

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΜΜΕΙΚΤΩΝ, ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΖΑΡΟΓΟΥΛΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ

ΑΜ: 2018050104



ΧΑΝΙΑ, 2023



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΜΜΕΙΚΤΩΝ, ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΖΑΡΟΓΟΥΛΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ

ΑΜ: 2018050104

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ :

ΓΙΑΝΝΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΚΟΛΟΚΟΤΣΑ ΔΙΟΝΥΣΙΑ

ΒΟΥΛΓΑΡΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

ΧΑΝΙΑ, 2023

Άπαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της συγκεκριμένης εργασίας εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή αυτής για εκπαιδευτικό ή επιστημονικό και ερευνητικό χαρακτήρα με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν την χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται στο συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που εμπεριέχονται στον παρόν έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Πολυτεχνείο Κρήτης, στο τμήμα Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος κατά το έτος 2023.

Η διεκπεραίωση της διπλωματικής αυτής εργασίας θα ήταν αδύνατη χωρίς την πολύτιμη υποστήριξη του καθηγητή μου, Επίκουρος Καθηγητής του Πολυτεχνείου Κρήτης, Κος Γιαννής Απόστολος. Του εκφράζω ένα τεράστιο ευχαριστώ για όλη την βοήθεια που μου προσέφερε κατά το χρονικό διάστημα εκπόνησης της εργασίας.

Επίσης, ευχαριστώ πολύ τον Δήμο Περιστερίου για την άμεση ανταπόκριση στην συλλογή των δεδομένων αλλά και για την προθυμία βοήθειας σε όλα τα στάδια της εργασίας. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ θέλω να δώσω στην οικογένεια μου και στους κοντινούς μου ανθρώπους που ήταν πάντα εκεί για εμένα σε ότι χρειαστώ καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	12
2. Θεωρητικό μέρος.....	13
2.1 Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων.....	13
2.2 Συλλογή και μεταφορά αποβλήτων.....	18
2.2.1 Επεξεργασία και απόρριψη	21
2.2.2 Ανακύκλωση	26
2.3 Τεχνολογίες συλλογής.....	29
2.4 Καταναλώσεις, κόστη και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	32
2.4.1 Εκπομπές ρύπων κατά τη συλλογή και μεταφορά αποβλήτων	32
2.4.2 Διασπορά ρύπων και έκθεση	33
2.4.3 Λειτουργίες δόσης – απόκρισης