Οργανικά ή βιοαπόβλητα είναι εκείνα, τα απόβλητα τα οποία εντός ικανού χρονικού διαστήματος είναι ικανά να αποδομηθούν με τη βοήθεια διάφορων μικροοργανισμών. Τα βιοαπόβλητα συμπεριλαμβάνουν τα κλαδέματα, τα βιοαποικοδομήσιμα πλαστικά και τα υπολείματα τροφών από σπίτια, μαγειρεία, εστιατόρια και εγκαταστάσεις ομαδικές υγειονομικού χαρακτήρα, χώρους λιανικής πώλησης και αντίστοιχα απόβλητα από χώρους μεταποίησης τροφίμων. Συμπεριλαμβάνονται στα αστικά στερεά απόβλητα, αλλά επειδή έχουν ιδιαίτερη φύση, πρέπει να αξιοποιούνται με ειδικό τρόπο. Όπου υπάρχει παρουσία του ανθρώπου, υπάρχει και παραγωγή βιοαποβλήτων. Η μη ορθή διαχείριση των βιοαποβλήτων έχει σοβαρές περιβαλλοντικές συνέπειες και είναι δυνατόν να προκαλέσει ατμοσφαιρική ρύπανση, ρύπανση στον υδροφόρο ορίζοντα και στο έδαφος, να έχει επιπτώσεις στην κλιματική αλλαγή, στην ισορροπία του οικοσυστήματος και ειδικότερα στην υγεία. Η ορθή διαχείριση των βιοαποβλήτων έχει ως σκοπό να μειωθούν οι ποσότητες των ΑΣΑ, τα οποία οδηγούνται στους ΧΥΤΑ, την ανάκτηση μεγαλύτερου ποσοστού ενέργειας, την παραγωγή λιπάσματος, ενώ βοηθά και στην ποσοτική και ποιοτική βελτίωση της διαδικασίας της ανακύκλωσης. Κάθε χρόνο, στην Ελλάδα, οδηγούνται σε ΧΥΤΑ περισσότεροι από 2 εκατομμύρια τόνοι βιοαποβλήτων, ενώ μόνο το 1-3% από αυτά μετατρέπεται σε λίπασμα. Η χώρα μας έχει αποτύχει στην υλοποίηση της εκτροπής τους από τους χώρους υγειονομικής ταφής, και θα συνεχίσει να αποτυγχάνει, εάν δεν αλλάξει ο τρόπος διαχείρισης.

Το ζήτημα της διαχείρισης των βιοαποβλήτων (ΒΑ) είναι κομβικό, για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων στη χώρα μας. Οι ενέργειες που χρειάζονται προκειμένου να πραγματοποιήσουμε τους θεσμοθετημένους από την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελληνική Νομοθεσία στόχους, προϋποθέτουν αλλαγή και στροφή προς μία νέα κατεύθυνση αναφορικά με τη διαχείριση αποβλήτων. Αυτή η κατεύθυνση σχετίζεται με την εξεύρεση ολοκληρωμένων λύσεων για τη διαχείριση των αποβλήτων, τη βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και της ποιότητας ζωής και βαθμιαία επίτευξη μίας βιώσιμότερης διαχείρισης των στερεών αποβλήτων.

Η διαδικασία εκτροπής από την ταφή των βιοαποβλήτων (ΒΑ), είναι δυνατή μέσω συνδυασμού των μεθόδων συλλογής και επεξεργασίας (μετά το στάδιο της πρόληψης) και μπορεί να περιλαμβάνει τη διαδικασία της συλλογής (με Διαλογή στην Πηγή ή μαζί με τα σύμμεικτα απόβλητα), της επεξεργασίας και της προώθησης των παραγόμενων στις αγορές (κομποστοποίηση, αναερόβια χώνευση και την αποτέφρωση) και την τελική απόθεση του υπολείμματος (υγειονομική ταφή).

2.4 Εθνική πολιτική διαχείρισης των ΑΣΑ

2.4.1 Δίκτυο συλλογής και μεταφοράς των ΑΣΑ

Η εκάστοτε δημοτική υπηρεσία καθαριότητας, ή η ανάλογη υπηρεσία των Συνδέσμων ή των Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦΟΔΣΑ) είναι οι αρμόδιες υπηρεσίες μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η συλλογή και μεταφορά των ΑΣΑ. Επιπλέον, υφίστανται 502 ιδιωτικές επιχειρήσεις που διαθέτουν άδεια για τη συλλογή και μεταφορά αποβλήτων, και στις συγκεκριμένες υπηρεσίες ανατίθεται από τους Δήμους το έργο της αποκομιδής και μεταφοράς των στερεών αποβλήτων. Αναφορικά με το έργο της μεταφόρτωσης και μεταφοράς των ΑΣΑ υπάρχει η πρόβλεψη στους ΠΕΣΔΑ (Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων) για χρήση των ΣΜΑ ως ενδιάμεσων σταθμών για την τελική απόθεση των στερεών αποβλήτων στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων ή σε Μονάδες Επεξεργασίας Αποβλήτων. Υπάρχουν 55 ΣΜΑ στην Ελλάδα και καλύπτουν την μεταφόρτωση αστικών στερεών αποβλήτων των Δήμων που η θέση τους

εντοπίζεται σε μεγάλη απόσταση από ΧΥΤΑ. 14 νέοι ΣΜΑ είναι σε διαδικασία υλοποίησης.

Εντός των παραγόμενων αποβλήτων εντοπίζονται μεγάλες ποσότητες υλικών που μπορούν να ανακτηθούν και να αξιοποιηθούν. Σύμφωνα με τα δεδομένα του Γραφείου Εναλλακτικής Διαχείρισης του ΥΠΕΚΑ (Υπουργείο Περιβάλλοντος), τις χρονιές 2020 και 2021, από το σύνολο των 50 παραγόμενων ΑΣΑ, περίπου το 25% οδηγήθηκε για ανακύκλωση, ενώ μόλις 5% οδηγήθηκε για κομποστοποίηση και παραγωγή ενέργειας από βιοαπόβλητα. Σε ό,τι αφορά τα υφιστάμενα δίκτυα ανακύκλωσης/ανάκτησης, για το έτος 2021, ποσοστό της τάξεως του 73% του πληθυσμού της Ελλάδας εξυπηρετείται για χωριστή συλλογή, από τους μπλε κάδους και την αυτόνομη αποκομιδή (300 Δήμοι). Επιπρόσθετα, πολλοί Δήμοι διαθέτουν σύστημα χωριστής συλλογής με δύο, τρεις, ή τέσσερις κάδους, όμως για αυτά δεν διατίθενται δεδομένα αναφορικά με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό, καθώς είναι τοποθετημένα σε ορισμένα σημεία (πράσινα σημεία) και απευθύνονται, σε κατοίκους και επισκέπτες.

Σε ό,τι αφορά τα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ): Από τα 31 Κέντρα, τα εννέα (9) υπάγονται στην Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ), τα οποία μισθώνει σε ιδιώτες, τα εννέα (9) υπάγονται σε Συνδέσμους ΟΤΑ και λειτουργούνται από τους Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων και τα δεκατέσσερα (14) ανήκουν σε ιδιώτες με αποτέλεσμα η κάλυψη της χώρας να φτάνει στο 76,2% του πληθυσμού. Το ποσοστό της συλλογής που κατευθύνεται στα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών φτάνει στο 6,7% για το έτος 2020 και στο 6,9% για το έτος 2021, από τα παραγόμενα ΑΣΑ, όπως αναφέρεται στην 8η έκθεση προόδου του Υπουργείου Περιβάλλοντος (για την παύση λειτουργίας και αποκατάστασης ΧΑΔΑ το έτος 2013) και σύμφωνα με δεδομένα του Τμήματος Διαχείρισης 51 Αποβλήτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος για τους Χώρους Υγειονομικής Ταφής. Πέρα από τους Σταθμούς που ασχολούνται με τη μεταφόρτωση των στερεών αποβλήτων στους ΧΥΤΑ, οι Σταθμοί Μεταφόρτωσης Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΣΜΑΥ), μεταφέρουν αποκλειστικά ανακυκλώσιμα υλικά στα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ) ή στα Εργοστάσια Μηχανικής Ανακύκλωσης (ΕΜΑΚ). Λειτουργούν, επίσης,

τέσσερις μονάδες μηχανικής ανακύκλωσης (ΜΕΑ: Χανίων, Α. Λιοσίων, Κεφαλλονιάς και Ηρακλείου), όπου γίνεται κυρίως ανάκτηση μετάλλων εκ των σύμμεικτων ΑΣΑ. Κατά τα δεδομένα του Υπουργείου Περιβάλλοντος, η εκτροπή των σύμμεικτων στερεών αποβλήτων προς τις ΜΕΑ αγγίζει το 2,8% για το έτος 2010 και το 4,7% για το έτος 2011, σε σχέση με τη συνολική παραγωγή των ΑΣΑ. Επιπρόσθετα, αναφορικά με το ζήτημα των Ολοκληρωμένων Εγκαταστάσεων Διαχείρισης Αποβλήτων (ΟΕΔΑ), 3 ΦΟΔΣΑ λειτουργούν πλήρεις εγκαταστάσεις στην Ελλάδα: α) ο ΕΣΔΚΝΑ, β) η ΔΕΚΠΠ Κεφαλονιάς και γ) η ΔΕΔΙΣΑ ΑΕ του Δήμου Χανίων στην Κρήτη, όπου ΧΥΤ και ΜΕΑ είναι στην ίδια τοποθεσία.

2.4.2 Δίκτυο διάθεσης των ΑΣΑ

Αναφορικά με το ζήτημα διάθεσης των αποβλήτων, η συνηθέστερη πρακτική που εφαρμόζεται στις μέρες μας εστιάζει στην ταφή των απορριμμάτων, με ποσοστό περίπου 82% των παραγόμενων να οδηγείται για ταφή. Το 2019, 74 ΧΥΤΑ βρίσκονταν σε λειτουργία στη χώρα μας. Μέχρι το 2019, σταμάτησαν να λειτουργούν οι δύο ΧΥΤΑ και άρχισαν τη λειτουργία τους τρεις νέοι, με αποτέλεσμα να υπάρχουν σε λειτουργία 75 ΧΥΤΑ, κατά το έτος 2021. Τα τελευταία χρόνια συντελέστηκε η ολοκλήρωση κατασκευής ακόμα 3 ΧΥΤΑ. Σύμφωνα με τα στοιχεία που είναι διαθέσιμα, από τους 79 ΧΥΤΑ που είναι καταχωρημένοι, υπολογίζεται ότι ο υπολειπόμενος χρόνος ζωής αφορά τους 63 ΧΥΤΑ, εκ των οποίων οι 35 (56%) εκτιμάται ότι διαθέτουν χρόνο ζωής πάνω από 4 έτη, ενώ οι 28 (44%) λιγότερο από 4 έτη, για τους οποίους έχουν ξεκινήσει ή ολοκληρωθεί εργασίες επέκτασης, κατά τους ΠΕΣΔΑ¹.

2.5 Επιπτώσεις από τη διαχείριση των ΑΣΑ

Η διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ) διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο ως υπηρεσία προς την κοινότητα στις σύγχρονες κοινωνίες και συμβάλλει στη δημιουργία βιώσιμων αστικών περιοχών. Η ποσότητα των ΑΣΑ έχει επαυξηθεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, εξαιτίας του γεγονότος του πολλαπλασιασμού του παγκόσμιου πληθυσμού, της παγκόσμιας εκβιομηχάνισης και της οικονομικής και βιομηχανικής ανάπτυξης.

¹Παύλος-Ανδρέας Μπέσης.; Η χρήση των ασαφών γνωστικών χαρτών στη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, Αθήνα, 2016.

Οι στόχοι που έθεσε η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η ανακύκλωση των απορριμμάτων που παράγονται από τα νοικοκυριά, να φτάσει το 55% έως το 2025, και το 60% έως το 2035¹. Οι στατιστικές παραγωγής απορριμμάτων και οι φιλόδοξοι στόχοι ανακύκλωσης απαιτούν ακριβή σχεδιασμό της διαχείρισης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων.

Η διαχείριση των ΑΣΑ συμπεριλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργικές δραστηριότητες: (Α) Παραγωγή, διαχωρισμός και αποθήκευση στην πηγή (Β) Συλλογή και μεταφορά (Γ) Διαχωρισμός, επεξεργασία και μετασχηματισμός (Δ) Διάθεση. Η συλλογή και η μεταφορά των ΑΣΑ είναι η πιο κρίσιμη λειτουργία στα συστήματα διαχείρισης ΑΣΑ σε ό,τι αφορά το κόστος, τη δημόσια υγεία, λόγω εκπομπών, την ανάκτηση ή την ανακύκλωση υλικών και την εξάντληση των πόρων (π.χ. ορυκτών καυσίμων).

Τα κόστη που αφορούν στη συλλογή και μεταφορά αποτελούν σημαντικό μέρος των δαπανών στα συστήματα διαχείρισης ΑΣΑ και κυμαίνονται από 70–75% του συνολικού λειτουργικού κόστους σε ανεπτυγμένες χώρες². Επιπλέον, η συλλογή και η μεταφορά των αποβλήτων προκαλεί εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG), οι οποίες αυξάνονται στην περίπτωση διαλογής σε πολλαπλά κλάσματα αποβλήτων, για λόγους ανακύκλωσης. Η διαλογή και η ανακύκλωση απαιτούν έως και 80% μεγαλύτερη απόσταση οδήγησης και υπερδιπλασιασμό του αριθμού των διαδρομών ³.

Ένα άλλο ζήτημα σχετίζεται με το γεγονός, ότι το σύστημα συλλογής για τα ΑΣΑ ποικίλλει από χώρα σε χώρα ή ακόμα και από πόλη σε πόλη. Η επιστημονική βιβλιογραφία διαχωρίζει τον σχεδιασμό συστημάτων διαχείρισης ΑΣΑ σε ένα πρώτο επίπεδο, όπου οι αποφάσεις για τη διαμόρφωση του συστήματος λαμβάνονται από περιφερειακούς φορείς και σε ένα δεύτερο επίπεδο, όπου οι αποφάσεις λαμβάνονται από δήμους ⁴. Έτσι, η

¹EU Commission. *Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council on Waste and Repealing Certain Directives*; EU Commission: Strasbourg, France, 2008.

²Ghose, M.K.; Dikshit, A.K.; Sharma, S.K. A GIS based transportation model for solid waste disposal-A case study on Asansol municipality. *Waste Manag.* 2006, 26, 1287–1293.

³Zbib, H.; Wøhlk, S. A comparison of the transport requirements of different curbside waste collection systems in Denmark. *Waste Manag.* 2019, 87, 21–32.

⁴Ghiani, G.; Lagana, D.; Manni, E.; Musmanno, R.; Vigo, D. Operations research in solid waste management: A survey of strategic and tactical issues. *Comput. Oper. Res.* 2014, 44, 22–32.

βελτιστοποίηση της συλλογής και διάθεσης απορριμμάτων καλύπτει διάφορες πτυχές, όπως τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, του CO₂, του υψηλού κόστους και του οικονομικού και κοινωνικού αντίκτυπου, και θα πρέπει να γίνεται με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών συλλογής ¹.

Στη βιβλιογραφία, έχουν προταθεί αρκετά μαθηματικά μοντέλα για τον υπολογισμό της συνολικής δομής συλλογής και μεταφοράς. Αυτά τα μοντέλα έχουν ταξινομηθεί σε τρεις τομείς: (Α) Δρομολόγηση οχημάτων (Β) Τοποθεσία εγκατάστασης και (Γ) Κατανομή ροής ². Πολλές εργασίες έχουν μελετήσει τη δρομολόγηση των οχημάτων συλλογής απορριμμάτων, ως καλές πρακτικές.

Οι Maimoun, Madani, Reinhart³ αξιολόγησαν τις εκπομπές, το κόστος και την κατανάλωση εναλλακτικών καυσίμων για τα απόβλητα, αντί του πετρελαίου, στις Ηνωμένες Πολιτείες. Διαπίστωσαν ότι τα οχήματα συλλογής απορριμμάτων φυσικού αερίου και βιοντίζελ έχουν χαμηλότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG) σε σύγκριση με τα πετρελαίου. Τόνισαν, επίσης, ότι οι επαναλαμβανόμενες στάσεις και εκκινήσεις κατά τη συλλογή των απορριμμάτων προκαλούν περισσότερες εκπομπές από ό,τι η οδήγηση υπό σταθερή ταχύτητα.

Οι Maimoun et al.⁴ χρησιμοποίησαν μία μέθοδο ανάλυσης πολλαπλών κριτηρίων (Multi-criteria Decision Analysis) για να αξιολογήσουν εναλλακτικά καύσιμα, για τη βιομηχανία συλλογής απορριμμάτων των ΗΠΑ, λαμβάνοντας υπόψιν περιβαλλοντικά και οικονομικά κριτήρια. Διαπίστωσαν ότι στις Ηνωμένες Πολιτείες, τα οχήματα συμβατικού πετρελαίου εξακολουθούν να είναι η καλύτερη επιλογή, ακολουθούμενα από τα υβριδικά οχήματα, τα οχήματα βιοαερίου, τα οχήματα ορυκτού φυσικού αερίου και βιοντίζελ.

¹Dotoli, M.; Epicoco, N. A Vehicle Routing Technique for Hazardous Waste Collection. *IFAC Pap.* 2017, 50, 9694–9699.

²Yadav, V.; Bhurjee, A.K.; Karmakar, S.; Dikshit, A.K. A facility location model for municipal solid waste management system under uncertain environment. *Sci. Total Environ.* 2017, 603, 760–771.

³Maimoun, M.; Madani, K.; Reinhart, D. Multi-level multi-criteria analysis of alternative fuels for waste collection vehicles in the United States. *Sci. Total Environ.* 2016, 550, 349–361.

⁴Maimoun, M.A.; Reinhart, D.R.; Gammoh, F.T.; McCauley Bush, P. Emissions from US waste collection vehicles. *Waste Manag.* 2013, 33, 1079–1089.

Οι Pastorello et al.¹ μελέτησαν τη συμβολή των οχημάτων συλλογής απορριμμάτων στην ατμοσφαιρική ρύπανση και διαπίστωσαν, ότι η αυξανόμενη χρήση συμπιεσμένου φυσικού αερίου στον στόλο των οχημάτων συλλογής απορριμμάτων της πόλης του Μιλάνο οδήγησε σε μείωση 32%, 22% και 15% αντίστοιχα στις εκπομπές PM, NO_x, και VOC.

Οι Liang et al.² μελέτησαν μία κυβερνητική απόφαση που αξιολογούσε τη βιωσιμότητα των οχημάτων με εναλλακτικά καύσιμα στην Κίνα και διαπίστωσαν ότι οι πιο βιώσιμες πηγές ενέργειας ήταν το βιοντίζελ και το συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG). Κατέληξαν στο συμπέρασμα, ότι υπό το τρέχον καθεστώς της Κίνας, η κυβέρνηση θα έπρεπε να δώσει προτεραιότητα στα οχήματα που βασίζονται στο βιοντίζελ.

Οι Zhao, Tatari³ συνέταξαν μία μελέτη, βασιζόμενη σε δεδομένα δέκα ετών, για να αξιολογήσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την κατανάλωση ενέργειας σε οχήματα συλλογής απορριμμάτων πετρελαίου, υγροποιημένου φυσικού αερίου, υβριδικών και πλήρως ηλεκτρικών. Διαπίστωσαν, ότι τόσο τα αμιγώς ηλεκτρικά, όσο και τα υγροποιημένου φυσικού αερίου προκαλούν περισσότερες εκπομπές αερίων κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους από τα φορτηγά πετρελαίου, λόγω της μεγαλύτερης κατανάλωσης ενέργειας.

Από τα παραπάνω παραδείγματα γίνεται σαφές, ότι τα ευρήματα δεν είναι μονοσήμαντα και τα συμπεράσματα δεν μπορούν να γενικευτούν, καθώς εξαρτώνται από το εξεταζόμενο κάθε φορά σενάριο. Κατ' επέκταση, σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εμπλουτίσει τη βιβλιογραφία με την περίπτωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του στόλου των οχημάτων συλλογής απορριμμάτων του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού, ως αντιπροσωπευτικής περίπτωσης για την Περιφέρεια Αττικής.

¹Pastorello, C.; Dilara, P.; Martini, G. Effect of a change towards compressed natural gas vehicles on the emissions of the Milan waste collection fleet. *Transp. Res. Part. D Transp. Environ.* 2011, 16, 121–128.

²Pastorello, C.; Dilara, P.; Martini, G. Effect of a change towards compressed natural gas vehicles on the emissions of the Milan waste collection fleet. *Transp. Res. Part. D Transp. Environ.* 2011, 16, 121–128.

³Zhao, Y.; Tatari, O. Carbon and energy footprints of refuse collection trucks: A hybrid life cycle evaluation. *Sustain. Prod. Consum.* 2017, 12, 180–192.

2.6 Περιβαλλοντικές εκπομπές

Άμεσες και έμμεσες εκπομπές αερίων λαμβάνουν χώρα σε όλες σχεδόν τις διαδικασίες διαχείρισης των αποβλήτων, οι οποίες προκύπτουν από την κατανάλωση ενέργειας και καυσίμων, κατά τη συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία και ανάκτηση των αποβλήτων. Δεδομένου ότι η συλλογή και η μεταφορά των αποβλήτων καταλαμβάνει διεθνώς τη μεγαλύτερη δαπάνη σε ενέργεια και καύσιμα, σε σύγκριση με όλες τις υπόλοιπες διαδικασίες, η αξιολόγηση των εκπομπών αερίων σε αυτές θα μπορούσε να δώσει άμεσες λύσεις, μέσα από τη βελτιστοποίηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των οχημάτων συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων. Πολλές διεθνείς μελέτες που έχουν γίνει για τη μέτρηση των εκπομπών αερίων των απορριμματοφόρων οχημάτων αναπτύσσουν ειδικούς για κάθε χώρα παράγοντες εκπομπών, στο πλαίσιο του κύκλου ζωής του απορριμματοφόρου, ωστόσο, αυτοί οι παράγοντες έχουν υψηλή μεταβλητότητα, λόγω του ότι αυτά τα μοντέλα εξαρτώνται από ευρέως ποικίλες τοπικές συνθήκες¹.

Είναι γενικά αποδεκτό, ότι η καύση του πετρελαίου στα οχήματα συλλογής απορριμμάτων προκαλεί εκπομπές αερίων που επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα, οι οποίες εξαρτώνται, κυρίως, από τον τύπο του κινητήρα, του συστήματος εξάτμισης, καθώς και από την οδηγική συμπεριφορά. Οι τεχνολογίες των υπερκατασκευών (προκειμένου για τη συμπίεση των απορριμμάτων και την ανύψωση των κάδων) επιβαρύνουν τις εκπομπές αερίων του οχήματος, ανάλογα με τον τύπο του κινητήρα. Ως εκ τούτου, ο εκσυγχρονισμός των υπερκατασκευών ελάχιστα επηρεάζει τη βελτιστοποίηση των εκπομπών. Ηφθορά, η ποιότητα της συντήρησης και η παλαιότητα των απορριμματοφόρων οχημάτων είναι ένας ακόμη καθοριστικός παράγοντας για τις εκπομπές των αερίων, αλλά αυτές αποτυπώνονται άμεσα και στην κατανάλωση καυσίμου, επομένως η κατανάλωση καυσίμου και η σχέση της με το φορτίο των συλλεγόμενων απορριμμάτων αποτελούν τη βασικότερη

¹Madden; Florin; Mohr; Giurco; Estimating emissions from household organic waste collection and transportation: The case of Sydney and surrounding areas, Australia, 2022.

παράμετρο για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, κατά τη συλλογή και τη μεταφορά των αποβλήτων.

Τα όρια για τις εκπομπές αερίων νέων κινητήρων πετρελαίου βαρέως τύπου καθορίζονται στην Ευρώπη από τα πρότυπα συμμόρφωσης Euro I έως Euro VI, ανάλογα με τη χρονολογία κατασκευής τους.

Τα πρότυπα Euro I έως EuroV ισχύουν για όλα τα μηχανοκίνητα οχήματα με «τεχνικά αποδεκτή μέγιστη έμφορτη μάζα» άνω των 3.500 kg, εξοπλισμένα με κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση ή κινητήρες φυσικού αερίου (NG) ή LPG επιβαλλόμενης ανάφλεξης. Το πρότυπο Euro VI ισχύει για μηχανοκίνητα οχήματα M1, M2, N1 και N2 με μάζα αναφοράς άνω των 2.610 kg και για όλα τα μηχανοκίνητα οχήματα M3 και N3. Το πρότυπο Euro VI δεν περιορίζεται, επίσης, σε συγκεκριμένους τύπους κινητήρων, αλλά ισχύει για όλα τα μηχανοκίνητα οχήματα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων με κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση, κινητήρων επιβαλλόμενης ανάφλεξης (συμπεριλαμβανομένου NG/βιομεθανίου, βενζίνης, LPG και E85), καθώς και κινητήρων διπλού καυσίμου. Το πρότυπο εκπομπών Euro VI εισήχθη με τον Κανονισμό 595/2009 [3493] ακολουθούμενο από μία σειρά πακέτων «επιτροπολογίας» που καθόριζαν τεχνικές λεπτομέρειες και από άλλες τροποποιήσεις [3494][3496][4374][3495][4611]. Τα νέα όρια εκπομπών, συγκρίσιμα σε αυστηρότητα με τα πρότυπα των ΗΠΑ του 2010, τέθηκαν σε ισχύ από το 2013/2014. Τα πρότυπα Euro VI εισήγαγαν επίσης όρια εκπομπών αριθμού σωματιδίων (PN), αυστηρότερες απαιτήσεις OBD (OnBoardDiagnosis) και ορισμένες νέες απαιτήσεις δοκιμών - συμπεριλαμβανομένων των δοκιμών εκτός κύκλου και κατά τη χρήση¹. Οι παρακάτω δύο πίνακες (Πίνακες 2-1, 2-2) περιέχουν μία περίληψη των προτύπων εκπομπών και τις ημερομηνίες εφαρμογής τους. Υπάρχουν δύο σύνολα προτύπων εκπομπών, με διαφορετικές απαιτήσεις δοκιμών: Ο πρώτος αφορά σε σε απαιτήσεις δοκιμής εκπομπών σε σταθερή κατάσταση και ο δεύτερος σε δοκιμή εκπομπών παροδικής κατάστασης ή μεταβατικών δοκιμών².

¹Dieselnet 2022. EU: Heavy-Duty Truck and Bus Engines.

²Dieselnet 2022. EU: Heavy-Duty Truck and Bus Engines.

Πίνακας 2-1 Πρότυπα εκπομπών της ΕΕ για κινητήρες ντίζελ βαρέως τύπου: Δοκιμές σταθερής κατάστασης.

Στάδιο	Χρονολογία	Δοκιμή	CO g/kWh	HC g/kWh	NOx g/kWh	PM g/kWh	PN 1/kWh	Καπνός 1/kWh
Euro I	1992, ≤ 85 kW 1992, > 85 kW	ECE R-49	4.5	1.1	8.0	0.612		
Euro II	1996.10 1998.10		4.0	1.1	7.0	0.25		
Euro III	1999.10 2000.10	ESC & ELR	2.1	0.66	5.0	0.10		0.8
Euro IV	2005.10		1.5	0.46	3.5	0.02		0.5
Euro V	2008.10		1.5	0.46	2.0	0.02		0.5
Euro VI	2013.01	WHSC	1.5	0.13	0.40	0.01	8.0×10 ¹¹	

Πίνακας 2-2 Πρότυπα εκπομπών της ΕΕ για κινητήρες ντίζελ βαρέως τύπου: Μεταβατικές δοκιμές

Στάδιο	Χρονολογία	Δοκιμή	CO g/kWh	NMHC g/kWh	CH ₄ g/kWh	NOx g/kWh	PM g/kWh	PN 1/kWh
Euro III	1999.10 2000.10	ESC	3.0	0.40	1.6	5.0	0.16	
Euro IV	2005.10		4.0	0.55	1.1	3.5	0.03	
Euro V	2008.10		4.0	0.55	1.1	2.0	0.03	
Euro VI	2013.01	WHSC	4.0	0.16	1.1	0.46	0.01	6.0×10 ¹¹

Εφόσον τα παραπάνω πρότυπα αντιπροσωπεύουν όρια εκπομπών φορτηγών οχημάτων, στο πλαίσιο δοκιμών υπό σταθερές συνθήκες, οι πραγματικές εκπομπές των απορριμματοφόρων οχημάτων δύναται να ποικίλουν ευρέως, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Χαρακτηριστικά Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού

Ο Δήμος Αργυρούπολης-Ελληνικού βρίσκεται στα νότια του Δήμου της Αθήνας, και συνορεύει δυτικά-βορειοδυτικά με τον Δήμο Αλίμου, στα νότια με τον Δήμο Γλυφάδας, και στα βόρεια με τον Δήμο Ηλιούπολης (Εικόνα 3-1). Στα ανατολικά συνορεύει με τον Δήμο Κρωπίας. Ανήκει στην Περιφέρεια Αττικής και ειδικότερα στην Περιφερειακή Ενότητα Νοτίου Τομέα Αθηνών. Έχει έκταση **15,4 τ.χλμ.** και πληθυσμό, σύμφωνα με την τελευταία απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ (2011)¹, **51.356 κατοίκων**. Επομένως, μία πληθυσμιακή πυκνότητα **3.344,57 κατοίκων**.



Εικόνα 3-1 Θέση Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού.

Ο Δήμος Αργυρούπολης-Ελληνικού **δεν συγκαταλέγεται στους πιο πυκνοκατοικημένους δήμους της Περιφέρειας Αττικής** (ο πιο πυκνοκατοικημένος δήμος στην Αττική είναι ο Δήμος Καλλιθέας, με 21.192 κάτοικους ανά τ.χλμ. - ΕΛΣΤΑΤ 2011). Κύρια αιτία που σκιαγραφεί την πληθυσμιακή πυκνότητα στις περισσότερες από τις γειτονιές του δήμου είναι οι όροι δόμησης που εφαρμόζονται σε αυτόν.

¹ΦΕΚ 3465/β'/28.12.2012.

3.1.1 Χρήσεις γης

Ένα πολύ σημαντικό ζήτημα είναι οι χρήσεις γης που υπάρχουν στον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού¹. Διαφορετικές χρήσεις γης οδηγούν σε παραγωγή διαφορετικών κλασμάτων απορριμμάτων (συσκευασίες, απόβλητα τροφίμων από καταστήματα υγειονομικού ενδιαφέροντος κ.λπ.) κι επιβάλλουν την εφαρμογή ειδικών προγραμμάτων συλλογής.

Ο Δήμος διαθέτει τα εξής μέσα σταθερής τροχιάς: Δύο στάσεις ΜΕΤΡΟ και έξι στάσεις ΤΡΑΜ. Η έκταση του πρώην Διεθνούς Αεροδρομίου Ελληνικού είναι 5.300 στρέμματα, από τα οποία 4.010 στρέμματα αναμένεται να καλύψει το Μητροπολιτικό Πάρκο. Στο Ελληνικό βρίσκεται «Το Ολυμπιακό Συγκρότημα Ελληνικού». Θεμελιώθηκε σε τμήμα της περιοχής του παλαιού Αεροδρομίου Ελληνικού για τις ανάγκες των Ολυμπιακών Αγώνων του 2004. Ο δήμος έχει μία μεγάλη έκταση στον Ύμητό και την παραχώρηση της χρήσης σε ορισμένες εκτάσεις του, για τα οποία είναι υπεύθυνος για την καθαριότητα και την συντήρησή τους.

Οι επαγγελματικές δραστηριότητες στον Δήμο κυριαρχούνται από τον κλάδο του εμπορίου, της μεταποίησης και των υπηρεσιών. Επίσης, παρατηρείται, διαχρονικά, μία αξιόλογη αύξηση τόσο του αριθμού των επιχειρήσεων που εγκαθίστανται στο Δήμο, όσο και της απασχόλησης σε δύο κλάδους των υπηρεσιών (στον κλάδο των βοηθητικών και συναφών προς τις μεταφορές δραστηριοτήτων: διακίνηση φορτίων, αποθήκευση, ταξιδιωτικά πρακτορεία, γραφεία μεταφορών κ.λπ., και στον κλάδο των άλλων επιχειρηματικών δραστηριοτήτων: Νομικές δραστηριότητες, δραστηριότητες λογιστικής, τραπεζικές δραστηριότητες παροχής συμβουλών, δραστηριότητες μηχανικών, εκπαίδευσης κ.λπ.). Η συγκέντρωση εμπορικών δραστηριοτήτων (ή εστίασης) σε συγκεκριμένες περιοχές οδηγεί σε παραγωγή ίδιων κλασμάτων απορριμμάτων, και κατ' επέκταση επιτρέπει την εφαρμογή στοχευμένων προγραμμάτων διαλογής και συλλογής (π.χ. συσκευασιών, αποβλήτων τροφίμων κ.λπ.).

¹Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Δήμου Ελληνικού (ΦΕΚ 716Δ/18.07.1994). Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Δήμου Αργυρούπολης (ΦΕΚ 1256Δ/1.12.1994).

Σύμφωνα με την απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ του 2011, ο αριθμός των κτηρίων στην περιοχή του Δήμου ανέρχεται στα 7.915 κτήρια, από τα οποία 2.483 βρίσκονται στην περιοχή Ελληνικού και 5.432 στην περιοχή Αργυρούπολης. Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας κατανομής των κτηρίων ανά χρήση (Πίνακας 3-1).

Πίνακας 3-1 Κατανομή κτηρίων Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού ανά χρήση.

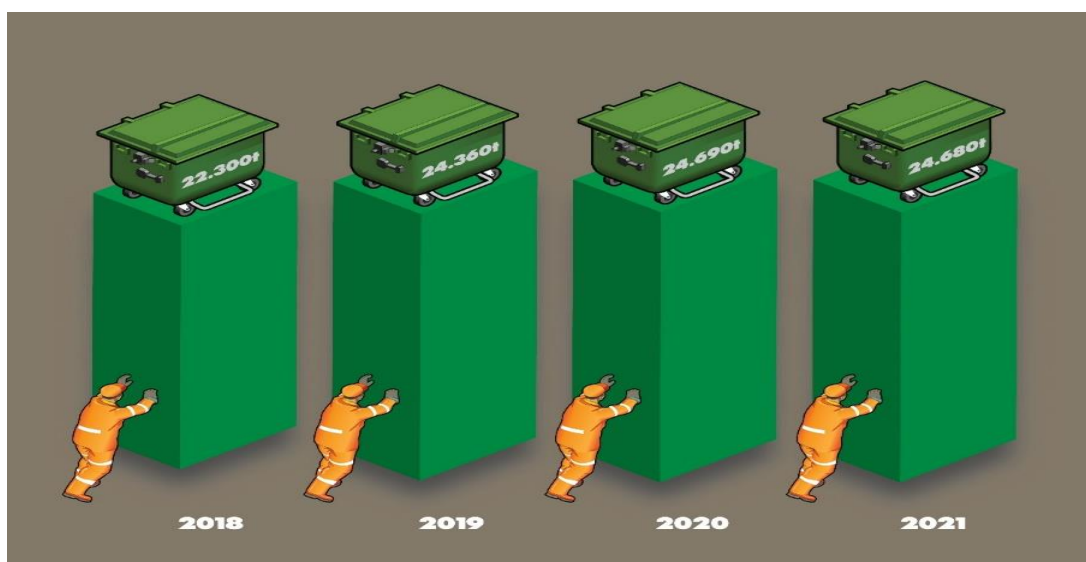
			ΣΥΝΟΛΟ ΔΗΜΟΥ	Δ.Κ. ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ	Δ.Κ. ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ
	Σύνολο Κτιρίων		7.915	2.483	5.432
Κτίρια αποκλειστικής χρήσης	Σύνολο Κτιρίων Αποκλειστικής Χρήσης		6.693	2.109	4.584
	Αποκλειστική χρήση κτιρίων	Κατοικία	6.037	1.788	4.249
		Εκκλησία- Μοναστήρι	10	4	6
		Ξενοδοχείο	2	1	1
		Εργοστάσιο-Εργαστήριο	28	16	12
		Σχολικό κτίριο	79	24	55
		Κατάστημα-γραφείο	388	158	230
		Σταθμός αυτοκινήτων (παρκινγκ)	18	18	0
		Νοσοκομείο, κλινική κλπ.	2	2	0
		Άλλη χρήση	129	98	31
			ΣΥΝΟΛΟ ΔΗΜΟΥ	Δ.Κ. ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ	Δ.Κ. ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ
	Σύνολο Κτιρίων Μικτής Χρήσης		1.222	374	848
Κτίρια μικτής χρήσης	Κύρια χρήση κτιρίων μικτής χρήσης	Κατοικία	1.059	317	742
		Εκκλησία- Μοναστήρι	0	0	0
		Ξενοδοχείο	0	0	0
		Εργοστάσιο-Εργαστήριο	4	2	2
		Σχολικό κτίριο	11	4	7
		Κατάστημα-γραφείο	133	43	90
		Σταθμός αυτοκινήτων (παρκινγκ)	0	0	0
		Νοσοκομείο, κλινική κλπ.	0	0	0
		Άλλη χρήση	15	8	7

Τα κτήρια του Δήμου που προορίζονται για κατοικίες, ανέρχονται σε 7.752, που σημαίνει το 90% του συνόλου των κτηρίων του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού. Είναι προφανές, ότι στο σύνολο του Δήμου, η κυρίαρχη χρήση είναι η κατοικία, με το ποσοστό των κτηρίων με αποκλειστική χρήση ή κυρίως

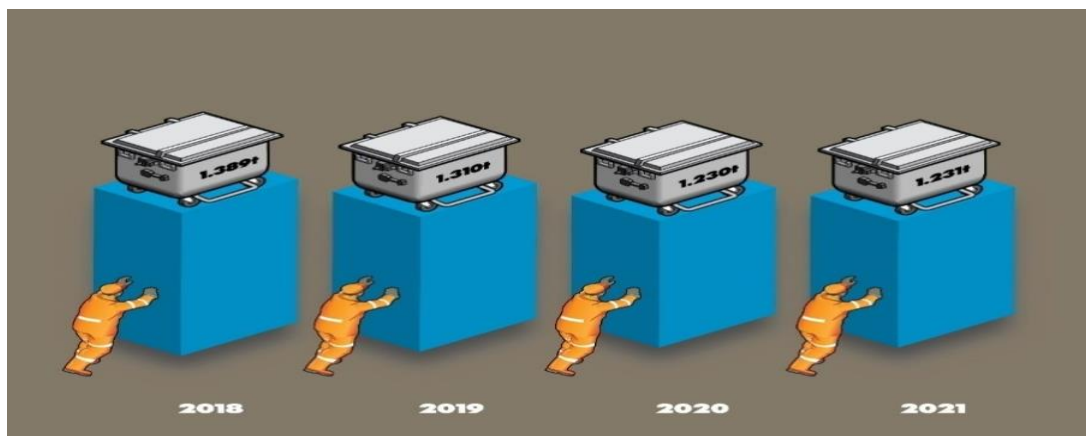
χρήση την κατοικία, να φτάνει στο 85% για το Δημοτικό διαμέρισμα Ελληνικού και στο 92% για το δημοτικό διαμέρισμα Αργυρούπολης.

3.1.2 Ποσότητες παραγόμενων ΑΣΑ

Για να υπολογιστούν οι ποσότητες σύμμεικτων και μη αποβλήτων που συλλέγονται στον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού, λαμβάνονται υπόψιν τα δεδομένα που προκύπτουν από τις ζυγίσεις στις εγκαταστάσεις όπου γίνεται η διαχείριση των απορριμμάτων (όπως Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων, συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης κ.λπ.), όπως αυτά τηρούνται μέσα στα αρχεία της Διεύθυνσης Διαχείρισης Απορριμμάτων και Οχημάτων του Δήμου (Διαγράμματα 3-1 και 3-2).



Διάγραμμα 3-1 Παραγόμενες ποσότητες σύμμεικτων απορριμμάτων 2018-2021.



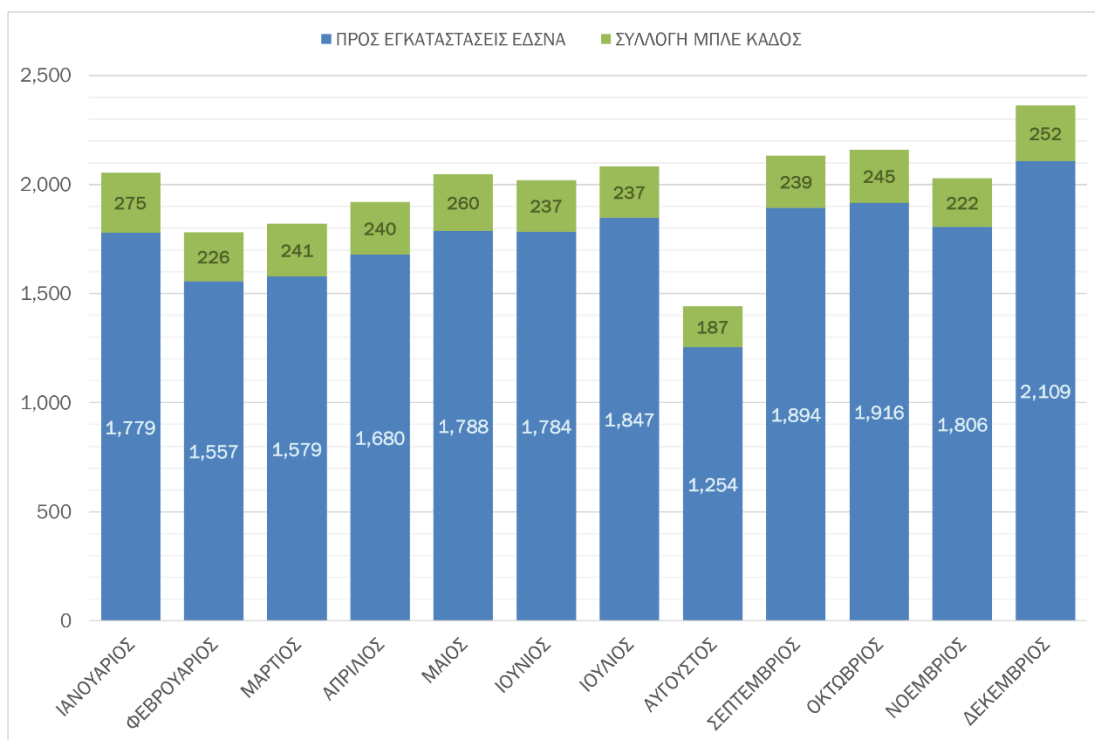
Διάγραμμα 3-2 Παραγόμενες ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών 2018-2021.

Το 2021, στον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού παράχθηκαν **24.687 τόνοι/έτος** αποβλήτων δηλαδή 492kg/άτομο/ημέρα, από τα οποία έγιναν ανακύκλωση περίπου **1.230 τόνοι ξηρά ανακυκλώσιμα** (μπλε κάδος και κώδωνας), εμφανίζοντας μία αύξηση 1,4% σε σύγκριση με το 2018. Κατόπιν μίας πτωτικής πορείας στα παραγόμενα απόβλητα κατά τα προηγούμενα έτη, η οποία κατά πάσα πιθανότητα οφειλόταν στην οικονομική κρίση, οι ποσότητες παραγόμενων αποβλήτων αρχίσαν να εμφανίζουν κάποια σταθερότητα, παράλληλα με ορισμένες διακυμάνσεις, δίχως να παρουσιάζουν ξεκάθαρα μία σταθερή αύξηση.

Σε ό,τι αφορά τη χωριστή συλλογή πράσινων αποβλήτων, εντοπίζονται αξιόλογες μηνιαίες διακυμάνσεις, που σχετίζονται άρρηκτα με τις περιόδους κλαδέματος, ενώ η συλλογή των κλαδεμάτων έχει αυξηθεί αισθητά το 2021 συγκριτικά με το 2018.

Ο Δήμος Αργυρούπολης-Ελληνικού παρέδωσε το 2021 στον ΕΔΣΝΑ **813 τόνους πράσινων αποβλήτων** προερχόμενους από χωριστή συλλογή, που σημαίνει 27% περισσότερους τόνους, σε σύγκριση με το 2018. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί στο 3% των παραγόμενων αποβλήτων του Δήμου.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα3-3) παρατίθενται οι ποσότητες αποβλήτων των οποίων η συλλογή γίνεται κάθε μήνα μέσω των δισφόρων προγραμμάτων συλλογής (σύμμεικτα, μπλε κάδος κ.λπ.). Η ποσότητα σύμμεικτων αποβλήτων που συλλέγεται, που κυρίως καταλήγουν στον ΧΥΤΑ, όπως και η συλλεγόμενη ποσότητα αποβλήτων συσκευασιών (μπλε κάδος) που αφορούν τα έτη 2018-2021, κυμαίνεται μεταξύ 2.569-2.873 τόνους, και μεταξύ 214-239 τόνους ανά μήνα, για σύμμεικτα και απόβλητα συσκευασιών, αντίστοιχα. Σχετικά με τα σύμμεικτα, για τα έτη αναφοράς, η μηνιαία παραγωγή κυμαίνεται σε ανάλογα επίπεδα, με τον μήνα Αύγουστο να παρατηρείται σημαντική μείωση, λόγω απουσίας των κατοίκων. Αντίστοιχη είναι επίσης η παραγωγή κάθε μήνα για τα ξηρά ανακυκλώσιμα, ενώ παρατηρείται μία μικρή αύξηση το 2021.



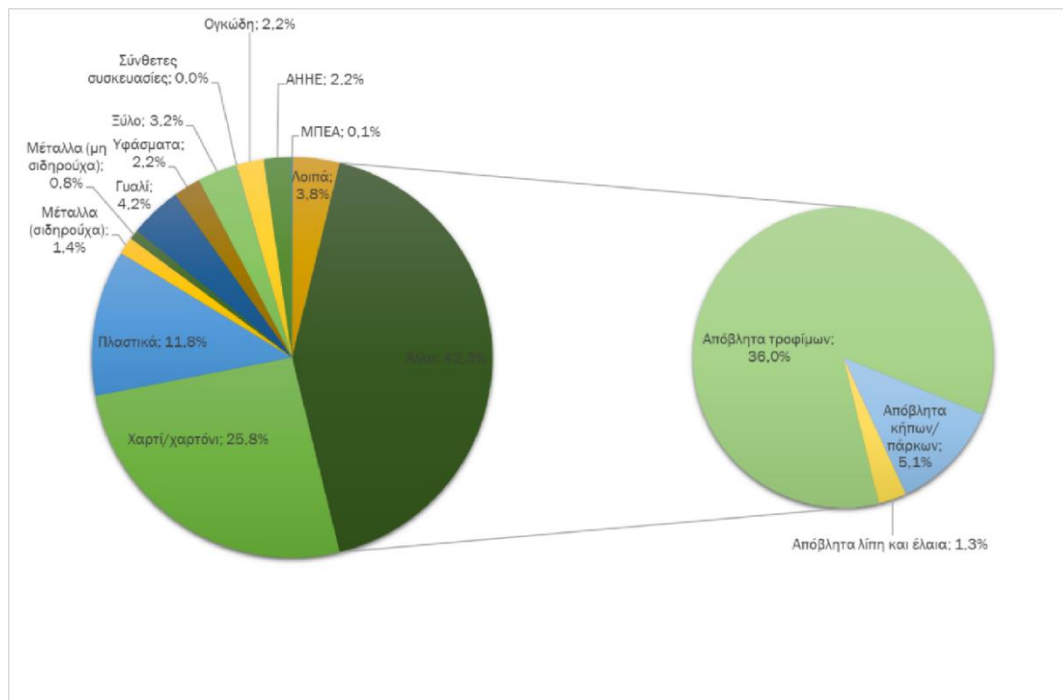
Διάγραμμα 3-3 Μηνιαία κατανομή των παραγόμενων σύμμεικτων ΑΣΑ προς τις εγκαταστάσεις του ΕΔΣΝΑ (ΧΥΤΑ, ΕΜΑ) και συλλογή αποβλήτων συσκευασιών (μπλε κάδος) στο Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού (2021).

3.1.3 Σύνθεση παραγόμενων ΑΣΑ

Για να προσδιοριστεί η σύνθεση των ΑΣΑ χρειάζεται συνεχής παρακολούθηση και δειγματοληψίες μεγάλης κλίμακας στον χώρο μελέτης, πράγμα που δεν ισχύει για την περίπτωση του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού (καθώς και στους πιο πολλούς Δήμους της Ελλάδας). Επομένως, αν και στο αναθεωρημένο ΕΣΔΑ (2020) εκτίθενται τα πιο πρόσφατα στοιχεία της μέσης ποιοτικής σύνθεσης των αποβλήτων στην Ελλάδα, είναι απαραίτητο, για τις ανάγκες του Τοπικού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων, να έχουμε υπόψιν τις εκτιμήσεις/μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή της Αττικής και να χρησιμοποιήσουμε τα επίσημα στοιχεία, όπως παρουσιάζονται στον υπό αναθεώρηση ΠΕΣΔΑ (2021)¹.

¹Μελέτη για την αναθεώρηση του περιφερειακού σχεδίου διαχείρισης στερεών αποβλήτων (ΠΕΔΣΑ) Περιφέρειας Αττικής. VM&A, ΕΡΤΑ, ENVIRONPLANSΑ (2020).

Στο διάγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα 3-4) παρουσιάζεται εκτίμηση για την ποσοστιαία και την ποσοτική σύνθεση των ΑΣΑ στον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού. Τα βιοαπόβλητα (υπολείμματα τροφίμων και πράσινα απόβλητα) και τα ξηρά ανακυκλώσιμα (χαρτί/ χαρτόνι, μέταλλα, πλαστικό, γυαλί, ξύλο) καταλαμβάνουν το 89,5% των παραγόμενων αποβλήτων (43,3% και 47,2% αντίστοιχα). Τα βιοαποδομήσιμα (βιοαπόβλητα, χαρτί/ χαρτόνι, ξύλο) απόβλητα αποτελούν το 71,3% των ΑΣΑ.



Διάγραμμα 3-4 Εκτίμηση σύστασης ΑΣΑ Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού (2021).

3.2 Διαχείριση ΑΣΑ στον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού

Η διαχείριση των ΑΣΑ, την ευθύνη των οποίων έχουν οι Δήμοι,κατευθύνεται από σειρά νομοθετημάτων (Ν. 3463/2006 (άρθρο 75), Ν. 1650/86 (άρθρο 12), Ν. 4555/2018 (άρθρο 228) , ΚΥΑ 50910/2727 (άρθρο 7), κ.ά.). Η διαλογή στην πηγή αποτελεί, κατ' επέκταση, θεσμική υποχρέωση των Δήμων, στο πλαίσιο που εφαρμόζεται το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) και το Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων (ΕΣΣΠΔΑ).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η συλλογή και μεταφορά των αποβλήτων του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού υλοποιείται από το Τμήμα Αποκομιδής Οικιακών Απορριμμάτων & Ανακυκλώσιμων Υλικών της Δ/σης Περιβάλλοντος & Πολιτικής Προστασίας, αρμοδιότητα του οποίου είναι η αποκομιδή και η μεταφορά των σύμμεικτων απορριμμάτων καθώς και των ανακυκλώσιμων υλικών, η συντήρηση των οχημάτων του Δήμου και η καθαριότητα των κοινόχρηστων χώρων.

Υπεύθυνος φορέας για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων της Περιφέρειας Αττικής είναι ο Ειδικός Διαβαθμιδικός Σύνδεσμος Νομού Αττικής (ΕΔΣΝΑ). Ο ΕΔΣΝΑ είναι νομικό πρόσωπο δημοσίου δικαίου, όπως ορίζει το άρθρο 211 του Ν.3852/2010 και συστάθηκε με την υπ' αριθ. 52546/16-11-2011 απόφαση του Υπουργείου Εσωτερικών. Σκοπός του Συνδέσμου είναι η προσωρινή αποθήκευση, επεξεργασία, μεταφόρτωση, ανακύκλωση και εν γένει η αξιοποίηση και διάθεση των στερεών αποβλήτων, η λειτουργία σχετικών εγκαταστάσεων, η κατασκευή μονάδων επεξεργασίας και αξιοποίησης, καθώς και η αποκατάσταση υφιστάμενων χώρων εναπόθεσης (ΧΑΔΑ) εντός της χωρικής αρμοδιότητας της Περιφέρειας Αττικής. Στον Σύνδεσμο συμμετέχουν η Περιφέρεια Αττικής καιόλοι οι Δήμοι του Νομού Αττικής. Διοικείται από τον Πρόεδρο, που είναι ο Περιφερειάρχης Αττικής, το Διοικητικό Συμβούλιο και την Εκτελεστική Επιτροπή.

Ο ΕΔΣΝΑ έχει κατασκευάσει και λειτουργεί μονάδες διαχείρισης και διάθεσης αποβλήτων (ΧΥΤΑ Φυλής, Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης (ΕΜΑ) Άνω Λιοσίων, ΣΜΑ Σχιστού κ.λπ.), ενώ μπορεί να αναλαμβάνει κατόπιν ανάθεσης και τη μεταφορά των αποβλήτων των υπόχρεων φορέων (παρ.1δ άρθρο 30

N.3536/07, όπως προστέθηκε με την παρ. 7 του άρθρου 24 του Ν. 3613/2007).

Ο Δήμος Αργυρούπολης-Ελληνικού συνεργάζεται με εγκεκριμένα από το Υπουργείο Εσωτερικών Συλλογικά Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΣΕΔ) αποβλήτων συσκευασιών και άλλων προϊόντων. Για τα απόβλητα συσκευασίας, ο Δήμος Αργυρούπολης-Ελληνικού έχει συνάψει συμβάσεις συνεργασίας με το «ΣΣΕΔ – ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ».

Η διαχείριση των ανακυκλώσιμων υλικών υλοποιείται μέσω του Συστήματος Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης - ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ (ΣΣΕΔ - ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ) με τη συνεργασία των Δήμων και της Ελληνικής Εταιρείας Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ) Α.Ε., στο πλαίσιο του Ν.2939/2001 περί «*Συσκευασιών και Εναλλακτικής Διαχείρισης των Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων*». Επί του συνόλου των Δήμων Αττικής, το σύστημα επένδυσε στην προμήθεια του απαιτούμενου εξοπλισμού και στη λειτουργία των εγκαταστάσεων διαχείρισης (ΚΔΑΥ) και οι Δήμοι, στη συλλογή και στη μεταφορά του κλάσματος μικτής συσκευασίας, στον τομέα ευθύνης τους, αναλαμβάνοντας τα σχετικά κόστη, καθώς και το κόστος αποκομιδής και τελικής διάθεσης του υπολείμματος του ΚΔΑΥ προς τον ΧΥΤΑ. Η ΕΕΑΑ, επίσης, υλοποιεί και το δίκτυο του μπλε κώδωνα, προκειμένου για τη χωριστή συλλογή του γυαλιού. Οι μπλε κώδωνες τοποθετούνται σε σημεία, όπου καταναλώνονται μεγάλες ποσότητες προϊόντων με γυάλινη συσκευασία (π.χ. καταστήματα υγειονομικού ενδιαφέροντος). Το σύστημα παρέχει στις επιχειρήσεις τον αναγκαίο εξοπλισμό συλλογής, τοποθετεί με δαπάνη του την τους κώδωνες και, τέλος, επωμίζεται την αποκομιδή και μεταφορά του υλικού προς αξιοποίηση και ανακύκλωση σε παραγωγούς εντός και εκτός Ελλάδας.

Μέσω του δικτύου του μπλε κάδου συλλέγονται από τον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού τα απόβλητα συσκευασιών (από χαρτί-χαρτόνι, πλαστικό, γυαλί, αλουμίνιο και λευκοσίδηρο), τα οποία, υπό τις υφιστάμενες συνθήκες, αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της ανακύκλωσης του Δήμου, που προέρχεται από το πιο δύσκολο διαχειρίσιμο μέρος των αποβλήτων, τα δημοτικά απορρίμματα. Τα ανακυκλώσιμα υλικά συλλέγονται και στη συνέχεια μεταφέρονται από τον Δήμο στα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων

Υλικών, στα οποία διαχωρίζονται και έπειτα προωθούνται για ανακύκλωση. Επιπλέον, το σύστημα καταμετρά τα συλλεγόμενα εμπορικά - βιομηχανικά απόβλητα συσκευασίας (ΒΕΑΣ) και υλοποιεί προωθητικές δράσεις ενημέρωσης.

Στον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού, η ΕΕΑΑ έχει παραδώσει συνολικά, από την έναρξη της συνεργασίας τους, και μέχρι τα τέλη του 2019, 1200 μπλε κάδους και 26 κώδωνες, ενώ έχουν διατεθεί και 2 οχήματα ανακύκλωσης (στοιχεία ΕΕΑΑ).

Σε ό,τι αφορά το υφιστάμενο δίκτυο ξηρών ανακυκλωσίμων, αυτό σήμερα συμπεριλαμβάνει 567 μπλε κάδους. Ο Δήμος Αργυρούπολης-Ελληνικού συλλέγει τα απόβλητα συσκευασιών και τα μεταφέρει στα κέντρα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών, τα οποία συνεργάζονται με το Σύστημα.

Το σύστημα ΔσΠ βιοαποβλήτων υλοποιείται υπό την ευθύνη των Δήμων, ταυτόχρονα με το δίκτυο των κάδων σύμμεικτων, με στόχο τη σταδιακή ελάττωση των αποβλήτων στους τελευταίους, καθώς τα βιοαπόβλητα αποτελούν το 42,3% του συνόλου των ΑΣΑ.

Η Περιφέρεια Αττικής, στο πλαίσιο της υπ. Αρ. 20075_2020 Προγραμματικής Σύμβασης με τον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού (ΑΔΑ: 6ΣΚ7ΟΡ05-16Ζ) και με σκοπό την ανάπτυξη δράσεων χωριστής συλλογής βιοαποβλήτων στα διοικητικά του όρια, παρέχει στον Δήμο εξοπλισμό για τη χωριστή συλλογή και τη μεταφορά για την επεξεργασία των βιοαποβλήτων, στις εγκαταστάσεις του ΕΔΣΝΑ. Σύμφωνα με τη σχετική σύμβαση, ο εξοπλισμός αφορά σε 120 κάδους βιοαποβλήτων και τρία οχήματα με σύστημα πλύσης κάδων. Το 2020, ο Δήμος Αργυρούπολης-Ελληνικού παρέλαβε τα οχήματα συλλογής βιοαποβλήτων και τους 120 κάδους για την έναρξη του σχετικού προγράμματος.

Ο Δήμος Αργυρούπολης-Ελληνικού συμμετέχει ακόμα σε προγράμματα ανακύκλωσης έντυπου χαρτιού, ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, λιπαντικών ελαίων, μεταχειρισμένων ελαστικών οχημάτων, οχημάτων τέλους κύκλου ζωής κ.ά., τα οποία, ωστόσο, δεν υπάγονται στο αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

3.2.1 Αποκομιδή και μεταφορά απορριμμάτων-Υποδομές

Σύμφωνα με το οργανόγραμμα και την τελευταία τροποποίηση του Οργανισμού Εσωτερικής Λειτουργίας (Απόφαση ΔΣ 83/22.07.2020, ΑΔΑ: ΨΘ9ΣΩΠ7-ΑΛΛ) του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού, η Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Πολιτικής Προστασίας είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση των απορριμμάτων.

Η Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Πολιτικής Προστασίας έχει την αρμοδιότητα της αποκομιδής και της μεταφοράς των απορριμμάτων, της χωριστής αποκομιδής και μεταφοράς των ανακυκλώσιμων υλικών, της καθαριότητας των κοινοχρήστων χώρων και της συντήρησης των οχημάτων του Δήμου.

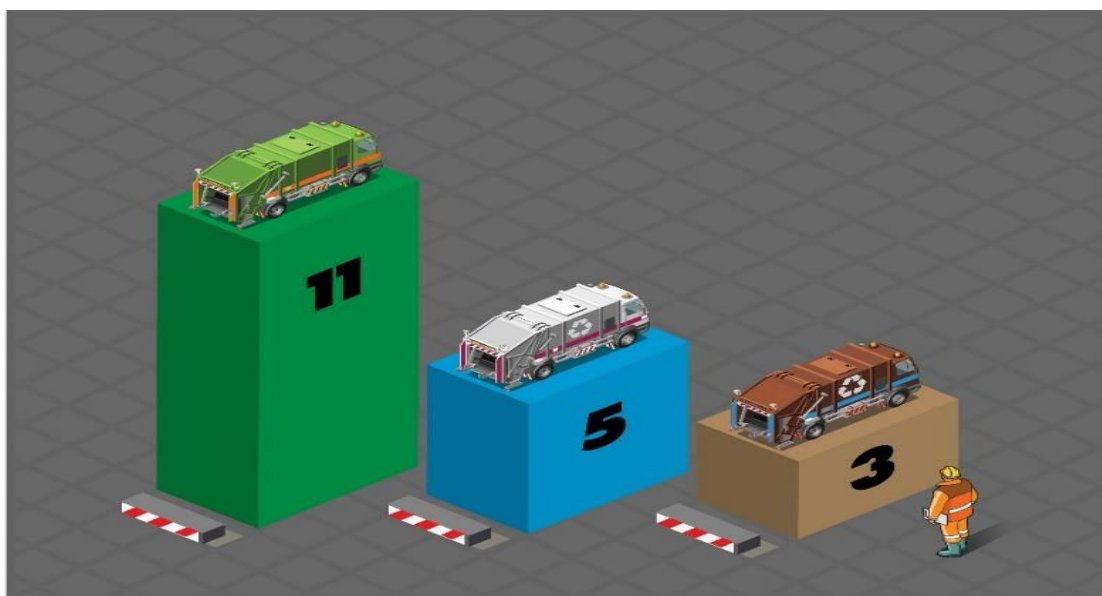
Με τη δημιουργία του νέου Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού, έγινε συνένωση των τότε υπηρεσιών καθαριότητας και περιβάλλοντος (σήμερα Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Πολιτικής Προστασίας και λειτουργούν, από τις πρώτες κιόλας μέρες, στο εργοτάξιο του Ελληνικού. Η νέα Διεύθυνση στεγάζεται στο κτίριο του πρώην Δημαρχείου Ελληνικού (δύο όροφοι επί 400 τ.μ. κάθε ένας) και σε διπλανό κτίριο(Εικόνα 3-2). Σε γειτονικό υπόστεγο 1.825,63 τ.μ., στεγάζεται ο εξοπλισμός του Δήμου, όπως επίσης και το συνεργείο συντήρησης των οχημάτων του Δήμου. Στον υπαίθριο χώρο του Δήμου βρίσκεται το αμαξοστάσιο.



Εικόνα 3-2 Εγκαταστάσεις Δ/σης Περιβάλλοντος & Πολιτικής Προστασίας Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού.

Η Διεύθυνση Περιβάλλοντος & Πολιτικής Προστασίας του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού αριθμεί περίπου 129 άτομα και το Τμήμα Αποκομιδής Οικιακών Απορριμμάτων & Ανακυκλώσιμων Υλικών 55 άτομα. Οι κυρίαρχες ειδικότητες είναι οι εργάτες καθαριότητας και οι οδηγοί οχημάτων.

Ο Δήμος έχει συνολικά στον στόλο της Διεύθυνσης Περιβάλλοντος και Πολιτικής Προστασίας 35 οχήματα (μεταξύ αυτών 5 επιβατικά οχήματα). Από τα οχήματα αυτά 11 είναι απορριμματοφόρα οχήματα για πού συλλέγουν τα σύμμεικτα ΑΣΑ, 5 που συλλέγουν τα ανακυκλώσιμα υλικά και 3 που συλλέγουν τα βιοαπόβλητα (Εικόνα 3-3). Τα υπόλοιπα είναι οχήματα πλύσης κάδων, σάρωθρα και φορτηγά διαφόρων τύπων.



Εικόνα 3-3 Κατανομή οχημάτων, ανάλογα με το κλάσμα συλλογής.

Σύμφωνα με τη χρονιά κυκλοφορίας κάθε οχήματος, γίνεται αντιληπτό ότι ο στόλος του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού είναι σχετικά παλαιός, πράγμα που σημαίνει μεγαλύτερες ανάγκες και δαπάνες συντήρησης.

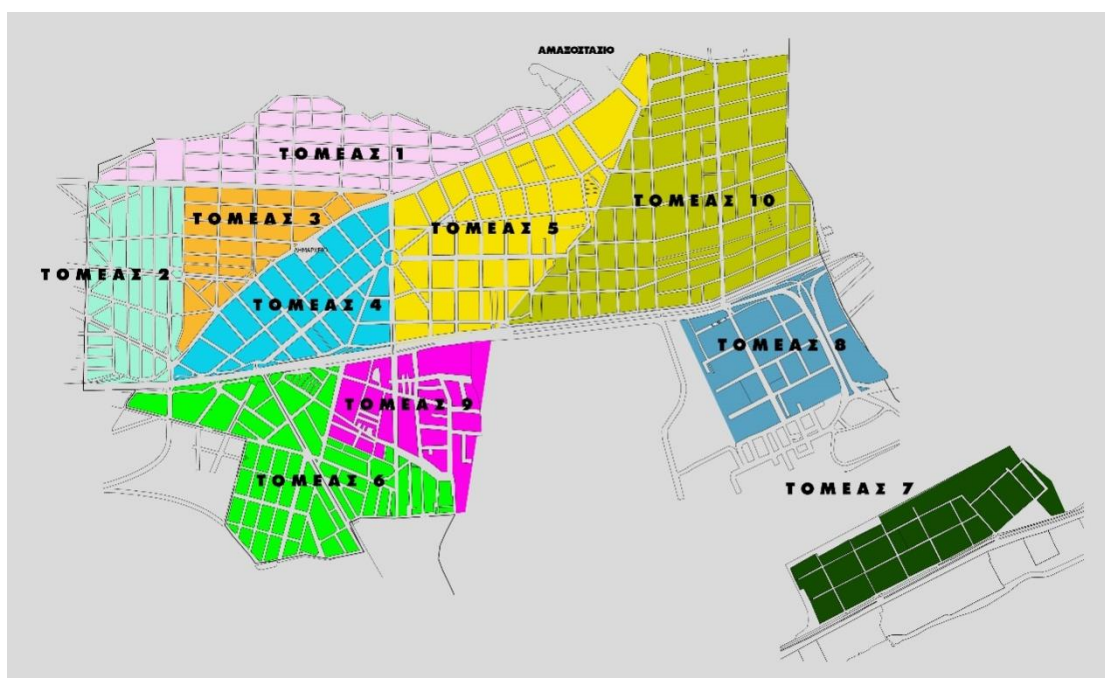
Ειδικότερα, το σύνολο των οχημάτων του στόλου είναι μεγαλύτερο της δεκαπενταετίας. Τονίζεται, ότι ιδανικά, τα απορριμματοφόρα θα πρέπει να αντικαθίστανται κάθε οχτώ χρόνια. Ο Δήμος Αργυρούπολης-Ελληνικού έχει δρομολογήσει την προμήθεια 4 νέων απορριμματοφόρων.

Ο Πίνακας που ακολουθεί(Πίνακας 3-2)αποτυπώνει αναλυτικά τα οχήματα και τον εξοπλισμό του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού.

Πίνακας 3-2 Χαρακτηριστικά οχημάτων συλλογής σύμμεικτων και ανακυκλώσιμων αποβλήτων.

A/A	ΕΙΔΟΣ	Εργ. ΚΑΤΑΣΚ.	ΤΥΠΟΣ	Φορ. ΙΣΧΥΣ	ΜΙΚΤΟ ΒΑΡΟΣ	ΑΠΟΒΑΡΟ	ΩΦΕΛΙΜΟ	ΈΤΟΣ 1ΗΣ ΆΔΕΙΑΣ	ΈΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚ.	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
1	ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΟΦΟΡΑ- ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ	Diamler Chrysler	1831	72	19.000	11.690	7.310	2003	2002	Πετρέλαιο	Καλή
2		Diamler Chrysler	1831	72	19.000	11.690	7.310	2003	2002	Πετρέλαιο	Καλή
3		Diamler Chrysler	1828	38	19.000	11.690	7.310	2003	2002	Πετρέλαιο	Καλή
4		Diamler Chrysler	1828	38	19.000	14.200	4.800	2003	2002	Πετρέλαιο	Καλή
5		Diamler Chrysler	1828	38	19.000	14.200	4.800	2003	2002	Πετρέλαιο	Καλή
6		Diamler Chrysler	G18	38	19.000	11.340	7.660	2008	2007	Πετρέλαιο	Καλή
7		Mercedes- Benz	1829	38	19.000	11.570	7.430	2009		Πετρέλαιο	Καλή
8		Isuzu	NQR70L- MIDI	29	7.500	4.560	2.940	2004		Πετρέλαιο	Καλή
9	ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΟΦΟΡΑ- ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ	Isuzu	NQR70L- MIDI	29	7.500	4.560	2.940	2004		Πετρέλαιο	Καλή
10		Iveco	A1LM01	35	15.500	10.340	5.160	2007		Πετρέλαιο	Καλή
11		Nissan	TK3150		13.000					Πετρέλαιο	Καλή
12		Iveco	A1LM01	35	15.500	11.240	4.260	2008		Πετρέλαιο	Καλή

Η κατανομή των κάδων συλλογής βασίζεται στη διαίρεση όλης της έκτασης του Δήμου σε 10 γεωγραφικά διαμερίσματα (Τομείς Καθαριότητας), σύμφωνα με την πυκνότητα του όγκου των παραγόμενων στερεών αποβλήτων. Σύμφωνα με τα δεδομένα χρήσεων γης, οι τομείς καθαριότητας 4, 5 και 10 θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως εμπορικές ζώνες, δεδομένου ότι συγκεντρώνουν την πλειονότητα των εμπορικών καταστημάτων και γραφείων, ο τομέας 8 ως βιομηχανική/βιοτεχνική ζώνη, δεδομένου ότι συγκεντρώνει την πλειονότητα των εργοστασίων/βιοτεχνιών, ενώ ο τομέας 7, που καλύπτει την παραλιακή έκταση του Δήμου (κατ' επέκταση τα ξενοδοχεία και τα τουριστικά καταλύματα), ως τουριστική ζώνη. Όλοι οι υπόλοιποι τομείς θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως οικιστικές ζώνες (Εικόνα 3-4).



Εικόνα 3-4 Τομείς καθαριότητας Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού.

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 3-3), αποτυπώνονται στοιχεία για τα μέσα προσωρινής αποθήκευσης (κάδοι συλλογής) που αναπτύσσονται στον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού. Για τη συλλογή των σύμμεικτων απορριμμάτων στον Δήμο υπάρχουν σήμερα εγκατεστημένοι 1.741 πράσινοι κυλιόμενοι κάδοι (πράσινοι) και 978 κάδοι για τη συλλογή των αποβλήτων συσκευασίας (μπλε). Το δίκτυο προσωρινής αποθήκευσης των βιοαποβλήτων έχει πρόσφατα τεθεί σε εφαρμογή και επομένως, βρίσκεται σε φάση ανάπτυξης. Στα μέσα του 2020, το δίκτυο αριθμεί 120 κάδους, κυρίως για τη

χωριστή συλλογή αποβλήτων από μεγάλους παραγωγούς και από τις λαϊκές αγορές.

Πίνακας 3-3Κατανομή κάδων στους τομείς καθαριότητας του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού.

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΔΩΝ																						
ΤΟΜΕΑΣ	ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ										Ανασυνλ.				ΤΕΜΑΧΙΑ ΚΑΔΩΝ				ΟΦΟΣ ΚΑΔΩΝ (t)			
	WM1100RF	WM1100RL	WP1100RF	WP1100RL	WP770RF	WP660RF	WP360RF	WP240RF	WU3000	RP1100RF	GR1000	GR2000	PM1100RF	Χαρτ	ΠΡΑΣΙΝΟΙ ΚΑΔΟΙ	ΜΥΛΕ ΚΑΔΟΙ	ΛΟΙΠΟΙ ΚΑΔΟΙ	ΣΥΝΟΛΟ	ΠΡΑΣΙΝΟΙ ΚΑΔΟΙ	ΜΥΛΕ ΚΑΔΟΙ	ΛΟΙΠΟΙ ΚΑΔΟΙ	ΣΥΝΟΛΟ
1ος: ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ (ΑΝΘ ΤΗΣ ΛΕΩΦΟΡΟΥ ΚΥΠΡΟΥ & ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΕΩΣ)	16	0	110	7	5	54	0	0	0	122	0	0	0	0	192	122	0	314	185.790	134.440	0	320.230
2ος: ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ (ΜΕΤΑΞΥ ΚΥΠΡΟΥ, ΑΛΙΜΟΥΝΤΟΣ, ΟΛΥΜΠΙΑΣ & ΒΟΥΛΙΑΤΜΕΝΗΣ)	18	0	40	2	8	85	0	2	0	92	0	1	0	0	155	92	1	248	128.740	101.200	1.000	230.940
3ος: ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ (ΜΕΤΑΞΥ ΚΥΠΡΟΥ, ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΕΩΣ & ΟΛΥΜΠΙΑΣ)	17	0	39	5	18	62	0	2	0	76	2	0	0	0	143	78	0	221	122.560	89.600	0	211.960
4ος: ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ (ΜΕΤΑΞΥ ΚΥΠΡΟΥ, ΒΟΥΛΙΑΤΜΕΝΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΑΠΟ ΔΑΞΕΙΟΥΠΟΛΕΩΣ)	23	0	82	8	27	21	0	4	2	105	0	2	1	1	167	105	4	276	165.910	115.500	5.100	286.510
5ος: ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ (ΜΕΤΑΞΥ ΚΥΠΡΟΥ, ΒΟΥΛΙΑΤΜΕΝΗΣ ΔΕΞΙΑ ΑΠΟ ΔΑΞΕΙΟΥΠΟΛΕΩΣ)	31	0	112	16	35	44	0	0	1	151	0	4	2	4	239	151	10	400	233.890	166.100	12.400	412.390
6ος: ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ (ΚΑΤΟ ΑΠΟ ΛΕΩΦΟΡΟ ΒΟΥΛΙΑΤΜΕΝΗΣ)	33	0	22	9	11	55	0	9	0	102	0	0	0	3	139	102	3	244	117.330	112.200	3.300	232.830
ΣΥΝΟΛΟ ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ	138	0	405	47	104	321	0	17	3	648	2	7	3	8	1035	650	18	1703	954.020	719.040	21.800	1.694.860
7ος: ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ (ΔΙΠΛΑ ΣΤΕ ΛΕΩΦ. ΠΟΤΕΙΔΩΝΟΣ)	2	0	8	40	0	0	0	3	0	31	0	0	0	2	53	31	2	86	55.720	34.100	2.200	92.020
8ος: ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ (ΜΕΤΑΞΥ ΡΟΖΑΣ ΙΜΒΡΩΤΗ ΚΑΙ ΛΕΩΦ. ΒΟΥΛΙΑΤΜΕΝΗΣ)	3	0	11	22	0	3	0	0	0	28	0	0	0	3	39	28	3	70	41.580	31.280	3.300	76.160
9ος: ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ (ΚΑΤΟ ΑΠΟ ΒΟΥΛΙΑΤΜΕΝΗΣ ΔΥΤΙΚΑ)	0	0	5	47	0	3	0	71	0	39	0	0	0	6	126	39	6	171	76.220	42.900	6.600	125.720
10ος: ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ (ΑΝΘΩΣΗ ΤΗΣ ΛΕΩΦ. ΒΟΥΛΙΑΤΜΕΝΗΣ)	2	0	61	291	2	13	0	119	0	227	3	1	1	0	488	230	2	720	428.080	258.940	3.000	690.020
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ	7	0	85	400	2	19	0	193	0	326	3	1	1	11	706	329	13	1048	601.600	367.220	15.100	983.920
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	145	0	490	447	106	340	0	210	8	975	0	8	4	19	1746	975	31	2752	1.570.620	1.072.360	36.900	2.679.880

3.2.2 Αποκομιδή και μεταφορά απορριμμάτων-Πρόγραμμα

Η αποκομιδή οικιακών απορριμμάτων γίνεται καθημερινά, κατά τη διάρκεια των βραδινών ωρών, εκτός από ένα δρομολόγιο που εκτελείται νωρίς το πρωί. Έντεκα απορριμματοφόρα καλύπτουν τους 11 τομείς (4 στη Δημοτική Ενότητα Ελληνικού και 7 στη Δημοτική Ενότητα Αργυρούπολης), ενώ η ανακύκλωση καλύπτεται από τρία καθημερινά δρομολόγια (1 στη Δημοτική Ενότητα Ελληνικού και 2 στη Δημοτική Ενότητα Αργυρούπολης).

Εκτός από τα καθημερινά δρομολόγια, εκτελούνται και προγράμματα αποκομιδής το Σαββατοκύριακο. Ειδικότερα, το Σάββατο εκτελείται ένα δρομολόγιο αποκομιδής αποβλήτων από κεντρικά σημεία της εμπορικής ζώνης και τρία δρομολόγια ανακύκλωσης (1 στη Δημοτική Ενότητα Ελληνικού και 2 στη Δημοτική Ενότητα Αργυρούπολης). Την Κυριακή, εκτελούνται πέντε δρομολόγια αποκομιδής σύμμεικτων (1 στη Δημοτική Ενότητα Ελληνικού και 4 στη Δημοτική Ενότητα Αργυρούπολης).

Η αποκομιδή πράσινων απορριμμάτων γίνεται σε καθημερινή βάση, από 7.30 έως 13.00. Τα ογκώδη αντικείμενα συλλέγονται μία φορά την εβδομάδα, μετά από ειδοποίηση.

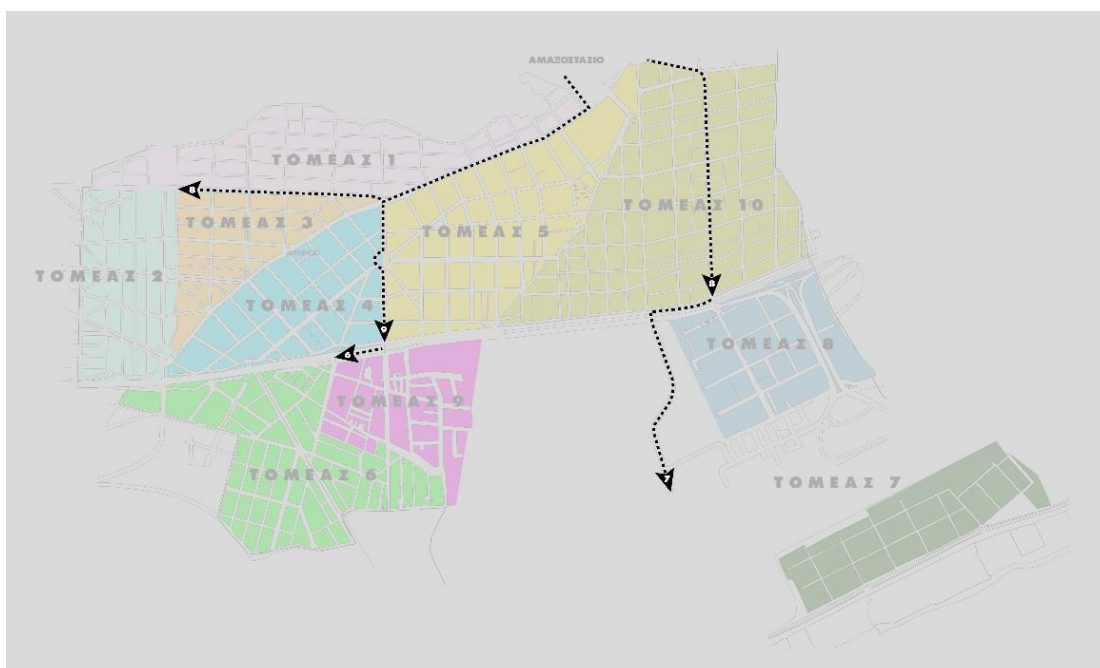
Όπως είναι φανερό από τα δεδομένα που εκτέθηκαν σε προηγούμενη παράγραφο, το πιο μεγάλο ποσοστό των παραγόμενων ΑΣΑ του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού, όπως άλλωστε, ισχύει και για τους περισσότερους Δήμους της Ελλάδας, καταλήγει να διατίθεται σε ΧΥΤΑ, χωρίς προεπεξεργασία ή ανάκτηση υλικών. Με εξαίρεση τα απόβλητα εναλλακτικής διαχείρισης, καθώς και τα πράσινων και ταπροδιαλεγμένων βιολογικά αποβλήτα, αλλά και τα σύμμεικτα, τα οποία οδηγούνται στο ΕΜΑ Φυλής, τα οποία κυμαίνονται συνολικά στο 15% επί της συνολικής ποσότητας των αστικών αποβλήτων, το υπόλοιπο κλάσμα (περίπου 85%) διατίθεται κατευθείαν στον ΧΥΤΑ Φυλής.

Σύμφωνα με το Σχέδιο Αποκομιδής Απορριμμάτων του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού, η συλλογή των Στερεών Αποβλήτων, ανάλογα με το κλάσμα συλλογής, διεξάγεται ως εξής:

Τα σύμμεικτα απορριμμάτα συλλέγονται καθημερινά, από οχήματα εξειδικευμένα για κάθε τομέα καθαριότητας, κατά μέσο όρο σε μία βάρδια ανά ημέρα. Κάθε όχημα συλλογής σύμμεικτων απορριμμάτων, έχοντας ως αφετηρία το αμαξοστάσιο του Δήμου, κατευθύνεται κενό φορτίου στο σημείο έναρξης συλλογής κάθε τομέα, ακολουθώντας ορισμένη διαδρομή. Αφού εκτελέσει μία κυκλική πορεία για την συλλογή όλων των κάδων (πράσινων), επιστρέφει στο ίδιο σημείο μετά την ολοκλήρωση της αποκομιδής και από εκεί πλήρες φορτίου στο αμαξοστάσιο, προκειμένου να αφήσει τους εργάτες της αποκομιδής. Κατόπιν, πορεύεται προς το πεδίο εκκένωσης, στον ΧΥΤΑ Φυλής, ακολουθώντας ορισμένη διαδρομή 33.4χλμ., προκειμένου να εκκενώσει το φορτίο του, αφού ζυγιστεί, και ακολούθως να επιστρέψει στο αμαξοστάσιο του Δήμου. Η εκκένωση των σύμμεικτων απορριμμάτων εκτελείται σε καθημερινή βάση, μετά την ολοκλήρωση της συλλογής.

Τα ανακυκλώσιμα υλικά συλλέγονται καθημερινά, από οχήματα εξειδικευμένα για κάθε τομέα καθαριότητας, κατά μέσο όρο σε μία βάρδια ανά ημέρα. Κάθε όχημα συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με τα οχήματα συλλογής σύμμεικτων απορριμμάτων, πορεύεται προς το πεδίο εκκένωσης, στο ΚΔΑΥ Κορωπίου, ακολουθώντας ορισμένη διαδρομή 38.9χλμ., προκειμένου να εκκενώσει το φορτίο του, αφού ζυγιστεί, και, ακολούθως, να επιστρέψει στο αμαξοστάσιο του Δήμου. Η εκκένωση των ανακυκλώσιμων υλικών εκτελείται σε καθημερινή βάση, μετά την ολοκλήρωση της συλλογής. Το υπόλειμμα των σύμμεικτων απορριμμάτων που προκύπτει μετά την διαλογή των ανακυκλώσιμων υλικών στο ΚΔΑΥ Κορωπίου συλλέγεται από εξειδικευμένα οχήματα μεταφοράς του Δήμου, μία φορά τον μήνα, προκειμένου να καταλήξει στον ΧΥΤΑ Φυλής. Τα βιοαπόβλητα συλλέγονται δύο φορές την εβδομάδα, από οχήματα εξειδικευμένα για κάθε τομέα καθαριότητας, κατά μέσο όρο σε μία βάρδια ανά ημέρα. Κάθε όχημα συλλογής βιοαποβλήτων, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με τα οχήματα συλλογής σύμμεικτων απορριμμάτων, πορεύεται προς το ΕΜΑ Άνω Λιοσίων, ακολουθώντας ορισμένη διαδρομή 33.4χλμ., προκειμένου να εκκενώσει το

φορτίο του, αφού ζυγιστεί, και ακολούθως να επιστρέψει στο αμαξοστάσιο του Δήμου. Η εκκένωση των βιοαποβλήτων εκτελείται σε κάθε βάρδια, μετά την ολοκλήρωση της συλλογής. Στον χάρτη που ακολουθεί (Εικόνα 3-5) παρουσιάζονται οι διαδρομές που ακολουθούν τα οχήματα συλλογής απορριμμάτων από το αμαξοστάσιο του Δήμου προς τα σημεία έναρξης συλλογής κάθε τομέα.



Εικόνα 3-5 Διαδρομές προσέγγισης τομέων καθαριότητας.

3.2.3 Κόστος διαχείρισης ΑΣΑ

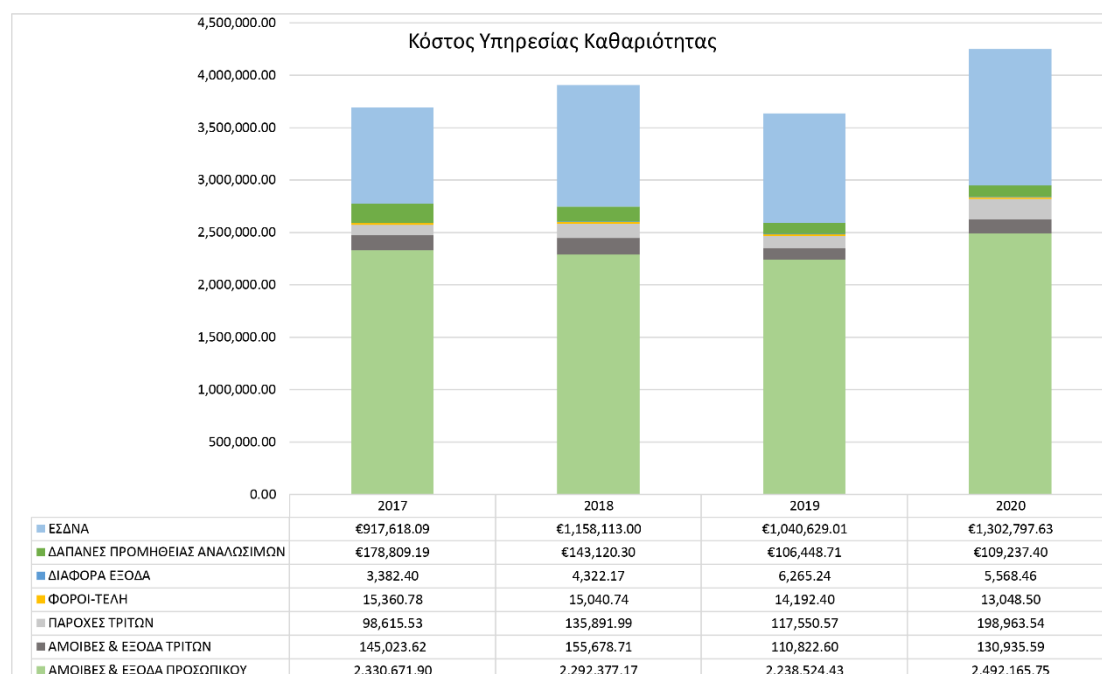
Για τον υπολογισμό του κόστους υπό την υφιστάμενη κατάσταση στη διαχείριση των ΑΣΑ χρησιμοποιούνται απολογιστικά στοιχεία του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού, για το έτος 2020 (Ταμειακός Απολογισμός Εξόδων). Τα στοιχεία αυτά προέρχονται από το Διπλογραφικό Λογιστικό Σύστημα (Π.Δ. 315/1999) που τηρεί ο Δήμος Αργυρούπολης-Ελληνικού και ειδικότερα από το Σύστημα της Αναλυτικής Λογιστικής/Κοστολόγησης και αφορούν στο “Φορέα 20: Υπηρεσίες Καθαριότητας και Ηλεκτροφωτισμού”. Συμπεριλαμβάνουν τις λειτουργικές δαπάνες (προσωπικό, συντήρηση εξοπλισμού, καύσιμα κ.λπ.), τα διάφορα τέλη και τις δαπάνες που έχει χρεώσει ο ΕΔΣΝΑ για τα εισερχόμενα στον ΟΕΔΑ Δ. Αττικής. Στους υπολογισμούς δεν συμπεριλαμβάνονται επενδύσεις ή αποσβέσεις.

Παράλληλα, για να υπάρχει μια συγκριτική εικόνα χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχα στοιχεία για προηγούμενα έτη (2017-2019).

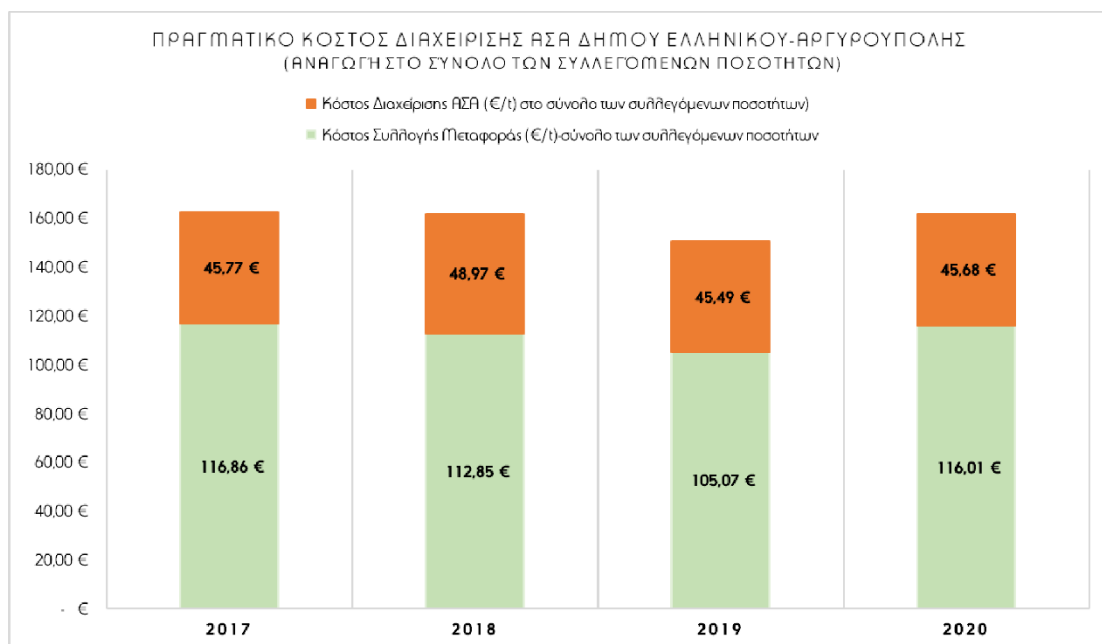
Το συνολικό κόστος της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων για τον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού που προκύπτει από τα απολογιστικά στοιχεία του Δήμου, βάσει των δαπανών της αρμόδιας Διεύθυνσης, ανέρχεται σε € 4.252.716,87€ για το έτος 2020.

Από τα διαγράμματα που ακολουθούν(Διαγράμματα 3-5, 3-6) διαφαίνεται ότι το κόστος διαχείρισης των ΑΣΑ του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού, για τα έτη 2017-2020, δεν εμφανίζει έντονες διακυμάνσεις. Το κόστος διαχείρισης ανά τόνο συλλεγόμενων απορριμμάτων κυμαίνεται από 150,56 €/t το 2019 σε 161,82 €/t το 2018, με μέση τιμή τα 159,18 €/t. Ομοίως, το κόστος ανά κάτοικο παρουσιάζει ακόμη μικρότερη διακύμανση, και κυμαίνεται από 72,37 €/κάτοικο το 2019 σε 80,06€/κάτοικο το 2020, με μέση τιμή τα 76,06 €/κάτοικο.

Τέλος, όπως, άλλωστε αναμένεται, το κόστος συλλογής και μεταφοράς καταλαμβάνει περίπου τα ¾ του συνολικού κόστους διαχείρισης.



Διάγραμμα 3-5 Δαπάνες διαχείρισης ΑΣΑ (2017-2020).



Διάγραμμα 3-6 Κόστος διαχείρισης ΑΣΑ (2017-2020).

3.3 Σχεδιασμός μοντέλου - Ορισμοί

Καθώς το πεδίο εκκένωσης και το πρόγραμμα αποκομιδής διαφέρει για κάθε κλάσμα αποβλήτων, θα πρέπει, για τις ανάγκες των υπολογισμών, να διακρίνουμε τις διαδικασίες. Ως Συλλογή, ορίζουμε τη διαδικασία αποκομιδής των αποβλήτων, η οποία αρχίζει από το σημείο προσέγγισης του κάθε τομέα - οπότε το όχημα είναι κενό φορτίου- και ολοκληρώνεται με την επιστροφή του οχήματος σε αυτό το σημείο, οπότε είναι πλήρες φορτίου. Καθόλη αυτή τη διαδικασία, το όχημα πληρώνεται με φορτίο προοδευτικά και μετά από συνεχείς στάσεις. Η διαδρομή του οχήματος από το αμαξοστάσιο του Δήμου στο σημείο προσέγγισης κάθε τομέα κενό φορτίου και η επιστροφή του σε αυτό πλήρες φορτίου θεωρούνται ως διαδικασίες μεταφοράς και θα πρέπει να συνυπολογίζονται με την κατανάλωση που σχετίζεται με την πορεία του οχήματος από το αμαξοστάσιο του Δήμου στο πεδίο εκκένωσης.

Η συλλογή των στοιχείων από τις καταγραφές του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού αφορά στο διαχειριστικό έτος 2021, χρονιά κατά την οποία ξεκίνησε συστηματικά και η συλλογή του κλάσματος των βιοαποβλήτων. Οι καταγραφές του Δήμου που σχετίζονται με τον στόλο των οχημάτων αφορούσαν σε στοιχεία κτήσης, που σημαίνει έτος κατασκευής, τύπο κινητήρα και ευρωπαϊκό πρότυπο συμμόρφωσης, ενώ ως προς την κατανάλωση καυσίμου βρέθηκαν καταγεγραμμένες η ετήσια δαπάνη και η συνολική χιλιομετρική διάνυση, από τα στοιχεία των ταχογράφων. Από αυτά τα δεδομένα και με βάση την μέση τιμή πετρελαίου κίνησης για το έτος 2021, εξήχθησαν τα στοιχεία της συνολικής κατανάλωσης για κάθε όχημα. Η απόκλιση στην κατανάλωση που δημιουργεί η κίνηση κάθε οχήματος εκτός των διαδικασιών συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων (π.χ. για επισκευή ή συντήρηση) δεν ελήφθη υπόψιν, καθώς ήταν ανέφικτο να υπολογιστεί και επιπλέον, θεωρήθηκε ότι δεν επηρεάζει τους συγκριτικούς υπολογισμούς.

Ως προς το φορτίο των απορριμματοφόρων οχημάτων, τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν από τις καταγραφές του Δήμου ήταν τα δεδομένα ζύγισης από τις καταγραφές στα πεδία εκκένωσης κάθε κλάσματος, τα οποία επιμερίστηκαν σε κάθε τομέα συλλογής, με βάση την πυκνότητα των παραγόμενων αποβλήτων, όπως αυτή προκύπτει από την κατανομή των

κάδων στους τομείς και την χωρητικότητά τους. Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 3-6) παρίσταται ένα σχηματικό μοντέλο, το οποίο διαχωρίζει τις έννοιες της Συλλογής και της Μεταφοράς, όπως τις ορίζουμε για τις ανάγκες των υπολογισμών της μελέτης. Τα βέλη Α, Β, D, Επαριστούν κατ' ακολουθία τις διαδρομές που ορίζουμε ως μεταφορά των αποβλήτων, ενώ το C, τη διαδρομή που ορίζουμε ως συλλογή των αποβλήτων.

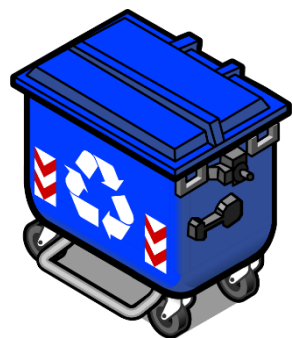


Εικόνα 3-6 Σχηματικό μοντέλο διαδρομών μεταφοράς και συλλογής των αποβλήτων.

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης μελετήθηκαν η κατανάλωση καυσίμου και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ως προς τρία κλάσματα αποβλήτων:



Σύμμεικτα στερεά απόβλητα, συλλεγόμενα από πράσινους κάδους απορριμμάτων, διασπαρμένους και στους 10 τομείς καθαριότητας του δήμου, ανάλογα με την πυκνότητα των απορριμμάτων, καθημερινά, με ένα δρομολόγιο ανά φορτίο, τα οποία καταλήγουν για ταφή στον ΧΥΤΑ Φυλής.



Ξηρά ανακυκλώσιμα υλικά, συλλεγόμενα από μπλε κάδους απορριμμάτων, διασπαρμένους και στους 10 τομείς καθαριότητας του δήμου, ανάλογα με την πυκνότητα των απορριμμάτων, κατά μέσο όρο καθημερινά, με ένα δρομολόγιο ανά φορτίο, τα οποία καταλήγουν για επεξεργασία στο ΚΔΑΥ Κορωπίου.

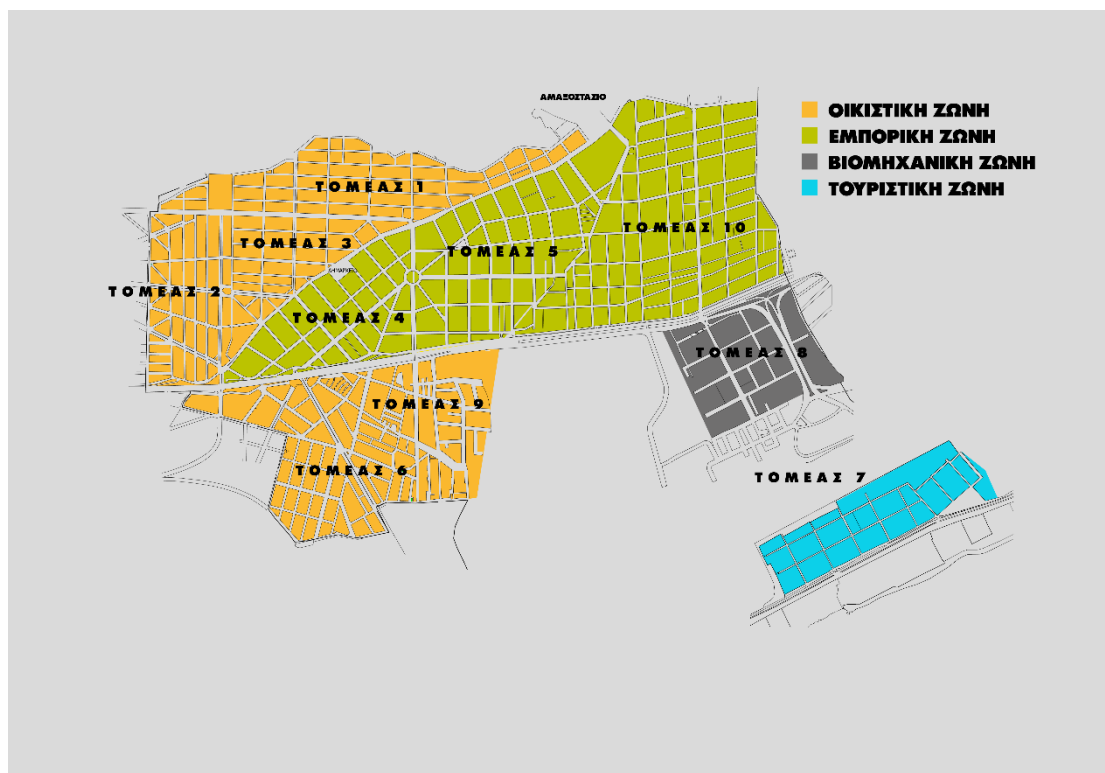


Βιοαπόβλητα, συλλεγόμενα από καφέ κάδους απορριμμάτων, διασπαρμένους και στους 10 τομείς καθαριότητας του δήμου, κατά μέσο όρο, δύο φορές την

εβδομάδα, με ένα δρομολόγιο ανά φορτίο, τα οποία καταλήγουν για επεξεργασία στο ΕΜΑ Άνω Λιοσίων.

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης μελετήθηκαν η κατανάλωση καυσίμου και οι περιβαλλοντικές της εκπομπές, ως προς τέσσερις ζώνες χρήσης γης, κατανέμοντας τους τομείς καθαριότητας, ανάλογα με την πυκνότητα των χρήσεων σε αυτούς (Εικόνα 3-7):

- **Οικιστική ζώνη**, η οποία ταυτίζεται με τους τομείς καθαριότητας 1, 2, 3, 6 και 9, όπου και η μεγαλύτερη συγκέντρωση οικιστικών κτηρίων.
- **Εμπορική ζώνη**, η οποία ταυτίζεται με τους τομείς καθαριότητας 4, 5 και 10, όπου και η μεγαλύτερη συγκέντρωση εμπορικών καταστημάτων και γραφείων.
- **Βιομηχανική ζώνη**, η οποία ταυτίζεται με τον τομέα καθαριότητας 8, όπου και η μεγαλύτερη συγκέντρωση βιομηχανιών/βιοτεχνιών.
- **Τουριστική ζώνη**, η οποία ταυτίζεται με τον τομέα καθαριότητας 7, όπου και η μεγαλύτερη συγκέντρωση τουριστικών καταλυμάτων και άλλων επιχειρήσεων που σχετίζονται με τον τουρισμό (εστίασης κ.λπ.).



Εικόνα 3-7 Κατανομή των τομέων καθαριότητας ως προς τις χρήσεις γης.

3.4 Υπολογισμοί

3.4.1 Υπολογισμοί καταναλώσεων καυσίμου

Η κατανάλωση πετρελαίου για τη διαδικασία της συλλογής των απορριμμάτων εκφράζεται από το μέγεθος **Κ_{συλλογής}** (L πετρελαίου/τόνο απορριμμάτων). Το μέγεθος αυτό σκοπό έχει να αποτυπώσει την κατανάλωση πετρελαίου αποκλειστικά για τη διαδικασία της συλλογής, εξαιρώντας την κατανάλωση πετρελαίου που αφορά στη μεταφορά, δηλαδή στην κατανάλωση από το αμαξοστάσιο προς το πεδίο συλλογής και από το πεδίο συλλογής προς το πεδίο εκκένωσης, δεδομένου ότι οι καταναλώσεις για την μεταφορά των απορριμμάτων δεν σχετίζονται με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του τομέα συλλογής ή τη φύση των απορριμμάτων. Παραμένουν σταθερές και δεν επιδέχονται βελτιστοποίησης. Κατά συνέπεια, εφαρμόστηκε ο παρακάτω μαθηματικός τύπος:

$$K_{\text{συλλογής}} = \frac{K_{\text{συνολική}} - (K_{\text{κενού}} + K_{\text{πλήρους}})}{M} \quad (\text{Eq 1})$$

Όπου **Κ_{συνολική}** είναι η συνολική κατανάλωση πετρελαίου του οχήματος σε L/ημέρα, όπως υπολογίστηκε με βάση την ετήσια κατανάλωση του οχήματος. **Κ_{κενού}** είναι η κατανάλωση πετρελαίου του οχήματος σε L/ημέρα, όταν το όχημα είναι κενό φορτίου, κατά τη διαδρομή του από το αμαξοστάσιο στον τομέα συλλογής. **Κ_{πλήρους}** είναι η κατανάλωση του οχήματος σε L/ημέρα κατά τη διαδρομή του από τον τομέα συλλογής στο πεδίο εκκένωσης. Και **Μ** είναι το φορτίο των απορριμμάτων σε t/ημέρα, όπως προκύπτει από την κατανομή της συνολικής απορριπτόμενης ποσότητας στην «χωρητικότητα» κάθε τομέα.

Για τον υπολογισμό του πετρελαίου που καταναλώθηκε κατά τη μεταφορά, απαραίτητη ήταν η χαρτογράφηση των διαδρομών από το αμαξοστάσιο προς του τομείς αποκομιδής. Ακριβέστερα, οι διαδρομές από το αμαξοστάσιο προς το σημείο πρώτης στάσης συλλογής και οι διαδρομές από το σημείο τελευταίας στάσης συλλογής προς το σημείο εκκένωσης. Για τον σκοπό αυτό, αξιοποιήθηκαν τα δεδομένα των δρομολογίων, όπως καταγράφονται από την διεύθυνση καθαριότητας του Δήμου Αργυρούπολης Ελληνικού και χαρτογραφικά δεδομένα από την πλατφόρμα Google maps.

Για τη μεταφορά των απορριμμάτων, το όχημα εκτελεί μία συγκεκριμένη χιλιομετρική απόσταση από το αμαξοστάσιο του Δήμου προς το πεδίο εκκένωσης πλήρες φορτίου και αντίστροφη πορεία κενό φορτίου. Δεδομένου ότι η κατανάλωση πετρελαίου κάθε οχήματος που συλλέγεται από τον Δήμο σε μηνιαία βάση συμπεριλαμβάνει και δρομολόγια εκτός της διαδικασίας της μεταφοράς των απορριμμάτων, προκειμένου να υπολογίσουμε ακριβέστερα την κατανάλωση πετρελαίου κατά τη διαδικασία της μεταφοράς του φορτίου του παραπάνω υπολογισμένου οχήματος, ακολουθούμε την παρακάτω εξίσωση:

Μέση κατανάλωση πλήρους φορτίου
Αναλογία φορτίου

(Eq2)

Όπου η μέση κατανάλωση πετρελαίου όταν το όχημα είναι πλήρες φορτίου εκφράζεται σε L/t. Η αναλογία φορτίου αντιστοιχεί στο μέγεθος M της προηγούμενης εξίσωσης και εκφράζεται σε τόνους.

Στους πίνακες δεδομένων της επόμενης σελίδας (Πίνακες 3-4, 3-5, 3-6), πέραν των παραπάνω υπολογισμών, καταγράφεται και το μέγεθος Κσυλλογής (L/t*km), το οποίο προκύπτει από την διαίρεση του μεγέθους Κσυλλογής (L/t) με την εξής σχέση:

Κσυνολική - (Κκενού+Κπλήρους)
Μ.Ο. των μέσων καταναλώσεων

(Eq3)

Πίνακας 3-4 Πίνακας δεδομένων και υπολογισμών καταναλώσεων για το κλάσμα των συμμεικτών αποβλήτων.

ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ													
Πίνακας δεδομένων και μεγεθών													
Τομείς	Ζώνες	Αναλογία φορτίου (t/ημέρα)	Κατανάλωση καυσίμου (L/ημέρα)	Μέση κατανάλωση πλήρους φορτίου (L/χλμ.)	Μέση κατανάλωση κενού φορτίου (L/χλμ.)	Απόσταση ομαδοστάσιου -τομεία (χλμ.)	Κατανάλωση κενού φορτίου (L/ημέρα)	Κατανάλωση πλήρους φορτίου (L/ημέρα)	K _{υαλίνης} (L/t)	Μέσος όρος	km	K _{υαλίνης} (L/t·km)	K _{μεταφοράς} (L/t·km)
1	Οικιστική	6.74	1.91	0.55	0.4	0	0	0	0.28	0.5	4.0	0.1	0.08
2	Οικιστική	4.67	19.48	0.9	0.7	2.9	2.03	2.61	3.17	0.8	18.6	0.2	0.19
3	Οικιστική	4.44	13.19	0.7	0.55	1.1	0.6	0.77	2.66	0.6	18.9	0.1	0.16
4	Εμπορική	6.02	14.41	0.6	0.4	1.1	0.44	0.66	2.21	0.5	26.6	0.1	0.10
5	Εμπορική	8.49	6.01	0.6	0.4	0	0	0	0.7	0.5	12.0	0.1	0.07
6	Οικιστική	4.25	21	0.65	0.5	3.4	1.7	2.21	4.02	0.6	29.7	0.1	0.15
7	Τουριστική	2.01	4.91	0.75	0.55	5.2	2.86	3.9	2.06	0.7	2.8	0.7	0.37
8	Βιομηχανική	1.51	14.3	0.8	0.6	2.1	1.26	1.68	7.52	0.7	16.2	0.5	0.53
9	Οικιστική	2.76	19.15	0.9	0.7	3.4	2.38	3.06	4.96	0.8	17.1	0.3	0.33
10	Εμπορική	7.77	19.77	0.7	0.55	0.3	0.16	0.21	2.49	0.6	31.0	0.1	0.09
10	Εμπορική	7.77	2.19	0.85	0.7	0.3	0.21	0.25	0.22	0.8	2.2	0.1	0.11

Πίνακας 3-5 Πίνακας δεδομένων και υπολογισμών καταναλώσεων για το κλάσμα των ανακυκλώσιμων υλικών.

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ													
Πίνακας δεδομένων και μεγεθών													
Τομείς	Ζώνες	Αναλογία φορτίου	Κατανάλωση καυσίμου (L/ημέρο)	Μέση κατανάλωση πλήρους φορτίου (L/χλμ.)	Μέση κατανάλωση κενού φορτίου (L/χλμ.)	Απόσταση αμαξοστασίου -τομέα (χλμ.)	Κατανάλωση κενού φορτίου (L/ημέρο)	Κατανάλωση πλήρους φορτίου (L/ημέρο)	Κ _{συνολικός} (L/t)	Μέσος όρος	km	Κ _{συνολικός} (L/t*km)	Κ _{μεταφορικός} (L/t*km)
1	Οικιστική	1.01	16	0.86	0.66	0	0	0	15.84	0.76	21.05	0.8	0.85
2	Οικιστική	1.01	16	0.86	0.66	2.9	0	0	15.84	0.76	21.05	0.8	0.85
3	Οικιστική	1.01	16	0.86	0.66	1.1	0	0	15.84	0.76	21.05	0.8	0.85
4	Εμπορική	0.88	39.53	1.05	0.85	1.1	2.89	3.57	37.57	0.95	34.81	1.1	1.19
5	Εμπορική	0.88	39.53	1.05	0.85	0	2.89	3.57	37.57	0.95	34.81	1.1	1.19
6	Οικιστική	0.48	15.44	0.90	0.70	3.4	0.77	0.99	28.05	0.80	17.10	1.6	1.88
7	Τουριστική	0.19	19.32	0.91	0.71	5.2	4.73	4.73	57.36	0.81	12.17	4.7	4.79
8	Βιομηχανική	0.19	19.32	0.91	0.71	2.1	4.73	4.73	57.36	0.81	12.17	4.7	4.79
9	Οικιστική	0.48	15.44	0.90	0.70	3.4	0.77	0.99	28.05	0.80	17.10	1.6	1.88
10	Εμπορική	0.8	5	0.31	0.11	0.3	0.09	0.09	6.1	0.21	22.95	0.3	0.39

Πίνακας 3-6 Πίνακας δεδομένων και υπολογισμών καταναλώσεων για το κλάσμα των βιοποβλήτων.

ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ													
Πίνακας δεδομένων και μεγεθών													
Τομείς	Ζώνες	Αναλογία φορτίου	Κατανάλωση καυσίμου (L/ημέρα)	Μέση κατανάλωση πλήρους φορτίου (L/χλμ.)	Μέση κατανάλωση κενού φορτίου (L/χλμ.)	Απόσταση αμφοτεροαίσιου -τομέα (χλμ.)	Κατανάλωση κενού φορτίου (L/ημέρα)	Κατανάλωση πλήρους φορτίου (L/ημέρα)	Κ _{ομάδας} (L/t)	Μέσος όρος	km	Κ _{αυτοφόρος} (L/t·km)	Κ _{παραγωγής} (L/t·km)
1	Οικιστική	0.14	14	0.45	0.25	0	0	0	100	0.35	40.0	2.5	3.21
2	Οικιστική	0.14	14	0.45	0.25	2.9	0	0	100	0.35	40.0	2.5	3.21
3	Οικιστική	0.14	14	0.45	0.25	1.1	0	0	100	0.35	40.0	2.5	3.21
4	Εμπορική	0.14	14	0.45	0.25	1.1	0	0	100	0.35	40.0	2.5	3.21
5	Εμπορική	0.11	13.7	0.45	0.25	0	0.85	1.53	125	0.35	32.34	3.9	4.09
6	Οικιστική	0.11	13.7	0.45	0.25	3.4	0.85	1.53	125	0.35	32.34	3.9	4.09
7	Τουριστική	0.11	15.6	0.45	0.25	5.2	1.3	2.34	142	0.35	34.17	4.2	4.09
8	Βιομηχανική	0.11	15.6	0.45	0.25	2.1	1.3	2.34	142	0.35	34.17	4.2	4.09
9	Οικιστική	0.11	13.7	0.45	0.25	3.4	0.85	1.53	125	0.35	32.34	3.9	4.09
10	Εμπορική	0.11	15.6	0.45	0.25	0.3	1.3	2.34	142	0.35	34.17	4.2	4.09

3.4.2 Υπολογισμοί εκπομπών αερίων

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης, προτιμήθηκε να χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα εκπομπών οχημάτων συλλογής απορριμμάτων, υπό πραγματικές συνθήκες, τα οποία προέκυψαν από μελέτη του Υπουργείου Μεταφορών της Δανίας, με την ανάπτυξη ειδικού λογισμικού της εταιρείας TEMA2000, αποτυπώνοντας τις εκπομπές απορριμματοφόρων οχημάτων ποικίλων χρονολογιών κατασκευής, συμμορφωμένα με ευρωπαϊκά πρότυπα από το EuroII έως το EuroVI¹. Από την παραπάνω μελέτη προέκυψαν οι μετρήσεις, οι οποίες συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3-7) και οι οποίες κατανέμουν τους μέσους όρους των εκπομπών διαφόρων κρίσιμων αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα Euro II έως Euro V. Για το πρότυπο EuroVI υποτέθηκε ότι οι μέσοι όροι εκπομπών αντιστοιχούν σε εκείνους του EuroV.

Πίνακας3-7 Εκπομπές οχήματος συλλογής απορριμμάτων σε αστικό περιβάλλον, Υπουργείο Μεταφορών Δανίας (TEMA2000).

Στάδιο	CO ₂ g/L	SO ₂ g/L	CO g/L	HC g/L	NOx g/L	PM g/L
Euro II	2629	0.08	4.0	1.9	30.4	0.9
Euro III	2629	0.08	3.4	1.7	24.3	0.6
Euro IV	2629	0.08	2.2	1.2	17.0	0.1
Euro V	2629	0.08	2.2	1.2	11.9	0.1

Όπως φαίνεται από τον πίνακα αυτόν, η μετάβαση από το πρότυπο EuroII στο πρότυπο EuroV προκαλεί τη μείωση των εκπομπών οξειδίων του αζώτου κατά περίπου 60%, ενώ οι εκπομπές διοξειδίου του θείου παρέμειναν περίπου σταθερές. Επίσης, η εξέλιξη του προτύπου προκαλεί χαμηλότερες εκπομπές υδρογονοανθράκων και μονοξειδίου του άνθρακα, ενώσεις στις οποίες οφείλεται, κατά κύριο λόγο, ο δυνητικός φωτοχημικός σχηματισμός του όζοντος. Γενικότερα, η προοδευτική ταπείνωση των εκπομπών τοξικών σωματιδίων παρατηρείται, διότι τα σωματίδια αυτά θεωρούνται επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία και για τα οικοσυστήματα.

¹Larsen; Vrgoc; Christensen: Diesel consumption in waste collection and transport and its environmental significance, p.4, 2009. [Ministry of Transport (2000) TEMA2000. Software developed by Ministry of Transport, Denmark.

Ωστόσο, οι εκπομπές αυτές επιβαρύνουν το περιβάλλον και με έμμεσο τρόπο, καθώς συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη, στη ρύπανση της ατμόσφαιρας, στη ρύπανση του εδάφους και στον φωτοχημικό σχηματισμό του όζοντος. Καθώς τα νεότερα πρότυπα τείνουν να μειώνουν τις πιθανές επιπτώσεις στη ρύπανση του περιβάλλοντος, η υπερθέρμανση του πλανήτη καθίσταται η σημαντικότερη περιβαλλοντική επίπτωση από την καύση του πετρελαίου, διότι αυτή οφείλεται κυρίως στις εκπομπές CO₂ από την καύση του πετρελαίου, τα όρια των οποίων δεν μειώνονται με την εξέλιξη των ευρωπαϊκών προτύπων.

Προς επιβεβαίωση του παραπάνω συμπεράσματος παραθέτουμε τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3-8), ο οποίος αποτυπώνει τον δυνητικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο από τη συλλογή και τη μεταφορά απορριμμάτων με οχήματα πετρελαιοκινητήρων, όπως προκύπτει από το μοντέλο EASEWASTE, ένα μοντέλο αξιολόγησης του κύκλου ζωής των απορριμματοφόρων (Kiberly κ.ά. 2006). Στο μοντέλο αυτό, διαφορετικοί τύποι οχημάτων συλλογής συγκρίθηκαν στην αξιολόγηση, η οποία περιελάμβανε την προ-καύση και την καύση πετρελαίου. Όλες οι εκπομπές από την παραγωγή και την καύση του πετρελαίου μετατράπηκαν σε παραμέτρους περιβαλλοντικής επιβάρυνσης και κατόπιν έγινε αναγωγή στη μέση συμβολή ενός ατόμου, σε ένα χρόνο. Σε αυτή τη μελέτη, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος αξιολόγησης του κύκλου ζωής EDIP97 (Wenzel κ.ά. 1997) (Stranddorf et al. 2005)¹.

Πίνακας 3-8 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις εκπομπές αερίων, κατά τη συλλογή και μεταφορά απορριμμάτων, με αναγωγή σε μονάδες/άτομο/έτος (Stranddorf κ.ά. 2005).

Περιβαλλοντική επίπτωση	Υπεύθυνη εκπομπή αερίου	Αναγωγή σε μονάδες/άτομο/έτος
Υπερθέρμανση του πλανήτη	CO ₂ (kg) και ισοδύναμα	8700
Μόλυνση της ατμόσφαιρας	SO ₂ (kg) και ισοδύναμα	74
Μόλυνση του εδάφους	NO ₃ (kg) και ισοδύναμα	119
Φωτοχημικός σχηματισμός όζοντος	C ₂ H ₄ (kg) και ισοδύναμα	25

¹Larsen; Vrgoc; Christensen: Diesel consumption in waste collection and transport and its environmental significance, p.4, 2009.

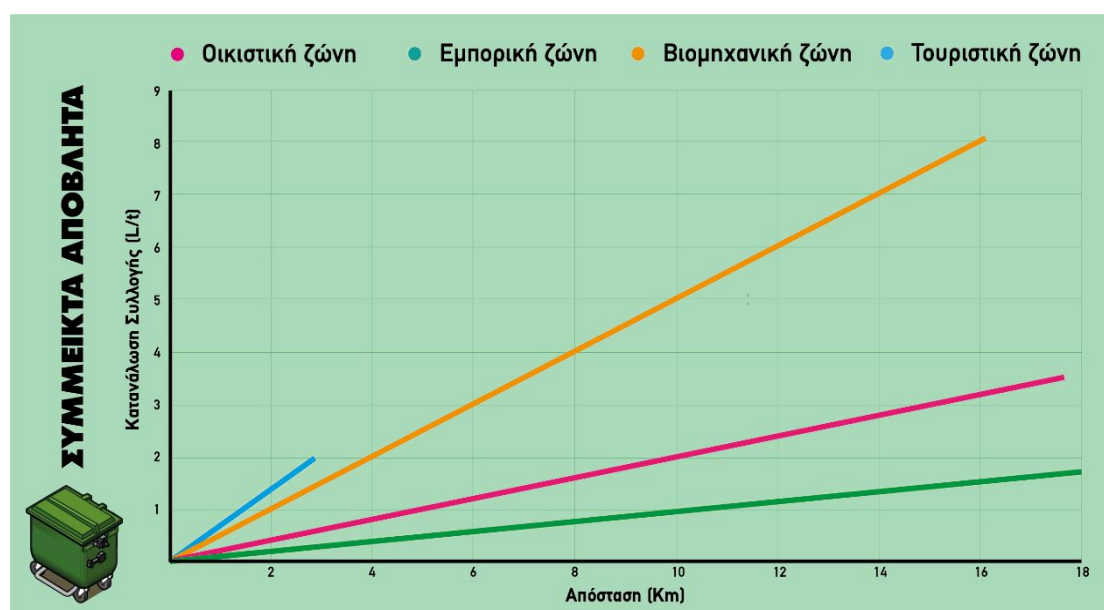
4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Παρακάτω εκτίθενται και αναλύονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών ως προς την κατανάλωση καυσίμου τόσο για τη συλλογή, όσο και για τη μεταφορά των απορριμμάτων, καθώς και για τις περιβαλλοντικές εκπομπές της κατανάλωσης αυτών, ανάλογα με το πρότυπο περιβαλλοντικού αποτυπώματος των κινητήρων.

4.1 Κατανάλωση καυσίμου κατά τη συλλογή

4.1.1 Ως προς τα κλάσματα αποβλήτων

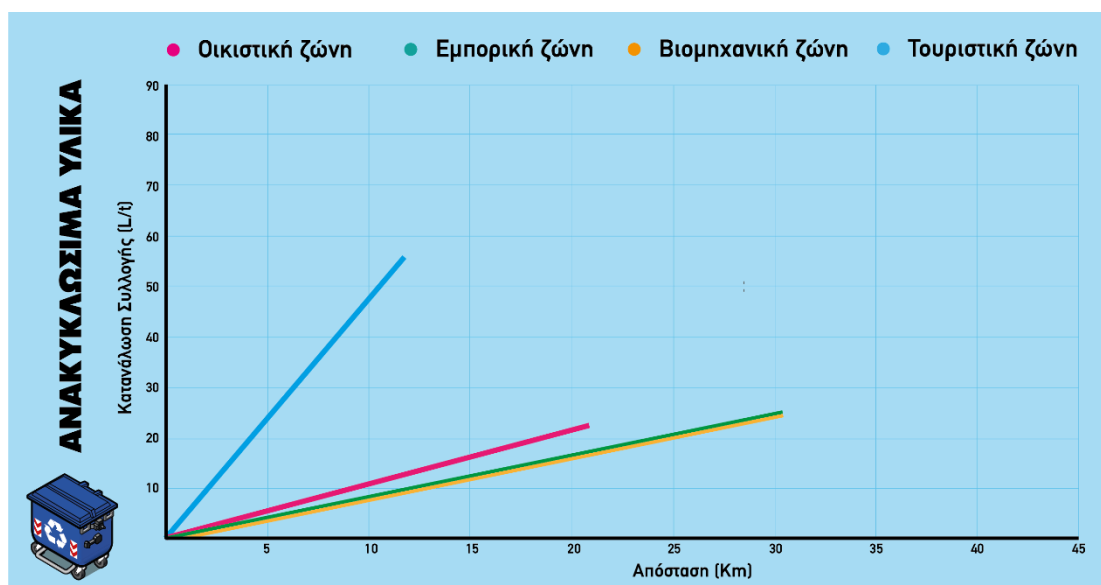
Η κατανάλωση καυσίμου κατά τη διαδικασία της συλλογής εκφράζεται σε L/συλλεγόμενων απορριμμάτων. Στις ακόλουθες γραφικές παραστάσεις (Διαγράμματα 4-1, 4-2, 4-3) παρουσιάζεται η μεταβολή της κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση και η σύγκριση της κατανάλωσης αυτής ανάμεσα στις τέσσερις χωροταξικές ζώνες (Οικιστική, Εμπορική, Βιομηχανική και Τουριστική). Η σχέση αυτή αναλύεται με διαφορετική γραφική παράσταση για κάθε κλάσμα αποβλήτων:



Διάγραμμα 4-1 Μεταβολή κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (σύμμεικτα).

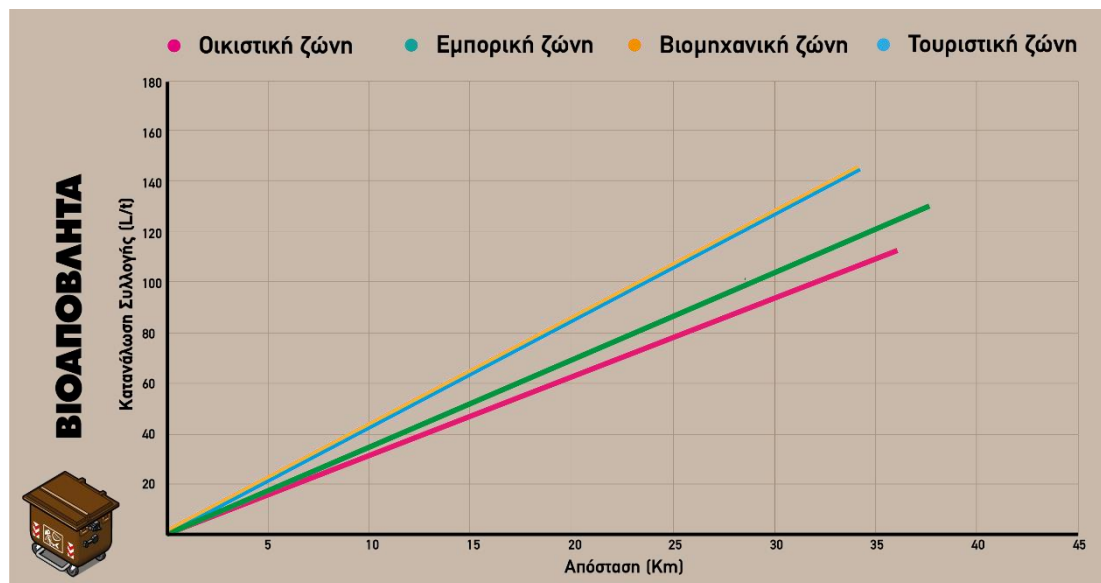
Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-1, ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, ανά χλμ. συλλογής και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών Κσυλλογής (L/t*km) για κάθε ζώνη. Όπως φαίνεται, η κλίση της εξίσωσης της ευθείας για τις διάφορες ζώνες ποικίλει. Η ευθεία με τη μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη της

τουριστικής ζώνης (0.7L/t*km) και στη συνέχεια ακολουθούν, η βιομηχανική ζώνη (0.5L/t*km), η οικιστική ζώνη (0.2L/t*km) και η εμπορική ζώνη (0.1L/t*km). Η μεγάλη κλίση οφείλεται στον υψηλό λόγο κατανάλωσης καυσίμου/φορτίου, που συλλέγεται για δεδομένη διαδρομή. Αντίστοιχα, η μικρή κλίση οφείλεται στον χαμηλό λόγο κατανάλωσης καυσίμου/φορτίου για δεδομένη διαδρομή. Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι διανυόμενες αποστάσεις στην οικιστική και εμπορική ζώνη είναι περίπου ίσες ($\sim 18\text{χλμ.}$), στη βιομηχανική ζώνη τα οχήματα διανύουν ελαφρώς μικρότερες αποστάσεις ($\sim 16\text{χλμ.}$), ενώ στην τουριστική ζώνη πολύ μικρότερες ($\sim 3\text{χλμ.}$). Οι διαφορές αυτές οφείλονται στο ότι στις πυκνοκατοικημένες ζώνες (οικιστική, εμπορική) τα οχήματα καλύπτουν ευρύτερο δίκτυο κάδων σε αντίθεση με την τουριστική και βιομηχανική, όπου το δίκτυο αυτό είναι λιγότερο πυκνό.



Διάγραμμα 4-2 Μεταβολή κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (ανακυκλώσιμα). Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-2, ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου ανά τόνο ανακυκλώσιμων υλικών, ανά χλμ. συλλογής και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών Κσυλλογής (L/t*km) για κάθε ζώνη. Όπως αποτυπώνεται, η κλίση της εξίσωσης της ευθείας για τις διάφορες ζώνες ποικίλει. Οι ευθείες με τη μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνες της τουριστικής και της βιομηχανικής ζώνης που ταυτίζονται (4.7L/t*km) και στη συνέχεια ακολουθούν, η οικιστική ζώνη (1.1L/t*km) και η βιομηχανική ζώνη (0.8L/t*km). Η μεγάλη κλίση οφείλεται στον υψηλό λόγο κατανάλωσης καυσίμου/φορτίου που συλλέγεται για δεδομένη διαδρομή. Αντίστοιχα, η μικρή

κλίση οφείλεται στον χαμηλό λόγο κατανάλωσης καυσίμου/φορτίου για δεδομένη διαδρομή. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η διανυόμενη απόσταση στη βιομηχανική ζώνη είναι περίπου 30χλμ., στην οικιστική 20χλμ., ενώ οι αποστάσεις στις βιομηχανική και τουριστική ζώνη ταυτίζονται (12χλμ.). Οι διαφορές που παρατηρούνται ως προς τις διανυόμενες αποστάσεις ανάμεσα στο κλάσμα των ανακυκλώσιμων και των σύμμεικτων αποβλήτων, οφείλεται στη διαφορετική κατανομή των μέσων αποθήκευσης για τα δύο κλάσματα.



Διάγραμμα 4-3 Μεταβολή κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (βιοαποβλήτα). Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-3, ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου ανά τόνο βιοαποβλήτων, ανά χλμ. συλλογής και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών Καυλογής (L/t·km) για κάθε ζώνη. Όπως αποτυπώνεται, η κλίση της εξίσωσης της ευθείας για τις διάφορες ζώνες ποικίλει. Οι ευθείες με τη μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνες της τουριστικής και της βιομηχανικής ζώνης που ταυτίζονται (4.2L/t·km) και στη συνέχεια ακολουθούν, η εμπορική ζώνη (3.5L/t·km), και η οικιστική ζώνη (3.0L/t·km). Η μεγάλη κλίση οφείλεται στον υψηλό λόγο κατανάλωσης καυσίμου/φορτίου, που συλλέγεται για δεδομένη διαδρομή. Αντίστοιχα, η μικρή κλίση οφείλεται στον χαμηλό λόγο κατανάλωσης καυσίμου/φορτίου για δεδομένη διαδρομή. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η διανυόμενη απόσταση στην εμπορική ζώνη είναι περίπου 36χλμ., στην οικιστική 37χλμ., ενώ οι αποστάσεις στις βιομηχανική και τουριστική ζώνες ταυτίζονται (33χλμ.). Οι διαφορές που παρατηρούνται ως προς τις διανυόμενες αποστάσεις ανάμεσα

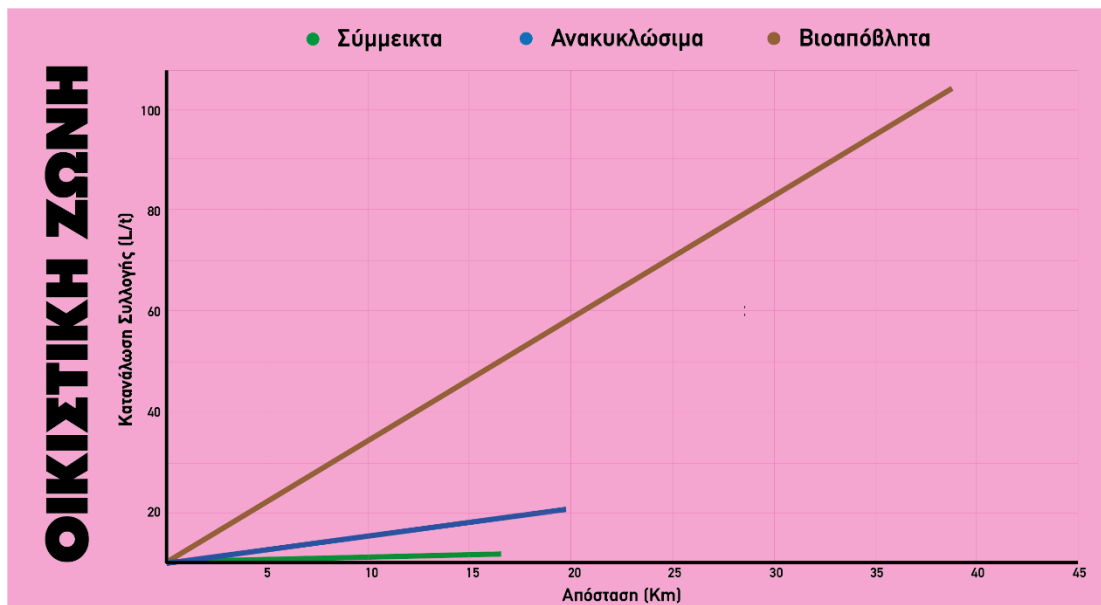
στο κλάσμα των βιοαποβλήτων και των υπολοίπων, οφείλεται στη διαφορετική κατανομή των μέσων αποθήκευσης, ανάμεσα στα κλάσματα.

Από τις συγκρίσεις αυτές προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Η αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου ως προς τη διανυόμενη απόσταση κατά τη συλλογή εμφανίζει μεγαλύτερη κλίση στην περίπτωση της βιομηχανικής και τουριστικής ζώνης και για τα τρία κλάσματα αποβλήτων. Αυτό ερμηνεύεται από το γεγονός, ότι σε αυτές τις ζώνες, παρότι μικρότερη η έκτασή τους και κατ' επέκταση η διανυόμενη διαδρομή, ο όγκος των συλλεγόμενων αποβλήτων είναι αντίστοιχα μικρότερος, γεγονός, το οποίο εκτινάσσει ραγδαία την κατανάλωση.
2. Η κατανάλωση καυσίμου ως προς το συλλεγόμενο κλάσμα είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση των ανακυκλώσιμων υλικών σε σχέση με τα σύμμεικτα και δραματικά μεγαλύτερη στην περίπτωση των βιοαποβλήτων. Το φαινόμενο αυτό ερμηνεύεται από το γεγονός, ότι ο όγκος των συλλεγόμενων αποβλήτων στην ίδια διαδρομή είναι μικρότερος για τα ανακυκλώσιμα υλικά και δραματικά μικρότερος για τα βιοαπόβλητα.
3. Σε όλες τις περιπτώσεις η οικιστική ζώνη, παρότι μεγαλύτερη σε έκταση και διανυόμενη απόσταση εμφανίζει την μικρότερη συγκριτικά κατανάλωση, καθώς σε αυτή τη ζώνη είναι μεγαλύτερη η πυκνότητα των συλλεγόμενων αποβλήτων.

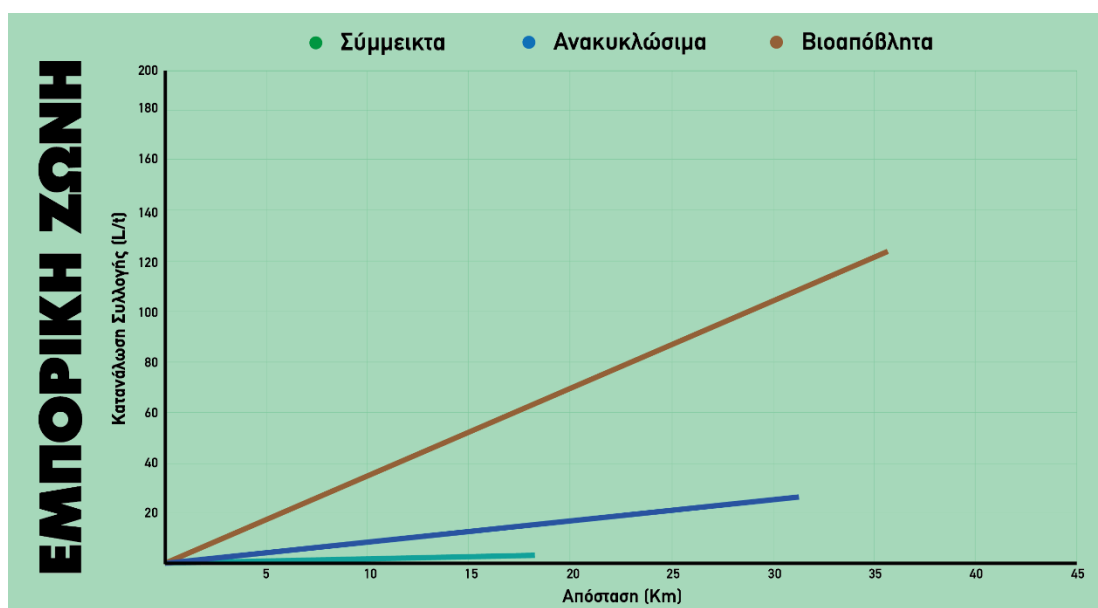
4.1.2 Ως προς τις χωροταξικές ζώνες

Στα ακόλουθα Διαγράμματα 4-4, 4-5, 4-6, 4-7, παρουσιάζονται οι καταναλώσεις συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση και η σύγκριση ανάμεσα στα τρία κλάσματα των αποβλήτων. Η σχέση αυτή αναλύεται με διαφορετική γραφική παράσταση για κάθε χωροταξική ζώνη. Οπότε και πάλι είναι προφανές, ότι η κατανάλωση καυσίμου στην περίπτωση των ανακυκλώσιμων είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τα σύμμεικτα και δραματικά μεγαλύτερη για τα βιοαπόβλητα. Δευτερογενείς παράγοντες που ενδεχομένως επηρεάζουν την παραπάνω σχέση είναι οπωσδήποτε η πυκνότητα του οδικού δικτύου κάθε ζώνης, η οδηγική συμπεριφορά, η συχνότητα των στάσεων και η χωρητικότητα των απορριμματοφόρων οχημάτων. Ωστόσο, οι παράγοντες αυτοί δεν φαίνεται να επηρεάζουν αξιόλογα.



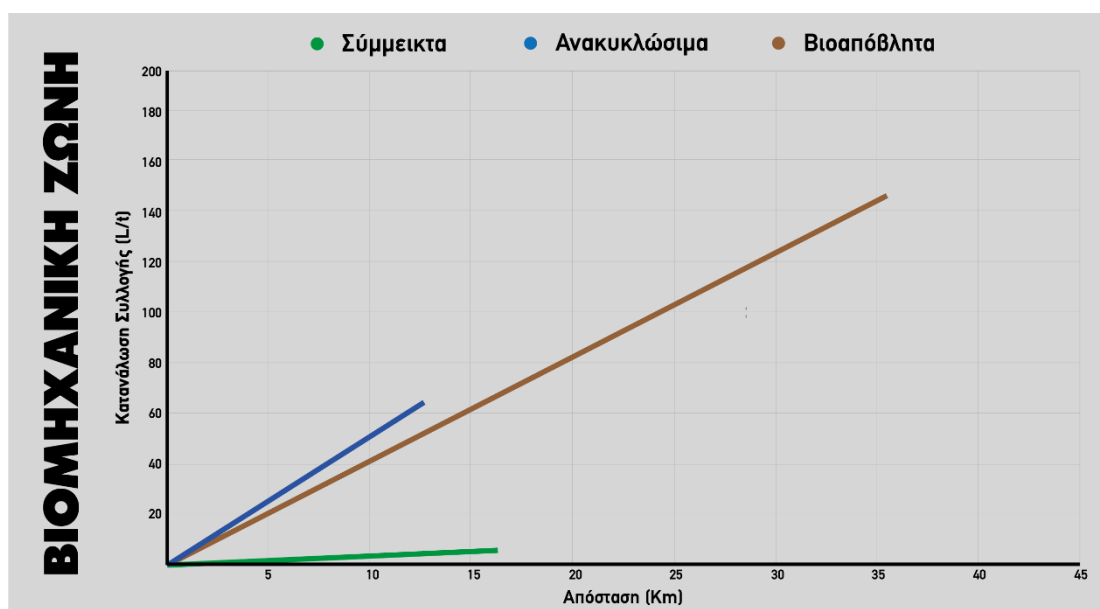
Διάγραμμα 4-4 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (οικιστική ζώνη).

Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-4 αποτυπώνεται η κατανάλωση καυσίμου σε L/t αποβλήτων συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή των τριών κλασμάτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα) στην οικιστική ζώνη. Αποτυπώνεται, ότι η κλίση της κατανάλωσης στην περίπτωση των βιοαποβλήτων είναι πολύ μεγαλύτερη (118L/για απόσταση 38km) σε σύγκριση με τις περιπτώσεις των ανακυκλωσίμων (21L/t για απόσταση 19km) και των συμμείκτων (17L/t για απόσταση 17km). Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στο γεγονός, ότι κατά τη συλλογή των βιοαποβλήτων τα οχήματα διανύουν αντίστοιχες αποστάσεις με πολύ μικρότερο φορτίο.



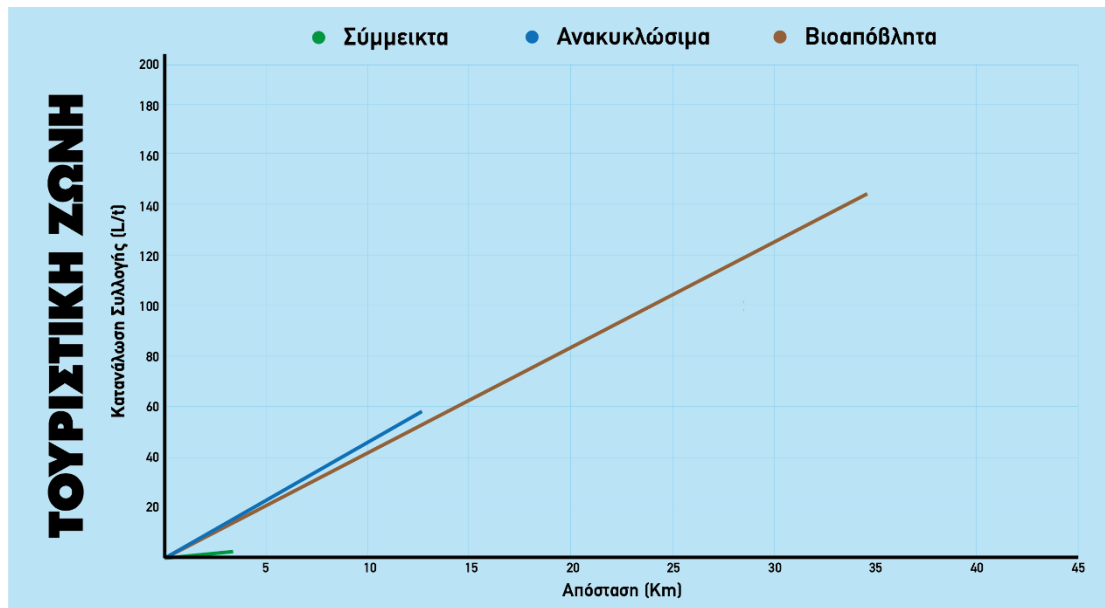
Διάγραμμα 4-5 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (εμπορική ζώνη).

Στο προηγούμενο Διάγραμμα 4-5 αποτυπώνεται η κατανάλωση καυσίμου σε L/t αποβλήτων συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριματοφόρο για τη συλλογή των τριών κλασμάτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα) στην εμπορική ζώνη. Αποτυπώνεται, ότι η κλίση της κατανάλωσης στην περίπτωση των βιοαποβλήτων είναι πολύ μεγαλύτερη (124L/t για απόσταση 36km) σε σύγκριση με τις περιπτώσεις των ανακυκλωσίμων (20L/t για απόσταση 32km) και των συμμείκτων (2L/t για απόσταση 18km). Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στο γεγονός, ότι κατά τη συλλογή των βιοαποβλήτων τα οχήματα διανύουν αντίστοιχες αποστάσεις με πολύ μικρότερο φορτίο.



Διάγραμμα 4-6 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (βιομηχανική ζώνη).

Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-6 αποτυπώνεται η κατανάλωση καυσίμου σε L/t αποβλήτων συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριματοφόρο για τη συλλογή των τριών κλασμάτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα) στη βιομηχανική ζώνη. Αποτυπώνεται, ότι η κλίση της κατανάλωσης στην περίπτωση των βιοαποβλήτων είναι πολύ μεγαλύτερη (144L/t για απόσταση 36km) σε σύγκριση με τις περιπτώσεις των ανακυκλωσίμων (62L/t για απόσταση 13km) και των συμμείκτων (2L/t για απόσταση 17km). Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στο γεγονός, ότι κατά τη συλλογή των βιοαποβλήτων τα οχήματα διανύουν αντίστοιχες αποστάσεις με πολύ μικρότερο φορτίο.



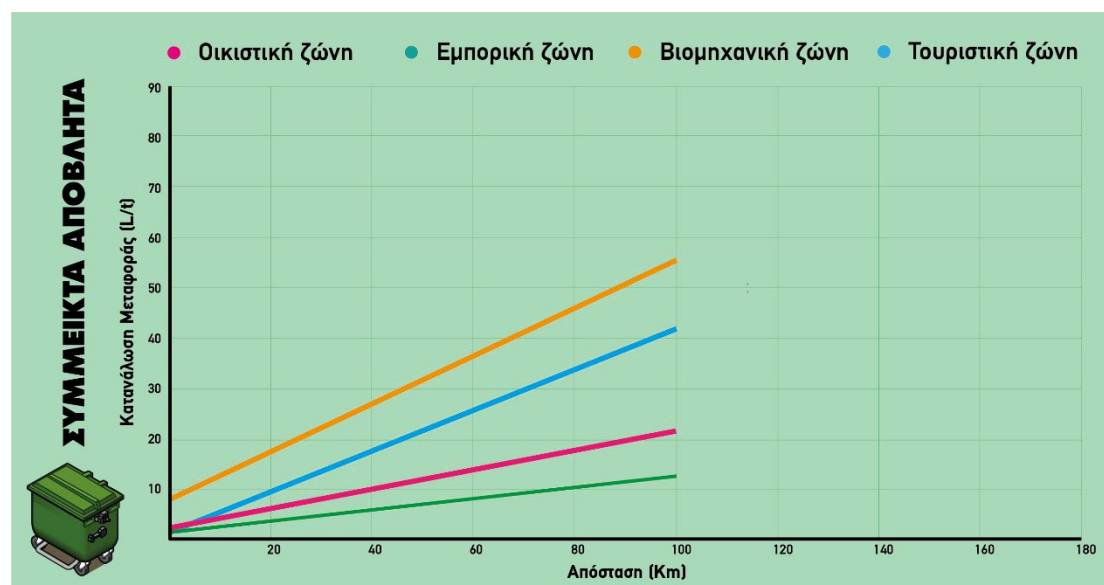
Διάγραμμα 4-7 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση (τουριστική ζώνη).

Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-7 αποτυπώνεται η κατανάλωση καυσίμου σε L/t αποβλήτων συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή των τριών κλασμάτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα) στην τουριστική ζώνη. Αποτυπώνεται, ότι η κλίση της κατανάλωσης στην περίπτωση των βιοαποβλήτων είναι πολύ μεγαλύτερη (142L/t για απόσταση 34km) σε σύγκριση με τις περιπτώσεις των ανακυκλωσίμων (59L/t για απόσταση 12km) και των συμμείκτων (1L/t για απόσταση 3km). Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στο γεγονός, ότι κατά τη συλλογή των βιοαποβλήτων τα οχήματα διανύουν αντίστοιχες αποστάσεις με πολύ μικρότερο φορτίο.

4.2 Κατανάλωση καυσίμου κατά τη μεταφορά

4.2.1 Ως προς τα κλάσματα αποβλήτων

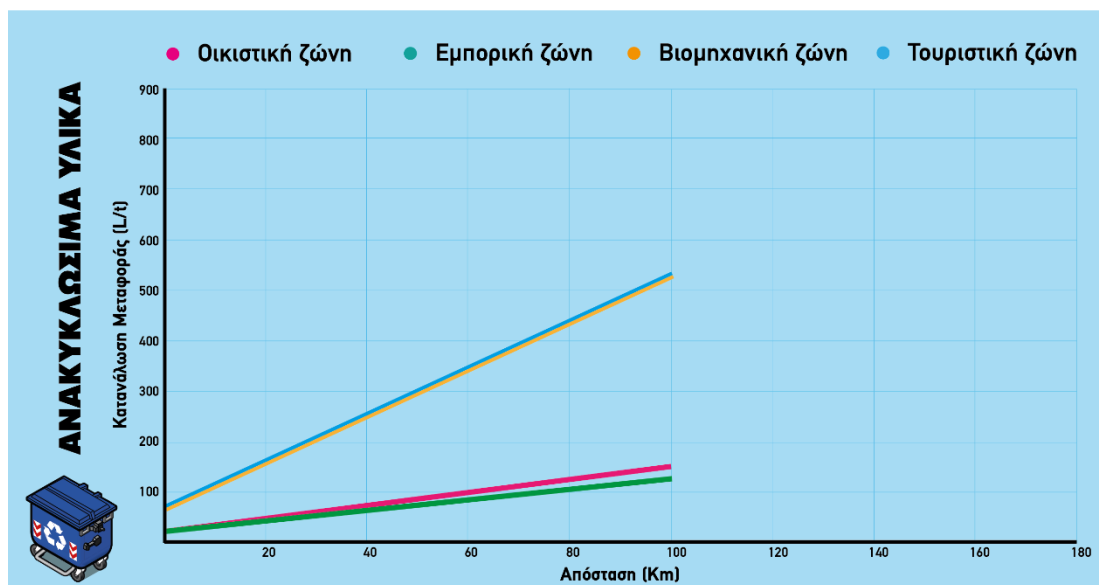
Η κατανάλωση καυσίμου κατά τη διαδικασία της μεταφοράς εκφράζεται σε L/t συλλεγόμενων απορριμμάτων. Στις ακόλουθες γραφικές παραστάσεις (Διαγράμματα 4-8, 4-9, 4-10) παρουσιάζεται η σχέση της κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση και η σύγκριση της κατανάλωσης αυτής ανάμεσα στις τέσσερις χωροταξικές ζώνες (Οικιστική, Εμπορική, Βιομηχανική και Τουριστική). Η σχέση αυτή αναλύεται με διαφορετική γραφική παράσταση για κάθε κλάσμα αποβλήτων:



Διάγραμμα 4-8 Μεταβολή κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (σύμμεικτα).

Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-8, ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, ανά χλμ. μεταφοράς και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών $K_{\text{μεταφοράς}}$ (L/t*km) για κάθε ζώνη. Επίσης, ο σταθερός συντελεστής της κάθε εξίσωσης προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του συντελεστή $K_{\text{συλλογής}}$ (L/t) για κάθε τομέα και εκφράζει την ήδη υπάρχουσα κατανάλωση καυσίμου που έχει προέλθει από τη συλλογή. Όπως φαίνεται, η κλίση της εξίσωσης της ευθείας για τις διάφορες ζώνες ποικίλει. Η ευθεία με τη μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη της βιομηχανικής ζώνης (0.5L/t*km) και στη συνέχεια ακολουθούν, η τουριστική ζώνη (0.4L/t*km), η οικιστική ζώνη (0.2L/t*km) και η εμπορική ζώνη (0.1L/t*km). Η μεγάλη κλίση οφείλεται στον υψηλό λόγο κατανάλωσης καυσίμου/φορτίου, που συλλέγεται για δεδομένη διαδρομή. Αντίστοιχα, η μικρή κλίση οφείλεται στον χαμηλό λόγο κατανάλωσης καυσίμου/φορτίου για

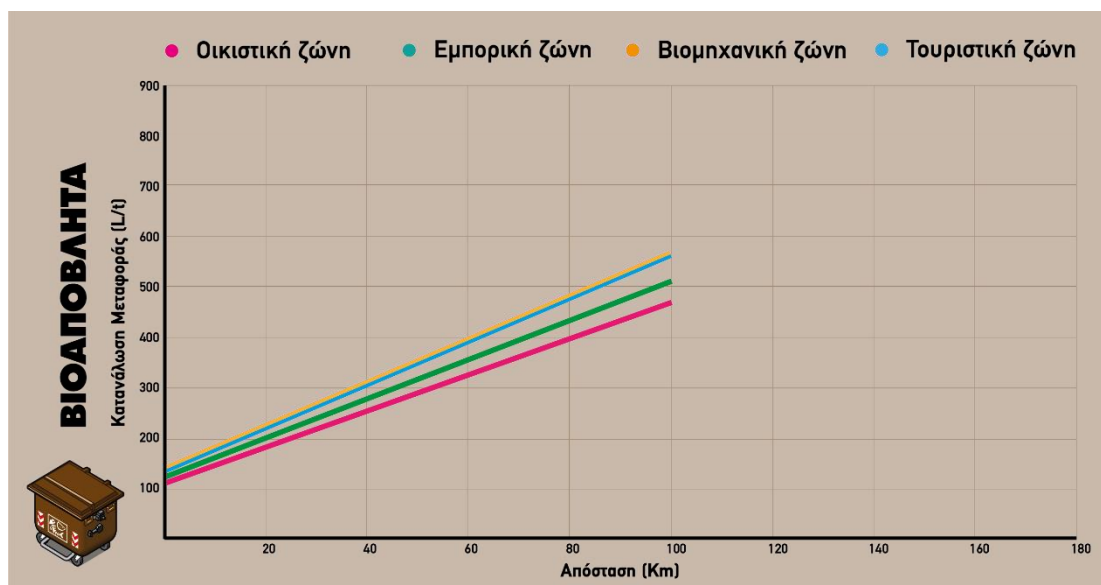
δεδομένη διαδρομή. Οι χιλιομετρικές αποστάσεις μεταφοράς έχουν αναχθεί στα 100χλμ. για λόγους ευκρίνειας του διαγράμματος, όπως επίσης, και για καλύτερη σύγκριση μεταξύ των ζωνών. Παρατηρείται, ότι η ευθεία της εξίσωσης ξεκινά από ένα μη μηδενικό σημείο, το οποίο υποδηλώνει ότι κατά την έναρξη της μεταφοράς υπάρχει ήδη μία κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, η οποία προφανώς οφείλεται στη συλλογή.



Διάγραμμα 4-9 Μεταβολή κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (ανακυκλώσιμα).

Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-9, ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου ανά τόνο ανακυκλωσίμων υλικών, ανά χλμ. μεταφοράς και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών $K_{\text{μεταφοράς}}$ ($L/t \cdot km$) για κάθε ζώνη. Επίσης, ο σταθερός συντελεστής της κάθε εξίσωσης προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του συντελεστή $K_{\text{συλλογής}}$ (L/t) για κάθε τομέα και εκφράζει την ήδη υπάρχουσα κατανάλωση καυσίμου που έχει προέλθει από τη συλλογή. Όπως φαίνεται, η κλίση της εξίσωσης της ευθείας για τις διάφορες ζώνες ποικίλει. Η ευθείες με τη μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνες της βιομηχανικής και της τουριστικής ζώνης ($4.8 L/t \cdot km$) και στη συνέχεια ακολουθούν, η οικιστική ζώνη ($1.3 L/t \cdot km$), και η εμπορική ζώνη ($0.9 L/t \cdot km$). Η μεγάλη κλίση οφείλεται στον υψηλό λόγο κατανάλωσης καυσίμου/φορτίου, που συλλέγεται για δεδομένη διαδρομή. Αντίστοιχα, η μικρή κλίση οφείλεται στον χαμηλό λόγο κατανάλωσης καυσίμου/φορτίου για δεδομένη διαδρομή. Οι χιλιομετρικές αποστάσεις μεταφοράς έχουν αναχθεί στα 100χλμ. για λόγους ευκρίνειας του διαγράμματος, όπως επίσης, και για καλύτερη σύγκριση μεταξύ

των ζωνών. Παρατηρείται, ότι η ευθεία της εξίσωσης ξεκινά από ένα μη μηδενικό σημείο, το οποίο υποδηλώνει ότι κατά την έναρξη της μεταφοράς υπάρχει ήδη μία κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, η οποία προφανώς οφείλεται στη συλλογή.



Διάγραμμα 4-10 Μεταβολή κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (βιοαπόβλητα).

Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-10, ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου ανά τόνο βιοαποβλήτων, ανά χλμ. μεταφοράς και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών $K_{\text{μεταφοράς}} (L/t \cdot km)$ για κάθε ζώνη. Επίσης, ο σταθερός συντελεστής της κάθε εξίσωσης προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του συντελεστή $K_{\text{συλλογής}} (L/t)$ για κάθε τομέα και εκφράζει την ήδη υπάρχουσα κατανάλωση καυσίμου που έχει προέλθει από τη συλλογή. Όπως φαίνεται, η κλίση της εξίσωσης της ευθείας για τις διάφορες ζώνες ποικίλει. Οι ευθείες με τη μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνες της βιομηχανικής και της τουριστικής ζώνης ($4.1 L/t \cdot km$) και στη συνέχεια ακολουθούν, η εμπορική ζώνη ($3.8 L/t \cdot km$), και η οικιστική ζώνη ($3.6 L/t \cdot km$). Η μεγάλη κλίση οφείλεται στον υψηλό λόγο κατανάλωσης καυσίμου/φορτίου, που συλλέγεται για δεδομένη διαδρομή. Αντίστοιχα, η μικρή κλίση οφείλεται στον χαμηλό λόγο κατανάλωσης καυσίμου/φορτίου για δεδομένη διαδρομή. Οι χιλιομετρικές αποστάσεις μεταφοράς έχουν αναχθεί στα 100 χλμ. για λόγους ευκρίνειας του διαγράμματος, όπως επίσης, και για καλύτερη σύγκριση μεταξύ των ζωνών. Παρατηρείται, ότι η ευθεία της εξίσωσης ξεκινά από ένα μη μηδενικό σημείο, το οποίο υποδηλώνει ότι κατά την έναρξη της μεταφοράς

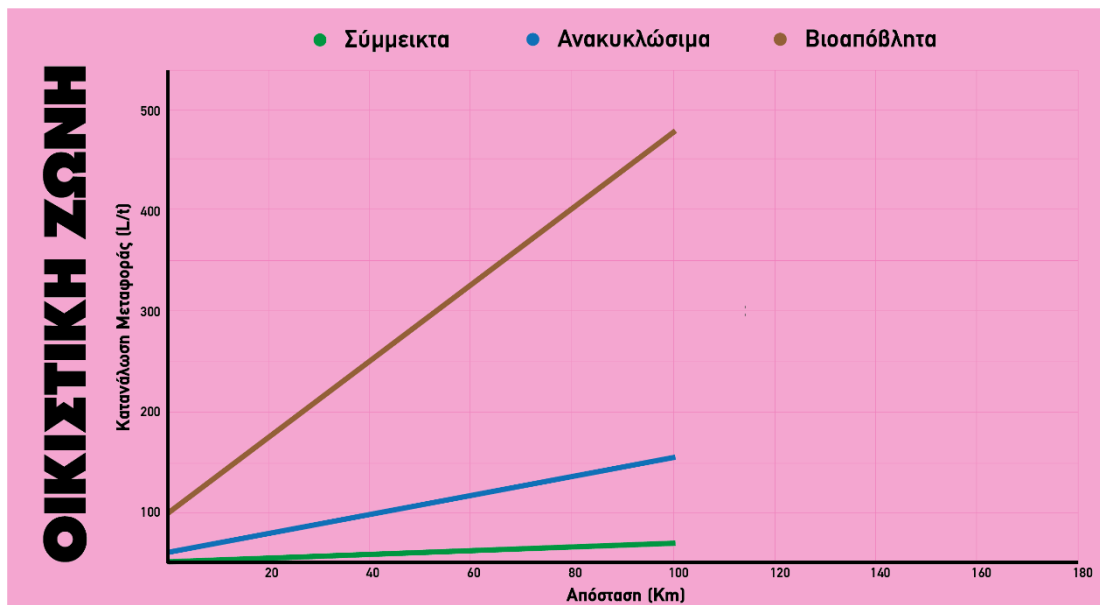
υπάρχει ήδη μία κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, η οποία προφανώς οφείλεται στη συλλογή.

Από τις συγκρίσεις αυτές προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Η αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου ως προς τη διανυόμενη απόσταση κατά τη μεταφορά εμφανίζει μεγαλύτερη κλίση στην περίπτωση της βιομηχανικής και τουριστικής ζώνης και για τα τρία κλάσματα αποβλήτων. Αυτό ερμηνεύεται από το γεγονός ότι αυτές οι ζώνες είναι πιο απομακρυσμένες.
2. Η κατανάλωση καυσίμου ως προς το συλλεγόμενο κλάσμα είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση των ανακυκλώσιμων υλικών, καθώς η διανυόμενη απόσταση προς το πεδίο εκκένωσης είναι μεγαλύτερη, ενώ ο όγκος των συλλεγόμενων αποβλήτων μικρότερος από ότι στα σύμμεικτα απόβλητα. Η κατανάλωση καυσίμου στην περίπτωση των βιοαποβλήτων παραμένει και κατά τη μεταφορά δραματικά μεγαλύτερη από ότι στα άλλα δύο κλάσματα, καθώς ο όγκος των συλλεγόμενων αποβλήτων είναι μικρότερος για την ίδια διαδρομή.
3. Σε όλες τις περιπτώσεις η οικιστική ζώνη, παρότι μεγαλύτερη σε έκταση και διανυόμενη απόσταση εμφανίζει την μικρότερη συγκριτικά κατανάλωση, φαινόμενο λογικό, καθώς σε αυτή τη ζώνη είναι μεγαλύτερη η πυκνότητα των συλλεγόμενων αποβλήτων.

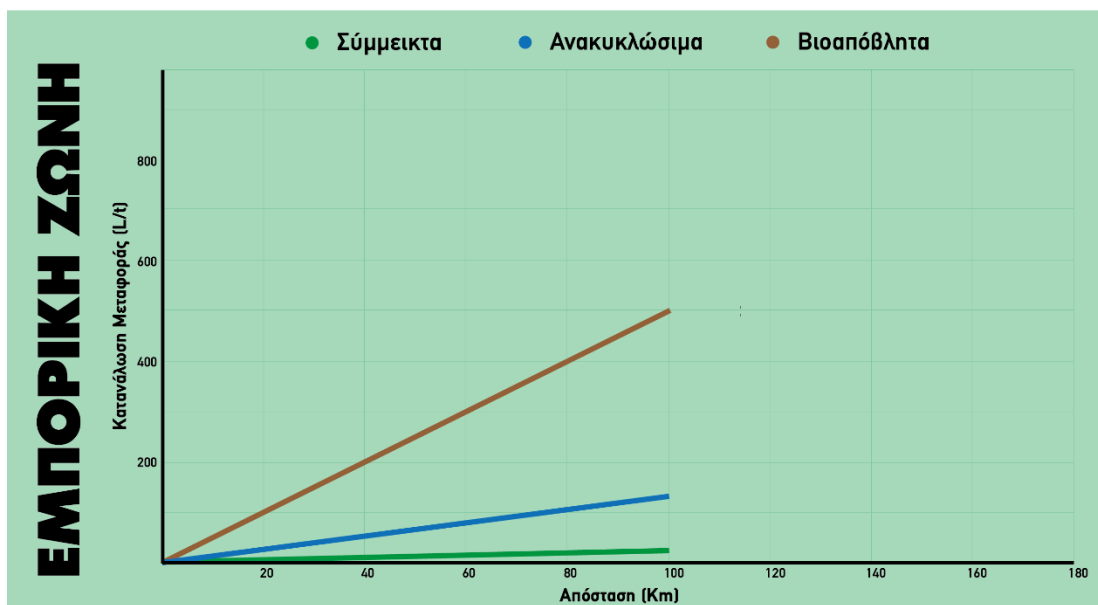
4.2.2 Ως προς τις χωροταξικές ζώνες

Στα ακόλουθα Διαγράμματα 4-11, 4-12, 4-13, 4-14, παρουσιάζονται οι καταναλώσεις μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση και η σύγκριση ανάμεσα στα τρία κλάσματα των αποβλήτων. Η σχέση αυτή αναλύεται με διαφορετική γραφική παράσταση για κάθε χωροταξική ζώνη. Οπότε και πάλι είναι προφανές, ότι η κατανάλωση καυσίμου στην περίπτωση των ανακυκλώσιμων είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τα σύμμεικτα και δραματικά μεγαλύτερη για τα βιοαπόβλητα. Δευτερογενείς παράγοντες που επηρεάζουν την παραπάνω σχέση είναι οπωσδήποτε η απόσταση του πεδίου εκκένωσης από το αμαξοστάσιο, η οδηγική συμπεριφορά και η χωρητικότητα των απορριμματοφόρων οχημάτων.



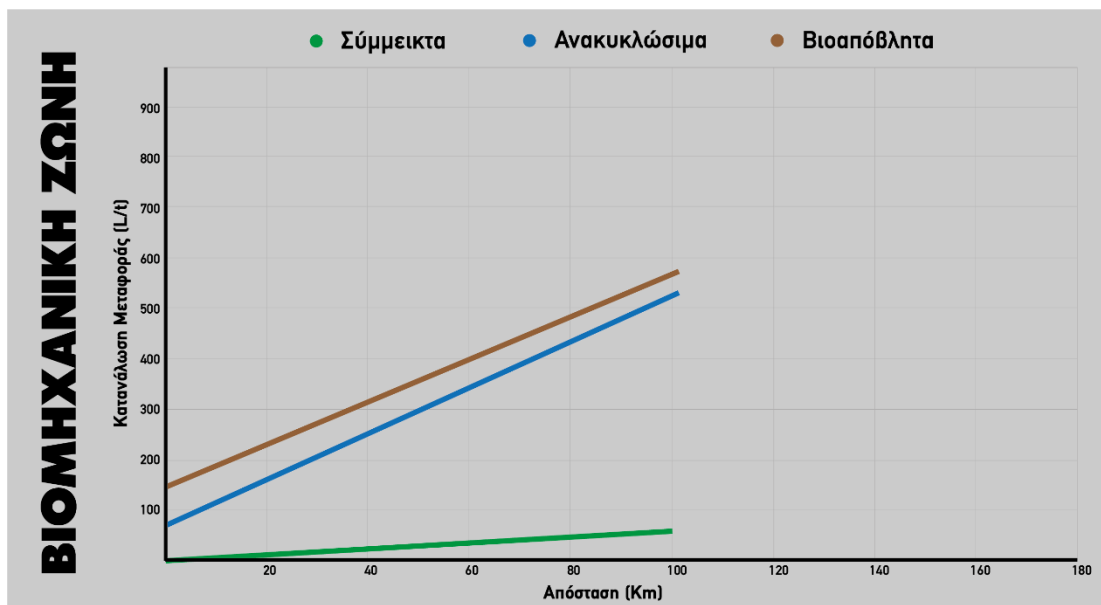
Διάγραμμα 4-11 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (οικιστική ζώνη).

Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-11 αποτυπώνεται η κατανάλωση καυσίμου σε L/t αποβλήτων συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή των τριών κλασμάτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα) στην οικιστική ζώνη. Οι χιλιομετρικές αποστάσεις μεταφοράς έχουν αναχθεί στα 100χλμ. για λόγους ευκρίνειας του διαγράμματος, όπως επίσης, και για καλύτερη σύγκριση μεταξύ των ζωνών. Παρατηρείται, ότι η ευθεία της εξίσωσης ξεκινά από ένα μη μηδενικό σημείο, το οποίο υποδηλώνει ότι κατά την έναρξη της μεταφοράς υπάρχει ήδη μία κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, η οποία προφανώς οφείλεται στη συλλογή. Όπως φαίνεται, η κλίση της κατανάλωσης στην περίπτωση των βιοαποβλήτων είναι πολύ μεγαλύτερη (470L/t) σε σύγκριση με τις περιπτώσεις των ανακυκλωσίμων (150L/t για απόσταση) και των συμμεικτων (20L/t). Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στο γεγονός, ότι κατά τη συλλογή των βιοαποβλήτων τα οχήματα διανύουν αντίστοιχες αποστάσεις με πολύ μικρότερο φορτίο.



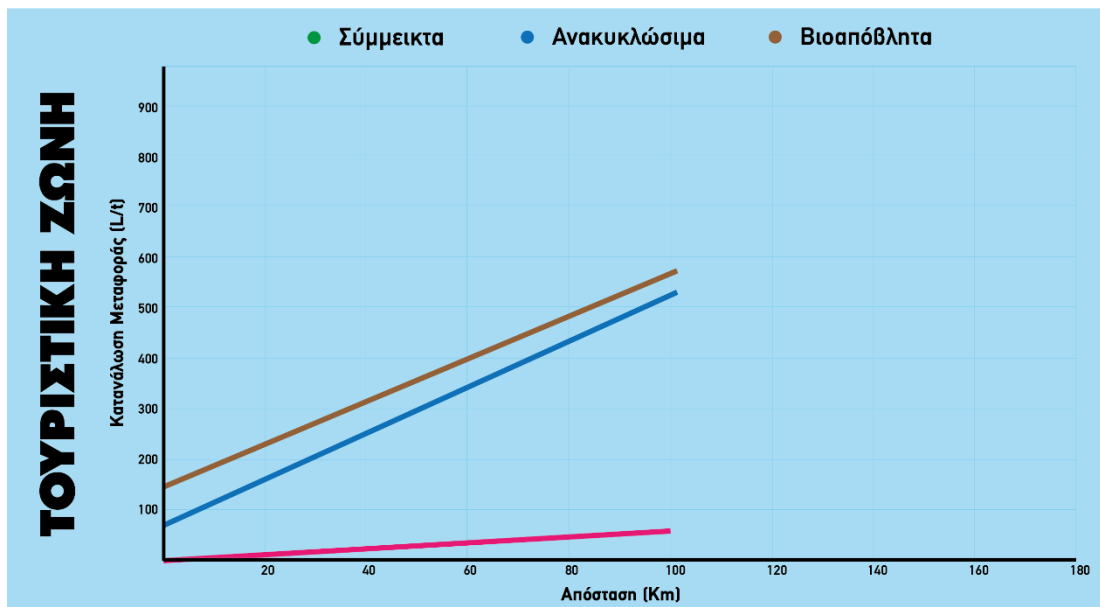
Διάγραμμα 4-12 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (εμπορική ζώνη).

Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-12 αποτυπώνεται η κατανάλωση καυσίμου σε L/t αποβλήτων συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή των τριών κλασμάτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα) στην εμπορική ζώνη. Οι χιλιομετρικές αποστάσεις μεταφοράς έχουν αναχθεί στα 100χλμ. για λόγους ευκρίνειας του διαγράμματος, όπως επίσης, και για καλύτερη σύγκριση μεταξύ των ζωνών. Παρατηρείται, ότι η ευθεία της εξίσωσης ξεκινά από ένα μη μηδενικό σημείο, το οποίο υποδηλώνει ότι κατά την έναρξη της μεταφοράς υπάρχει ήδη μία κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, η οποία προφανώς οφείλεται στη συλλογή. Όπως φαίνεται, η κλίση της κατανάλωσης στην περίπτωση των βιοαποβλήτων είναι πολύ μεγαλύτερη (500L/t) σε σύγκριση με τις περιπτώσεις των ανακυκλωσίμων(120L/t) και των συμμείκτων(17L/t). Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στο γεγονός, ότι κατά τη συλλογή των βιοαποβλήτων τα οχήματα διανύουν αντίστοιχες αποστάσεις με πολύ μικρότερο φορτίο.



Διάγραμμα 4-13 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (βιομηχανική ζώνη).

Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-13 αποτυπώνεται η κατανάλωση καυσίμου σε L/t αποβλήτων συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή των τριών κλασμάτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα) στη βιομηχανική ζώνη. Οι χιλιομετρικές αποστάσεις μεταφοράς έχουν αναχθεί στα 100χλμ. για λόγους ευκρίνειας του διαγράμματος, όπως επίσης, και για καλύτερη σύγκριση μεταξύ των ζωνών. Παρατηρείται, ότι η ευθεία της εξίσωσης ξεκινά από ένα μη μηδενικό σημείο, το οποίο υποδηλώνει ότι κατά την έναρξη της μεταφοράς υπάρχει ήδη μία κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, η οποία προφανώς οφείλεται στη συλλογή. Όπως φαίνεται, η κλίση της κατανάλωσης στην περίπτωση των βιοαποβλήτων είναι πολύ μεγαλύτερη (570L/t) σε σύγκριση με τις περιπτώσεις των ανακυκλωσίμων (520L/t) και των συμμείκτων (60L/t). Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στο γεγονός, ότι κατά τη συλλογή των βιοαποβλήτων τα οχήματα διανύουν αντίστοιχες αποστάσεις με πολύ μικρότερο φορτίο.



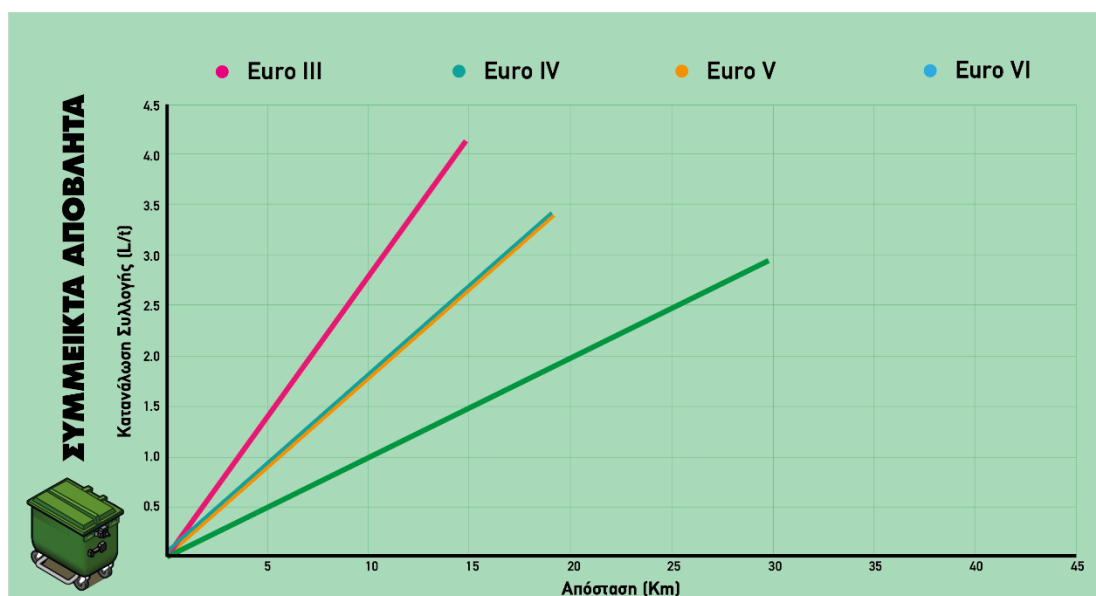
Διάγραμμα 4-14 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση (τουριστική ζώνη).

Στο παραπάνω Διάγραμμα 4-14 αποτυπώνεται η κατανάλωση καυσίμου σε L/t αποβλήτων συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή των τριών κλασμάτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα) στην τουριστική ζώνη. Οι χιλιομετρικές αποστάσεις μεταφοράς έχουν αναχθεί στα 100χλμ. για λόγους ευκρίνειας του διαγράμματος, όπως επίσης, και για καλύτερη σύγκριση μεταξύ των ζωνών. Παρατηρείται, ότι η ευθεία της εξίσωσης ξεκινά από ένα μη μηδενικό σημείο, το οποίο υποδηλώνει ότι κατά την έναρξη της μεταφοράς υπάρχει ήδη μία κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, η οποία προφανώς οφείλεται στη συλλογή. Όπως φαίνεται, η κλίση της κατανάλωσης στην περίπτωση των βιοαποβλήτων είναι πολύ μεγαλύτερη (570L/t) σε σύγκριση με τις περιπτώσεις των ανακυκλωσίμων (520L/t) και των συμμείκτων (60L/t). Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στο γεγονός, ότι κατά τη συλλογή των βιοαποβλήτων τα οχήματα διανύουν αντίστοιχες αποστάσεις με πολύ μικρότερο φορτίο.

4.3 Περιβαλλοντικές εκπομπές

4.3.1 Καταναλώσεις καυσίμου ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα (Euro)

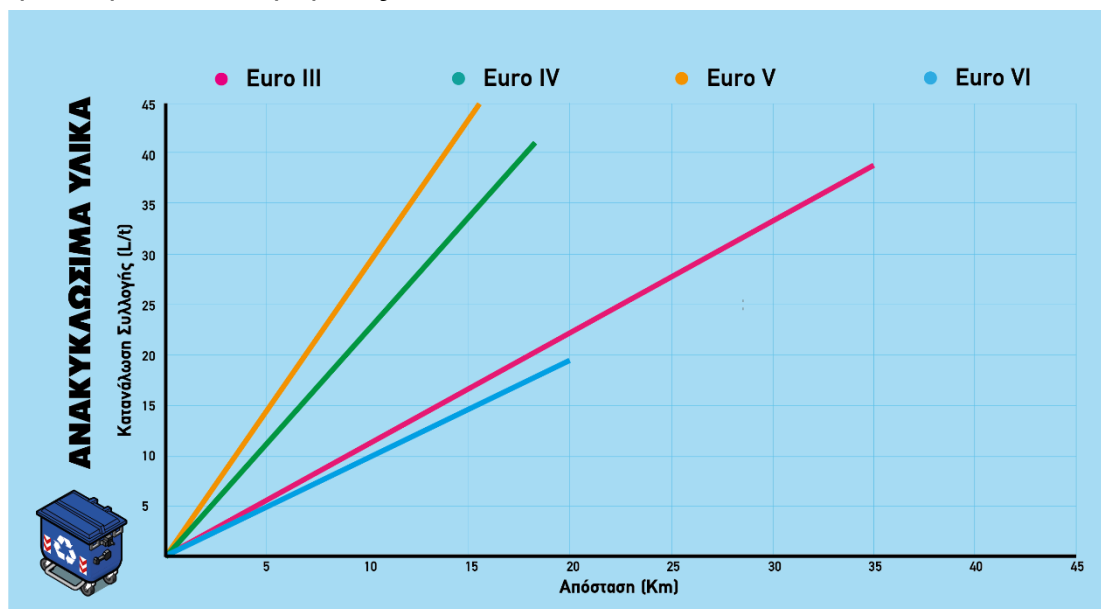
Με δεδομένο ότι ο στόλος των οχημάτων συλλογής απορριμμάτων του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού απαρτίζεται από οχήματα αρκετά παλαιά, τα οποία είναι συμμορφωμένα με τα περισσότερα ευρωπαϊκά πρότυπα, θεωρήσαμε σκόπιμο, να αξιολογηθεί το πώς η παλαιότητα του στόλου επιβαρύνει το περιβάλλον, κατά τις διαδικασίες της συλλογής και της μεταφοράς των απορριμμάτων, λαμβάνοντας ως σημείο αναφοράς το κλάσμα των απορριμμάτων. Από την αξιολόγηση αυτή προέκυψαν οι παρακάτω γραφικές παραστάσεις (Διαγράμματα 4-15, 4-16, 4-17, 4-18, 4-19, 4-20):



Διάγραμμα 4-15 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση, ανάλογα με το ευρωπαϊκό πρότυπο των οχημάτων (σύμμεικτα).

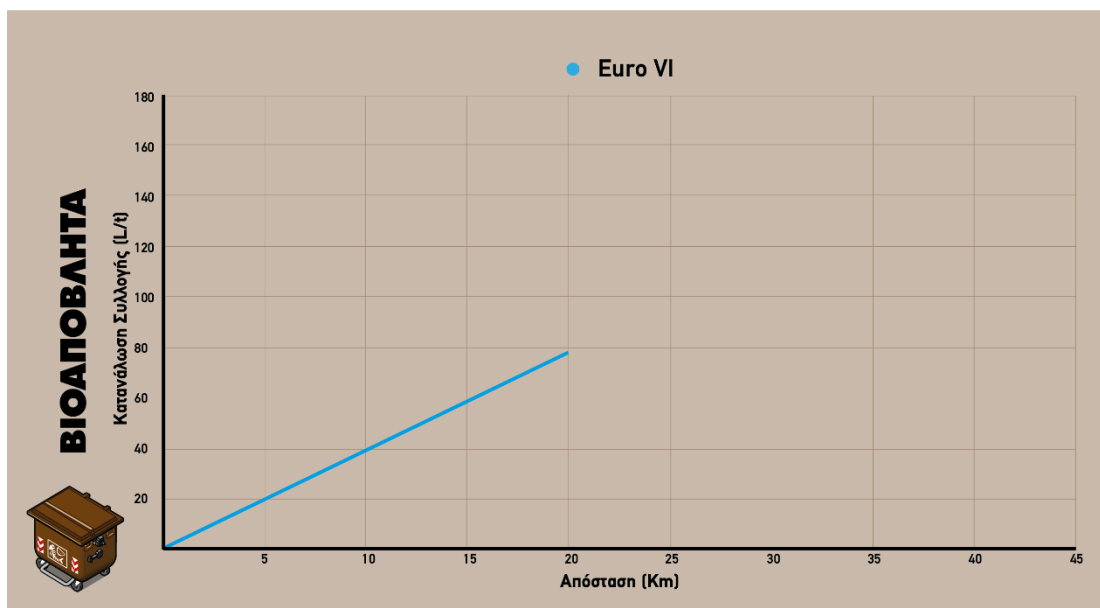
Το Διάγραμμα 4-15 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή, σύμφωνα με το περιβαλλοντικό πρότυπό του (Euro). Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, ανά χλμ. συλλογής και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών Κατανάλωσης (L/t*km) για κάθε περιβαλλοντικό πρότυπο (Euro). Η ευθεία με τη μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη του Euro III (0.30 L/t*km), ακολουθεί εκείνη του Euro VI (0.18 L/t*km), και τελικές εκείνες των Euro IV και Euro V, οι οποίες ταυτίζονται (0.10 L/t*km). Η αναμενόμενη αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου κατά τη μετάβαση από το Euro III στο Euro VI δεν διαπιστώνεται, καθώς παρατηρείται ότι τα οχήματα

EuroVI εμφανίζουν μεγαλύτερη κατανάλωση από τα Euro V και Euro IV. Το φαινόμενο αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στη διαφορετική κατανομή οχημάτων ανά περιβαλλοντικό πρότυπο (Euro), και, ενδεχομένως, στις διαφορές ως προς τη μορφή των διαδρομών τους, την οδηγική συμπεριφορά ή/και την καταπόνηση τους.



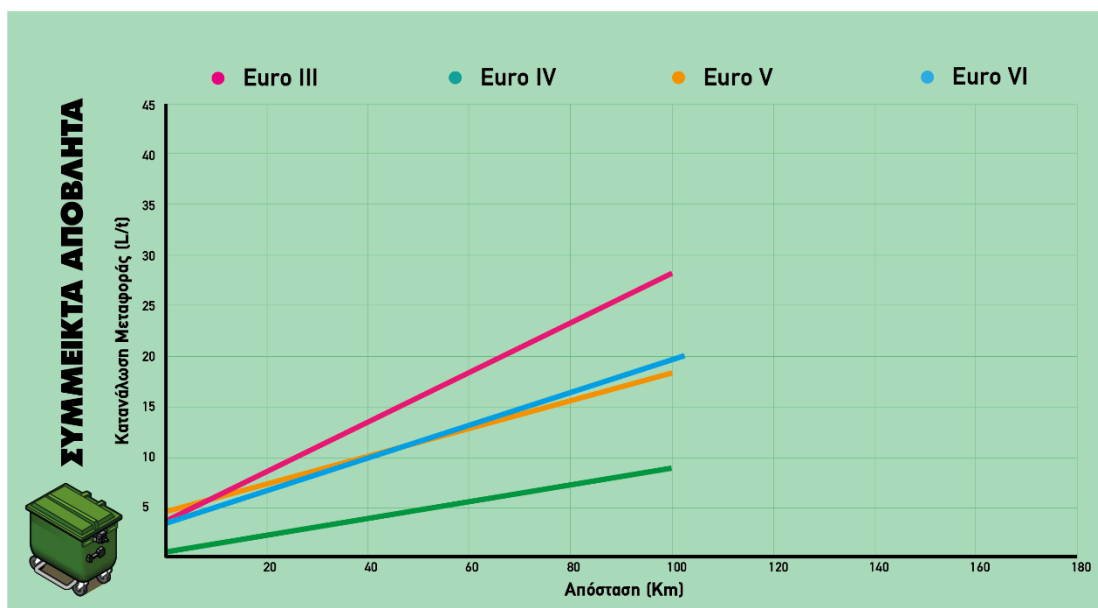
Διάγραμμα 4-16 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση, ανάλογα με το ευρωπαϊκό πρότυπο των οχημάτων (ανακυκλώσιμα).

Το Διάγραμμα 4-16 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά τόνο ανακυκλώσιμων υλικών, συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή, σύμφωνα με το περιβαλλοντικό πρότυπό του (Euro). Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου ανά τόνο ανακυκλώσιμων υλικών, ανά χλμ. συλλογής και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών $K_{\text{συλλογής}}$ ($L/t \cdot km$) για κάθε περιβαλλοντικό πρότυπο (Euro). Η ευθεία με τη μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη του Euro V ($3.15 L/t \cdot km$), ακολουθεί εκείνη του Euro IV ($2.36 L/t \cdot km$), του Euro III ($1.10 L/t \cdot km$) και τελικώς του Euro VI ($0.95 L/t \cdot km$). Η αναμενόμενη αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου κατά τη μετάβαση από το Euro III στο Euro VI δεν διαπιστώνεται, καθώς παρατηρείται ότι τα οχήματα Euro V και Euro IV εμφανίζουν μεγαλύτερη κατανάλωση από τα Euro III. Το φαινόμενο αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στη διαφορετική κατανομή οχημάτων ανά περιβαλλοντικό πρότυπο (Euro), και, ενδεχομένως, στις διαφορές ως προς τη μορφή των διαδρομών τους, την οδηγική συμπεριφορά ή/και την καταπόνηση τους.



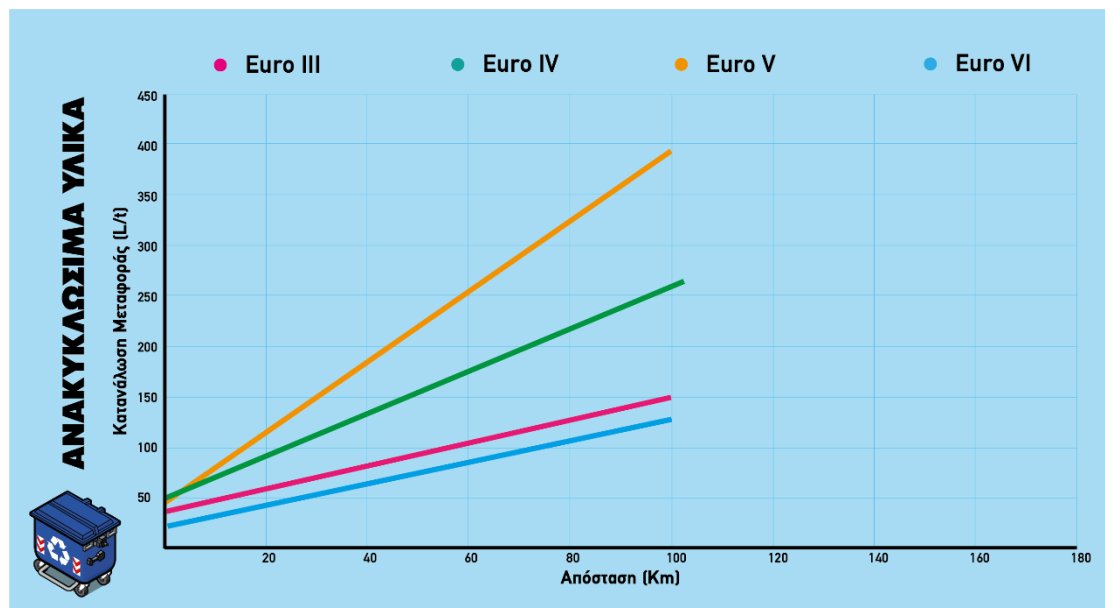
Διάγραμμα 4-17 Σχέση κατανάλωσης συλλογής ως προς τη διανυόμενη απόσταση, ανάλογα με το ευρωπαϊκό πρότυπο των οχημάτων (βιοαπόβλητα).

Το Διάγραμμα 4-17 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά τόνο βιοαποβλήτων, συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή, σύμφωνα με το περιβαλλοντικό πρότυπό του (Euro). Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου ανά τόνο βιοαποβλήτων, ανά χλμ. συλλογής και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών Καυσίμου (L/t*km). Δεδομένου ότι ο στόλος των οχημάτων συλλογής βιοαποβλήτων συμπεριλαμβάνει μόνο οχήματα Euro VI, εδώ δεν υπάρχουν στοιχεία συγκριτικά.



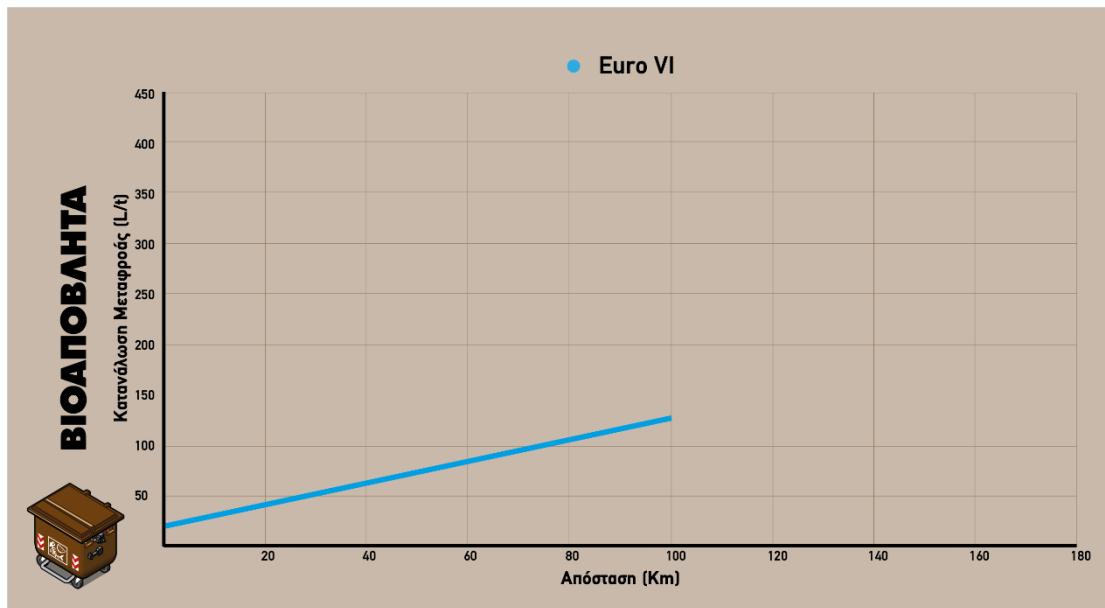
Διάγραμμα 4-18 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση, ανάλογα με το ευρωπαϊκό πρότυπο των οχημάτων (σύμμεικτα).

Το διάγραμμα της προηγούμενης σελίδας (Διάγραμμα 4-18) παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριμματοφόρο για τη μεταφορά, σύμφωνα με το περιβαλλοντικό πρότυπό του (Euro). Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, ανά χλμ. μεταφοράς και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών Κσυλλογής ($L/t \cdot km$) για κάθε περιβαλλοντικό πρότυπο (Euro). Οι χιλιομετρικές αποστάσεις μεταφοράς έχουν αναχθεί στα 100χλμ. για λόγους ευκρίνειας του διαγράμματος, όπως επίσης, και για καλύτερη σύγκριση μεταξύ των ζωνών. Παρατηρείται, ότι η ευθεία της εξίσωσης ξεκινά από ένα μη μηδενικό σημείο, το οποίο υποδηλώνει ότι κατά την έναρξη της μεταφοράς υπάρχει ήδη μία κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, η οποία προφανώς οφείλεται στη συλλογή. Η ευθεία με τη μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη του EuroIII($0.25L/t \cdot km$), ακολουθεί εκείνη του EuroVI($0.17L/t \cdot km$), του EuroV ($0.15L/t \cdot km$) και τελικώς του EuroIV($0.08L/t \cdot km$). Η αναμενόμενη αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν διαπιστώνεται, καθώς παρατηρείται ότι τα οχήματα EuroVI εμφανίζουν μεγαλύτερη κατανάλωση από τα EuroV και EuroIV. Το φαινόμενο αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στη διαφορετική κατανομή οχημάτων ανά περιβαλλοντικό πρότυπο (Euro), και, ενδεχομένως, στις διαφορές ως προς τη μορφή των διαδρομών τους, την οδηγική συμπεριφορά ή/και την καταπόνηση τους.



Διάγραμμα 4-19 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση, ανάλογα με το ευρωπαϊκό πρότυπο των οχημάτων (ανακυκλώσιμα).

Το Διάγραμμα 4-19 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά τόνο ανακυκλώσιμων υλικών, συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριμματοφόρο για τη μεταφορά, σύμφωνα με το περιβαλλοντικό πρότυπό του (Euro). Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου ανά τόνο ανακυκλώσιμων υλικών, ανά χλμ. μεταφοράς και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών Κσυλλογής ($L/t \cdot km$) για κάθε περιβαλλοντικό πρότυπο (Euro). Οι χιλιομετρικές αποστάσεις μεταφοράς έχουν αναχθεί στα 100χλμ. για λόγους ευκρίνειας του διαγράμματος, όπως επίσης, και για καλύτερη σύγκριση μεταξύ των ζωνών. Παρατηρείται, ότι η ευθεία της εξίσωσης ξεκινά από ένα μη μηδενικό σημείο, το οποίο υποδηλώνει ότι κατά την έναρξη της μεταφοράς υπάρχει ήδη μία κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, η οποία προφανώς οφείλεται στη συλλογή. Η ευθεία με τη μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη του EuroV ($3.34 L/t \cdot km$), ακολουθεί εκείνη του EuroIV ($2.43 L/t \cdot km$), του EuroIII ($1.19 L/t \cdot km$) και τελικώς του EuroVI ($1.14 L/t \cdot km$). Η αναμενόμενη αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν διαπιστώνεται, καθώς παρατηρείται ότι τα οχήματα EuroV εμφανίζουν μεγαλύτερη κατανάλωση από τα EuroIV και EuroIII. Το φαινόμενο αυτό θα μπορούσε να αποδωθεί στη διαφορετική κατανομή οχημάτων ανά περιβαλλοντικό πρότυπο (Euro), και, ενδεχομένως, στις διαφορές ως προς τη μορφή των διαδρομών τους, την οδηγική συμπεριφορά ή/και την καταπόνηση τους.



Διάγραμμα 4-20 Σχέση κατανάλωσης μεταφοράς ως προς τη διανυόμενη απόσταση, ανάλογα με το ευρωπαϊκό πρότυπο των οχημάτων (βιοαπόβλητα).

Το παραπάνω Διάγραμμα 4-20 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά τόνο βιοαποβλήτων, συναρτήσει της απόστασης σε χλμ. που διανύει το απορριμματοφόρο για τη μεταφορά, σύμφωνα με το περιβαλλοντικό πρότυπο του (Euro). Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου ανά τόνο βιοαποβλήτων, ανά χλμ. συλλογής και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών Κσυλλογής ($L/t \cdot km$). Οι χιλιομετρικές αποστάσεις μεταφοράς έχουν αναχθεί στα 100χλμ. για λόγους ευκρίνειας του διαγράμματος. Παρατηρείται, ότι η ευθεία της εξίσωσης ξεκινά από ένα μη μηδενικό σημείο, το οποίο υποδηλώνει ότι κατά την έναρξη της μεταφοράς υπάρχει ήδη μία κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, η οποία προφανώς οφείλεται στη συλλογή. Δεδομένου ότι ο στόλος των οχημάτων συλλογής βιοαποβλήτων συμπεριλαμβάνει μόνο οχήματα EuroVI, εδώ δεν υπάρχουν στοιχεία συγκριτικά.

4.3.2 Εκπομπές αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα (Euro)

Στους πίνακες υπολογισμών και στα διαγράμματα που τους ακολουθούν προσπαθήσαμε να κατανείμουμε τις εκπομπές των βασικότερων ρύπων (CO_2 , NO_x , HC, PM) στα οχήματα συλλογής αποβλήτων, σύμφωνα με το περιβαλλοντικό τους πρότυπο, ακολουθώντας τις καταναλώσεις που υπολογίστηκαν στις προηγούμενες σελίδες, προκειμένου να παρακολουθήσουμε το πόσο η παλαιότητα των οχημάτων επηρεάζει τις εκπομπές αυτές.

Με δεδομένες τις καταναλώσεις συλλογής και μεταφοράς, οι οποίες συγκεντρωτικά παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 4-1):

Πίνακας 4-1 Δεδομένα καταναλώσεων (συλλογής και μεταφοράς) ανά κλάσμα αποβλήτων, ως προς το περιβαλλοντικό πρότυπο των οχημάτων που τα συλλέγουν.

ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ		
EURO	Κυκλοφορίας (L/t*km)	Κμεταφοράς (L/t*km)
III	0.30	0.25
IV	0.10	0.08
V	0.10	0.15
VI	0.18	0.17
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ		
EURO	Κυκλοφορίας (L/t*km)	Κμεταφοράς (L/t*km)
III	1.10	1.19
IV	2.36	2.43
V	3.15	3.34
VI	0.95	1.14
ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ		
EURO	Κυκλοφορίας (L/t*km)	Κμεταφοράς (L/t*km)
III	-	-
IV	-	-
V	-	-
VI	3.43	3.74

Υπολογίζουμε τις εκπομπές ανά ρύπο σε gr/t*km, πολλαπλασιάζοντας τις τιμές των μέσων όρων Κυκλοφορίας και Κμεταφοράς με τους μέσους όρους εκπομπών των απορριμματοφόρων οχημάτων, όπως αυτές προσδιορίζονται από την έρευνα του Υπουργείου Μεταφορών της Δανίας (Πίνακας 3-7, σ.58). Π.χ., προκειμένου για τη συλλογή των σύμμεικτων αποβλήτων από οχήματα EuroIII, οι εκπομπές CO₂ είναι:

$$0.30 \frac{L}{t*km} \times 2629 \frac{gCO_2}{L} = 788.7 \frac{gCO_2}{t*km} \quad (Eq5)$$

Αντίστοιχα, για τη μεταφορά των σύμμεικτων αποβλήτων από

$$0.25 \frac{L}{t*km} \times 2629 \frac{gCO_2}{L} = 657.25 \frac{gCO_2}{t*km} \quad (Eq6)$$

Με βάση αυτούς τους υπολογισμούς προκύπτουν τα παρακάτω δεδομένα, ως προς τις εκπομπές CO₂, NO_x, HC και PM (Πίνακες 4-2, 4-3, 4-4, 4-5):

Πίνακας 4-2 Υπολογισμοί εκπομπών CO₂ για τη συλλογή και μεταφορά όλων των κλασμάτων αποβλήτων, ανάλογα με το περιβαλλοντικό πρότυπο των οχημάτων που τα συλλέγουν.

ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ		
EURO	ΣΥΛΛΟΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ
	gCO ₂ /(t*km)	gCO ₂ /(t*km)
III	788.7	657.3
IV	262.9	210.3
V	262.9	394.4
VI	420.6	446.9

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ		
EURO	ΣΥΛΛΟΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ
	gCO ₂ /(t*km)	gCO ₂ /(t*km)
III	289.2	3128
IV	6204	6388
V	8281	8780
VI	2498	2998

ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ		
EURO	ΣΥΛΛΟΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ
	gCO ₂ /(t*km)	gCO ₂ /(t*km)
III	-	-
IV	-	-
V	-	-
VI	9017	9832

Πίνακας 4-3 Υπολογισμοί εκπομπών NO_x για τη συλλογή και μεταφορά όλων των κλασμάτων αποβλήτων, ανάλογα με το περιβαλλοντικό πρότυπο των οχημάτων που τα συλλέγουν.

ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ		
EURO	ΣΥΛΛΟΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ
	gNO _x /(t*km)	gNO _x /(t*km)
III	7.29	6.07
IV	1.70	1.36
V	1.19	1.79
VI	1.62	1.53

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ		
EURO	ΣΥΛΛΟΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ
	gNO _x /(t*km)	gNO _x /(t*km)
III	26.70	28.90
IV	40.10	41.30
V	37.50	36.70
VI	8.50	10.20

ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ		
EURO	ΣΥΛΛΟΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ
	gNO _x /(t*km)	gNO _x /(t*km)
III	-	-
IV	-	-
V	-	-
VI	30.80	33.60

Πίνακας 4-4 Υπολογισμοί εκπομπών HC για τη συλλογή και μεταφορά όλων των κλασμάτων αποβλήτων, ανάλογα με το περιβαλλοντικό πρότυπο των οχημάτων που τα συλλέγουν.

ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ		
EURO	ΣΥΛΛΟΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ
	gHC/(t*km)	gHC/(t*km)
III	0.51	0.42
IV	0.12	0.09
V	0.12	0.18
VI	0.18	0.17

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ		
EURO	ΣΥΛΛΟΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ
	gHC/(t*km)	gHC/(t*km)
III	1.87	2.02
IV	2.83	2.90
V	3.78	4.10
VI	0.95	1.15

ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ		
EURO	ΣΥΛΛΟΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ
	gHC/(t*km)	gHC/(t*km)
III	-	-
IV	-	-
V	-	-
VI	3.40	3.74

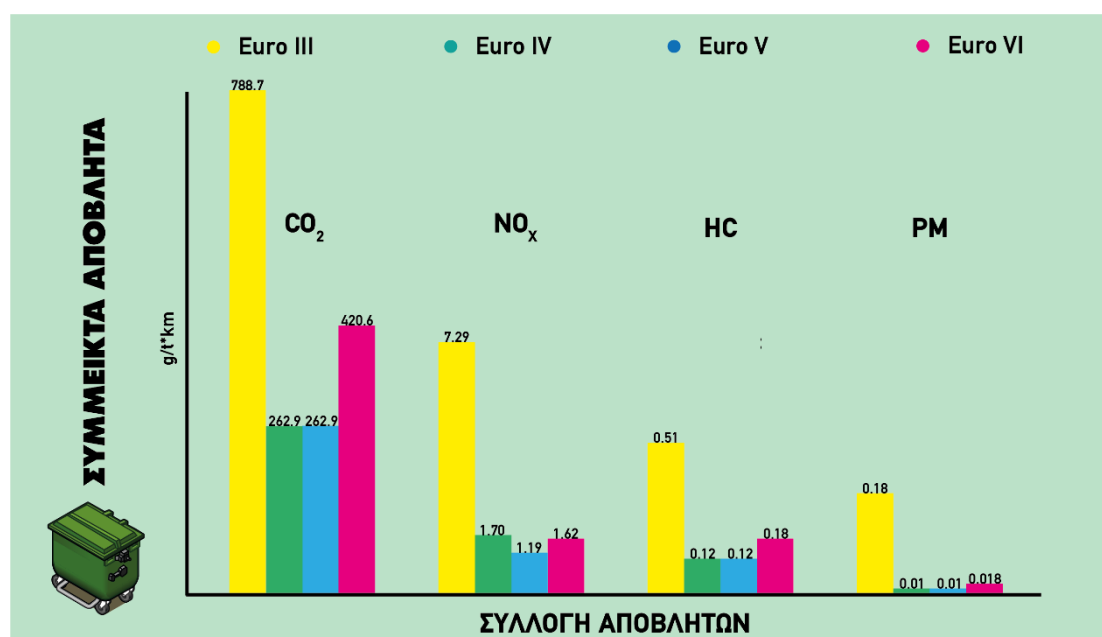
Πίνακας 4-5 Υπολογισμοί εκπομπών PM για τη συλλογή και μεταφορά όλων των κλασμάτων αποβλήτων, ανάλογα με το περιβαλλοντικό πρότυπο των οχημάτων που τα συλλέγουν.

ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ		
EURO	ΣΥΛΛΟΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ
	gPM/(t*km)	gPM/(t*km)
III	0.18	0.15
IV	0.01	0.07
V	0.01	0.02
VI	0.02	0.02

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ		
EURO	ΣΥΛΛΟΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ
	gPM/(t*km)	gPM/(t*km)
III	0.66	0.71
IV	0.23	0.24
V	0.31	0.33
VI	0.01	0.11

ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ		
EURO	ΣΥΛΛΟΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ
	gPM/(t*km)	gPM/(t*km)
III	-	-
IV	-	-
V	-	-
VI	0.34	0.37

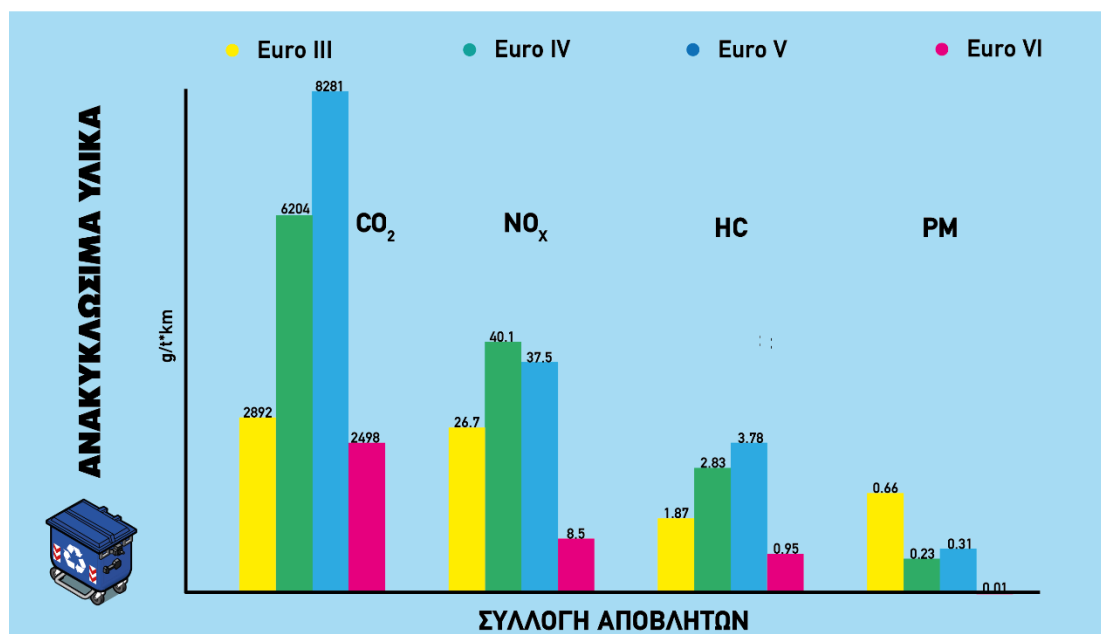
Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς, καταστρώσαμε τις γραφικές παραστάσεις που ακολουθούν (Διαγράμματα 4-21, 4-22, 4-23, 4-24, 4-25, 4-26), προκειμένου να συγκρίνουμε τη μεταβολή των εκπομπών αερίων (CO₂, NO_x, HC, PM), για κάθε ευρωπαϊκό πρότυπο, ως προς, τόσο τη διαδικασία της συλλογής, όσο και της μεταφοράς των αποβλήτων και για κάθε κλάσμα αποβλήτων, χωριστά:



Διάγραμμα 4-21 Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα του στόλου των οχημάτων, κατά τη συλλογή των σύμμεικτων.

Το παραπάνω Διάγραμμα 4-21 παρουσιάζει τα επίπεδα των εκπομπών τεσσάρων αερίων (CO₂, NO_x, HC, PM) σε gr ανά τόνο αποβλήτων και χιλιόμετρα συλλογής, σύμφωνα με τα περιβαλλοντικά πρότυπα Euro, για τα σύμμεικτα απόβλητα. Ως προς τις εκπομπές CO₂: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroVI εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV και EuroV. Ως προς τις εκπομπές NO_x: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroVI εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV και EuroV. Ως προς τις εκπομπές HC: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroVI εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV και EuroV. Ως προς τις εκπομπές PM: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς

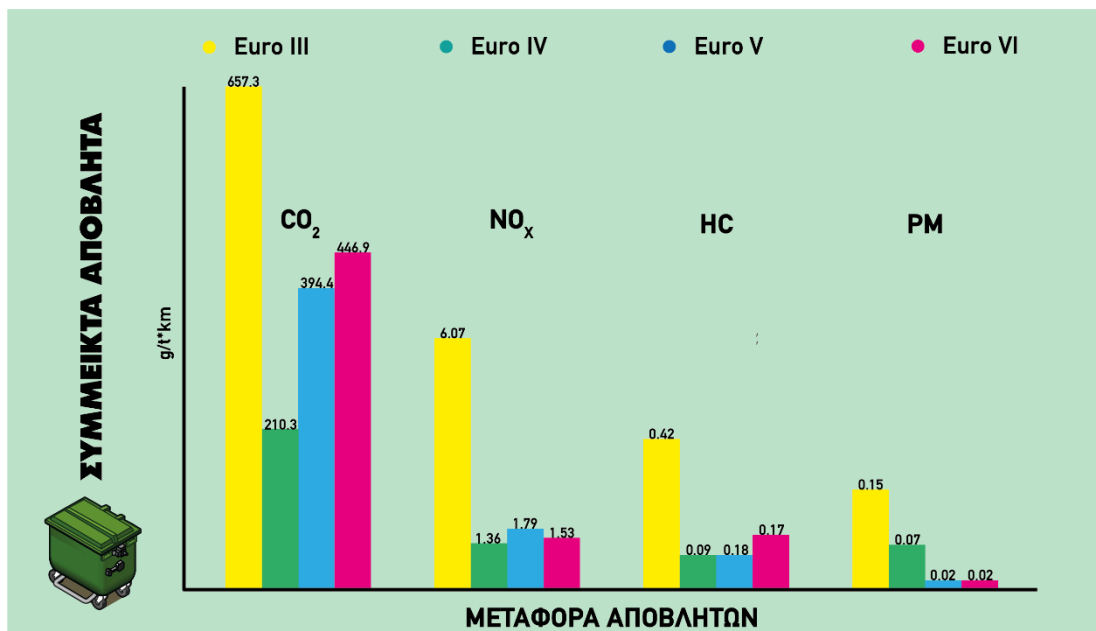
τα οχήματα EuroVI εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV και EuroV. Το φαινόμενο αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στη διαφορετική κατανομή οχημάτων ανά περιβαλλοντικό πρότυπο (Euro), και, ενδεχομένως, στις διαφορές ως προς τη μορφή των διαδρομών τους, την οδηγική συμπεριφορά ή/και την καταπόνηση τους.



Διάγραμμα 4-22 Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα του στόλου των οχημάτων, κατά τη συλλογή των ανακυκλωσίμων.

Το Διάγραμμα 4-22 παρουσιάζει τα επίπεδα των εκπομπών τεσσάρων αερίων (CO₂, NO_x, HC, PM) σε gr ανά τόνο αποβλήτων και χιλιόμετρα συλλογής, σύμφωνα με τα περιβαλλοντικά πρότυπα Euro, για τα ανακυκλώσιμα υλικά. Ως προς τις εκπομπές CO₂: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroV εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV και EuroIII. Ως προς τις εκπομπές NO_x: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroIV εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIII. Ως προς τις εκπομπές HC: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroV εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV και EuroIII. Ως προς τις εκπομπές PM: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από

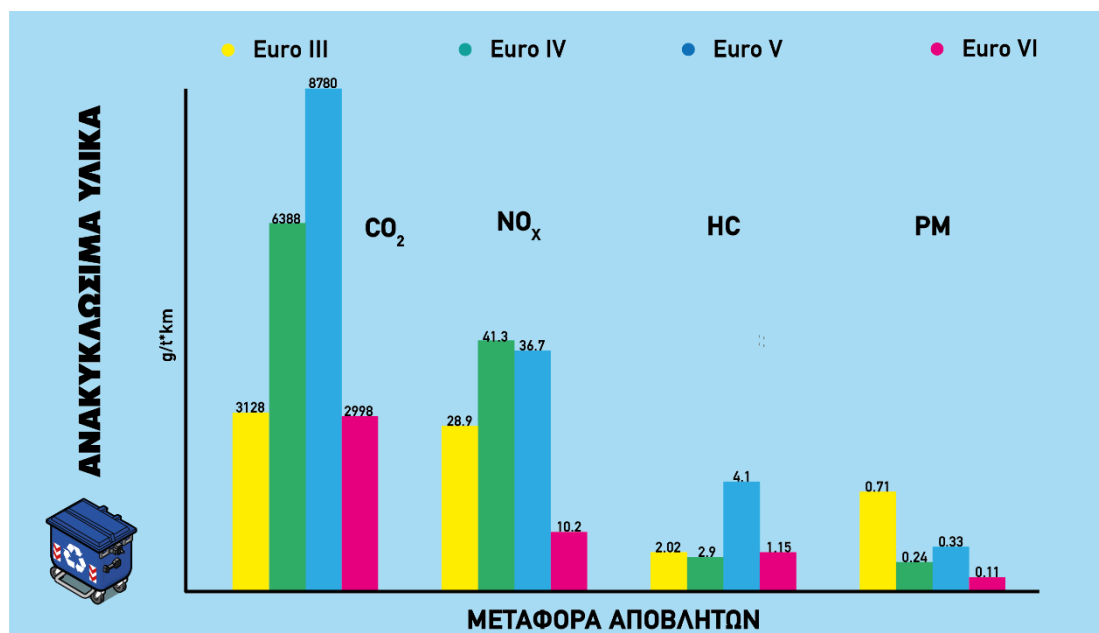
το EuroIIIστο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroV εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV. Το φαινόμενο αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στη διαφορετική κατανομή οχημάτων ανά περιβαλλοντικό πρότυπο (Euro), και, ενδεχομένως, στις διαφορές ως προς τη μορφή των διαδρομών τους, την οδηγική συμπεριφορά ή/και την καταπόνηση τους.



Διάγραμμα 4-23 Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα του στόλου των οχημάτων, κατά τη μεταφορά των σύμμεικτων.

Το Διάγραμμα 4-23 παρουσιάζει τα επίπεδα των εκπομπών τεσσάρων αερίων (CO₂, NO_x, HC, PM) σε gr ανά τόνο αποβλήτων και χιλιόμετρα μεταφοράς, σύμφωνα με τα περιβαλλοντικά πρότυπα Euro, για τα σύμμεικτα απόβλητα. Ως προς τις εκπομπές CO₂: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIIIστο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroVI εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV και EuroV. Ως προς τις εκπομπές NO_x: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroV εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV. Ως προς τις εκπομπές HC: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroVI εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV και EuroV. Ως προς τις εκπομπές PM: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από

το EuroIII στο EuroVI τηρείται. Το φαινόμενο αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στη διαφορετική κατανομή οχημάτων ανά περιβαλλοντικό πρότυπο (Euro), και, ενδεχομένως, στις διαφορές ως προς τη μορφή των διαδρομών τους, την οδηγική συμπεριφορά ή/και την καταπόνηση τους.

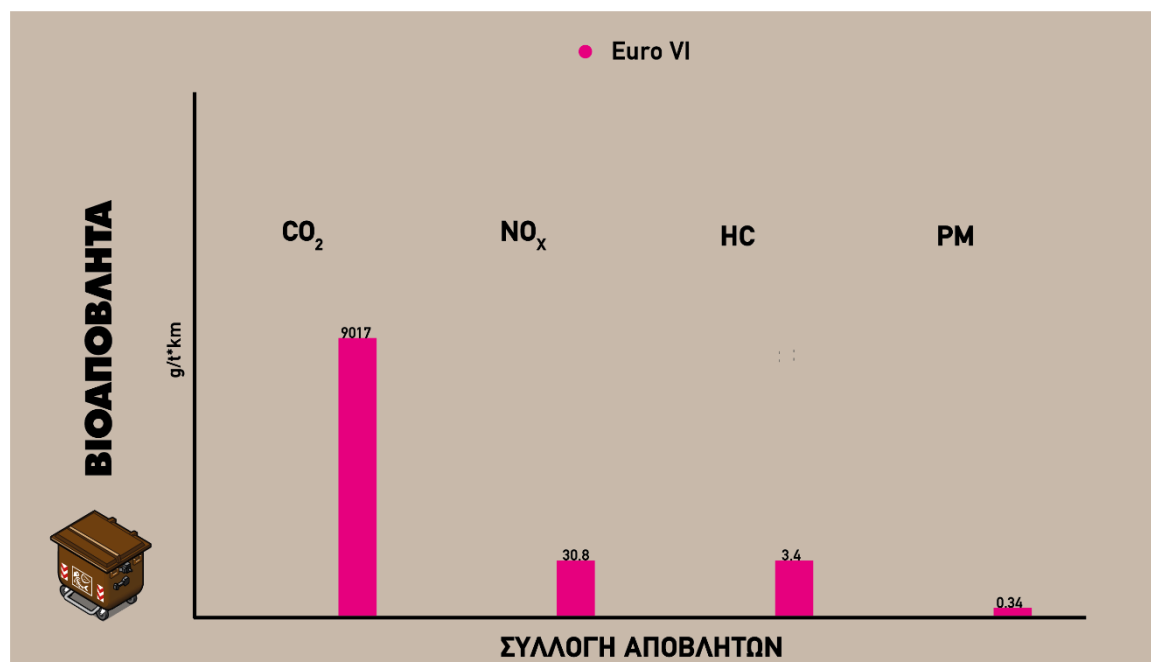


Διάγραμμα 4-24 Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα του στόλου των οχημάτων, κατά τη μεταφορά των ανακυκλωσίων.

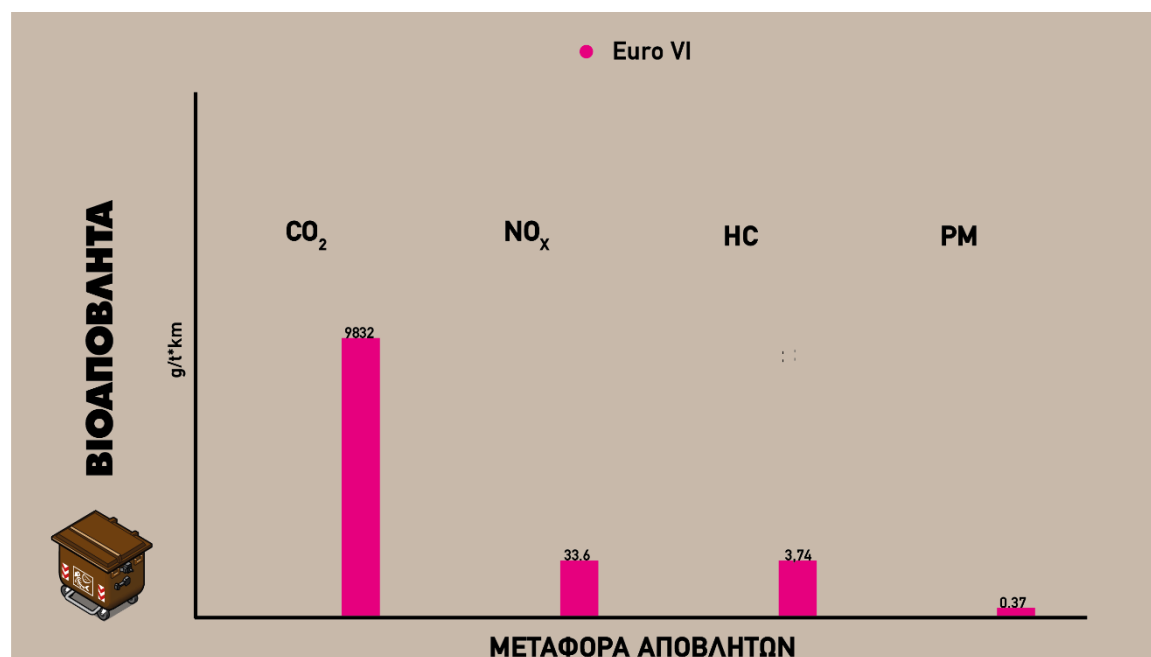
Το Διάγραμμα 4-24 παρουσιάζει τα επίπεδα των εκπομπών τεσσάρων αερίων (CO₂, NO_x, HC, PM) σε gr ανά τόνο αποβλήτων και χιλιόμετρα μεταφοράς, σύμφωνα με τα περιβαλλοντικά πρότυπα Euro, για τα ανακυκλώσιμα υλικά. Ως προς τις εκπομπές CO₂: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroV εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV και EuroIII. Ως προς τις εκπομπές NO_x: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroIV εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIII. Ως προς τις εκπομπές HC: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroVI εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV και EuroIII. Ως προς τις εκπομπές PM: Η αναμενόμενη μεταβολή των τιμών από υψηλότερες σε χαμηλότερες, κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δεν τηρείται, καθώς τα οχήματα EuroVI εμφανίζουν

μεγαλύτερες τιμές από τα EuroIV. Το φαινόμενο αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στη διαφορετική κατανομή οχημάτων ανά περιβαλλοντικό πρότυπο (Euro), και, ενδεχομένως, στις διαφορές ως προς τη μορφή των διαδρομών τους, την οδηγική συμπεριφορά ή/και την καταπόνηση τους.

Ως προς τα βιοαπόβλητα, δεν υπάρχουν συγκριτικά δεδομένα, δεδομένου ότι ο στόλος των οχημάτων συλλογής βιοαποβλήτων αποτελείται εξολοκλήρου από οχήματα EuroVI.



Διάγραμμα 4-25 Διάγραμμα εκπομπών αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα του στόλου των οχημάτων, κατά τη συλλογή των βιοαποβλήτων.



Διάγραμμα 4-26 Διάγραμμα εκπομπών αερίων ως προς τα ευρωπαϊκά πρότυπα του στόλου των οχημάτων, κατά τη μεταφορά των βιοαποβλήτων.

Παρότι το ποσοστό του κάθε ευρωπαϊκού προτύπου στο σύνολο του στόλου των απορριμματοφόρων οχημάτων διαφέρει (π.χ. τα περισσότερα οχήματα συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών ανήκουν στο πρότυπο EuroV ή ο στόλος συλλογής βιοαποβλήτων απαρτίζεται εξολοκλήρου από οχήματα EuroVI), μέσα από τις τάσεις, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη συλλογή και την μεταφορά των αποβλήτων δεν εξαρτώνται μόνο από την κατανάλωση πετρελαίου, αλλά και από την παλαιότητα των οχημάτων που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις διαδικασίες. Η μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI δείχνει σαφώς μία τάση μείωσης της κατανάλωσης, άρα και των αντίστοιχων περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
2. Οι επιπτώσεις ως προς τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και του εδάφους από τοξικά αέρια, επίσης, δείχνει μία τάση μείωσης κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI, δεδομένου ότι τα ποσοστά αζωτούχων αερίων και βαίνουν μειούμενα.
3. Οι επιπτώσεις ως προς τον φωτοχημικό σχηματισμό όζοντος, επίσης, δείχνουν μία τάση μείωσης κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI, δεδομένου ότι και οι εκπομπές υδρογονοαθράκων και μονοξειδίου του άνθρακα βαίνουν μειούμενες.
4. Οι επιπτώσεις, ωστόσο, ως προς την υπερθέρμανση του πλανήτη, είναι μηδενικές, διότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα δεν μεταβάλλονται, εφόσον και τα όρια εκπομπών αυτής της ένωσης, δεν μειώθηκαν κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η εργασία αυτή σκοπό έχει να προσδιορίσει την κατανάλωση καυσίμου κατά τις διαδικασίες συλλογής και μεταφοράς των απορρίμμάτων από τον στόλο των οχημάτων του Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού και τις περιβαλλοντικές εκπομπές, προκειμένου να εκθέσει την κατάσταση σε έναν δήμο αντιπροσωπευτικό της Περιφέρειας Αττικής. Η υφιστάμενη κατάσταση στον Δήμο Αργυρούπολης-Ελληνικού αποτυπώνει τον μέσο όρο της κατάστασης σε κάθε δήμο της Αττικής τόσο ως προς τη σύνθεση και την πυκνότητα των αποβλήτων, όσο και ως προς τη σύνθεση του στόλου των οχημάτων που τα συλλέγουν και τα μεταφέρουν.

Η ανάλυση έγινε διαχωρίζοντας τις διαδικασίες συλλογής και μεταφοράς και συγκρίνοντας το πώς διαφοροποιείται η κατανάλωση του πετρελαίου ανάμεσα σε αυτές και σε γεωγραφικά τμήματα με διαφορετικά δημογραφικά χαρακτηριστικά, έτσι ώστε να συμπεράνουμε το κατά πόσο ο σχεδιασμός της αποκομιδής των αποβλήτων θα μπορούσε δυνητικά να συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης και των περιβαλλοντικών της επιπτώσεων. Περαιτέρω, η μέλετη του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του στόλου, μέσα από την ανάλυση της συμβολής της παλαιότητας των απορριμματοφόρων οχημάτων στην κατανάλωση πετρελαίου και κατ' επέκταση στις εκπομπές αερίων, σκοπό έχει να καταδείξει το κατά πόσο ο εκσυγχρονισμός των οχημάτων θα μπορούσε δυνητικά να συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης και των περιβαλλοντικών της επιπτώσεων.

Από τις αναλύσεις αυτές προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Ο καθοριστικότερος παράγοντας στην κατανάλωση καυσίμου είναι ο σχεδιασμός και η οργάνωση του προγράμματος της αποκομιδής. Είναι σαφές από τις μετρήσεις, ότι ο λόγος απόστασης/φορτίου επηρεάζει δραματικά την κατανάλωση. Στις περιπτώσεις συλλογής κλασμάτων με μικρότερη πυκνότητα, όπως τα ανακυκλώσιμα υλικά και τα βιοαπόβλητα, είναι φανερό ότι η εξέλιξη της διαδικασίας συλλογής και μεταφοράς τους υπό χαμηλότερα φορτία εκτινάσσει την κατανάλωση ανά τόνο απορριμμάτων σε ποσοστό που υπερβαίνει σε ορισμένες περιπτώσεις το 60%.

2. Το γεγονός αυτό επηρεάζει την κατανάλωση, πολύ περισσότερο στη διαδικασία της μεταφοράς από ότι στη διαδικασία της συλλογής. Η απόσταση των πεδίων εκκένωσης από την αφετηρία της πορείας μεταφοράς αποτελεί κρίσιμο παράγοντα και αυτό γίνεται φανερό ιδιαίτερα στην περίπτωση των ανακυκλώσιμων υλικών, όπου το πεδίο εκκένωσης απέχει περισσότερο.
3. Χωροταξικές ζώνες με μικρότερη πυκνότητα αποβλήτων, όπως τουριστική και βιομηχανική φαίνεται να οδηγούν σε μεγαλύτερη κατανάλωση, κυρίως στα κλάσματα των ανακυκλώσιμων υλικών και των βιοαποβλήτων.
4. Η παλαιότητα του στόλου των οχημάτων φαίνεται, επίσης, ότι επηρεάζει την κατανάλωση του πετρελαίου ανά τόνο συλλεγόμενων αποβλήτων. Η μετάβαση από οχήματα EuroIII σε οχήματα EuroVI δείχνει επίπτωση στην κατανάλωση πετρελαίου σε ποσοστό περίπου 4%, ανεξάρτητα από το κλάσμα των αποβλήτων ή την χωροταξική ζώνη.
5. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι οποίες συμπαιρένονται εμμέσως από τις εκπομπές αερίων, φαίνεται να μειώνονται, αλλά όχι καθοριστικά κατά τη μετάβαση από το EuroIII στο EuroVI.
6. Ως προς τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι αυτή που φαίνεται να επηρεάζεται πιο άμεσα από τον εκσυγχρονισμό των οχημάτων.

Από τις προηγούμενες αναλύσεις είναι φανερό ότι πέραν του ενσυγχρονισμού του στόλου των απορριμματοφόρων οχημάτων με κινητήρες νεότερης τεχνολογίας, οι οποίες προφανώς επιφέρουν μείωση στην κατανάλωση καυσίμου σε κάθε περίπτωση, ο καθοριστικός παράγοντας για τη μείωση της κατανάλωσης και των περιβαλλοντικών της επιπτώσεων είναι ο αποτελεσματικότερος σχεδιασμός και η οργάνωση των διαδικασιών της συλλογής και της μεταφοράς των αποβλήτων, με βάση τις εξής αρχές:

1. Η χρήση οχημάτων παλαιότερης τεχνολογίας είναι πιο αποτελεσματικό να γίνεται σε ζώνες με μικρότερη απόσταση από την αφετηρία και, αντίστοιχα, οχήματα νεότερης τεχνολογίας σε πιο απομακρυσμένες.
2. Η συχνότητα τωνδρομολογιών θα πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα με τον όγκο των συλλεγόμενων αποβλήτων, που σημαίνει ότι τα δρομολόγια

π.χ. για τα ανακυκλώσιμα υλικά θα πρέπει να γίνονται λιγότερο συχνά, πολλώ δε μάλλον για τα βιοαπόβλητα.

3. Η χρήση Σταθμού Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) στην αφετηρία των δρομολογίων ενδείκνυται, προκειμένου για την μείωση του κόστους μεταφοράς, π.χ. η χρήση ενός οχήματος μεταφοράς που θα υποκαταστήσει τα δρομολόγια μεταφοράς τριών οχημάτων συλλογής αναμένεται να μειώσει την κατανάλωση καυσίμου για την μεταφορά, τουλάχιστον κατά 20%.
4. Αυτό θα μπορούσε να είναι ακόμα πιο αποτελεσματικό στην περίπτωση των ανακυκλωσίμων υλικών και δεν μπορεί να ισχύει για τα βιοαπόβλητα, δεδομένης της αδυναμίας αποθήκευσής τους, εξαιτίας της φύσης τους (δυσσομία, κ.λπ.).
5. Η χρήση μικρότερης χωρητικότητας οχημάτων για τα ρεύματα ανακυκλωσίμων και βιοαποβλήτων.
6. Η χρήση απορριμματοφόρων οχημάτων, τα οποία μπορούν να συλλέγουν δύο κλάσματα στο ίδιο δρομολόγιο.
7. Η χρήση λιγότερων και μεγαλύτερων κάδων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ

EU Commission. *Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council on Waste and Repealing Certain Directives*; EU Commission: Strasbourg, France, 2008.

Ghose, M.K.; Dikshit, A.K.; Sharma, S.K. A GIS based transportation model for solid waste disposal-A case study on Asansol municipality. *Waste Manag.* 2006.

Zbib, H.; Wøhlk, S. A comparison of the transport requirements of different curbside waste collection systems in Denmark. *Waste Manag.* 2019.

Ghiani, G.; Lagana, D.; Manni, E.; Musmanno, R.; Vigo, D. Operations research in solid waste management: A survey of strategic and tactical issues. *Comput. Oper. Res.* 2014.

Dotoli, M.; Epicoco, N. A Vehicle Routing Technique for Hazardous Waste Collection. *IFAC Pap.* 2017.

Yadav, V.; Bhurjee, A.K.; Karmakar, S.; Dikshit, A.K. A facility location model for municipal solid waste management system under uncertain environment. *Sci. Total Environ.* 2017.

Maimoun, M.; Madani, K.; Reinhart, D. Multi-level multi-criteria analysis of alternative fuels for waste collection vehicles in the United States. *Sci. Total Environ.* 2016.

Maimoun, M.A.; Reinhart, D.R.; Gammoh, F.T.; McCauley Bush, P. Emissions from US waste collection vehicles. *Waste Manag.* 2013.

Pastorello, C.; Dilara, P.; Martini, G. Effect of a change towards compressed natural gas vehicles on the emissions of the Milan waste collection fleet. *Transp. Res. Part. D Transp. Environ.* 2011.

Zhao, Y.; Tatari, O. Carbon and energy footprints of refuse collection trucks: A hybrid life cycle evaluation. *Sustain. Prod. Consum.* 2017.

Madden; Florin; Mohr; Giurco; Estimating emissions from household organic waste collection and transportation: The case of Sydney and surrounding areas, Australia, 2022.

Dieselnet 2022. EU: Heavy-Duty Truck and Bus Engines.

Larsen; Vrgoc; Christensen: Diesel consumption in waste collection and transport and its environmental significance, Denmark, 2009.

Alessio Quintilli; Beatrice Castellani: The Energy and Carbon Footprint of an Urban Waste Collection Fleet: A Case Study in Central Italy, Department of Engineering, CIRIAF, University of Perugia, Italy, 2020.

Ghiani, G.; Lagana, D.; Manni, E.; Musmanno, R.; Vigo, D. Operations research in solid waste management: A survey of strategic and tactical issues, 2014.

Asefi, H.; Shahparvari, S.; Chhetri, P.; Lim, S. Variable fleet size and mix VRP with fleet heterogeneity in Integrated Solid Waste Management. *J. Clean. Prod.* 2019.

Bordelanne, O.; Montero, M.; Bravin, F.; Prieur-Vernat, A.; Oliveti-Selmi, O.; Pierre, H.; Papadopoulou, M.; Muller, T. Biomethane CNG hybrid: A reduction by more than 80% of the greenhouse gases emissions compared to gasoline. *J. Nat. Gas. Sci. Eng.* 2011.

Fonseca, N.; Casanova, J.; Valdés, M. Influence of the stop/start system on CO₂ emissions of a diesel vehicle in urban traffic. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 2011.

Fontaras G, Martini G, Manfredi U, Marotta A, Krasenbrink A, Maffioletti F, Terenghi R, Colombo M.: Assessment of on-road emissions of four Euro V diesel and CNG waste collection trucks for supporting air-quality improvement initiatives in the city of Milan. 2012.

Radetić L, Vujević D, Premur V, Melnjak I, AnićVučinić A.: The assessment of air emissions increase due to the collection of municipal solid waste with old collection vehicles: A case study of Ludbreg (Croatia), 2016.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Παύλος-Ανδρέας Μπέσης.; Η χρήση των ασαφών γνωστικών χαρτών στη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, Αθήνα, 2016.

Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Δήμου Ελληνικού (ΦΕΚ 716Δ/18.07.1994). Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Δήμου Αργυρούπολης (ΦΕΚ 1256Δ/1.12.1994).

Μελέτη για την αναθεώρηση του περιφερειακού σχεδίου διαχείρισης στερεών αποβλήτων (ΠΕΔΣΑ) Περιφέρειας Αττικής. VM&A, ΕΡΤΑ, ENVIRONPLANSΑ (2020).

Τοπικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων Δήμου Αργυρούπολης-Ελληνικού 2021, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, 2021.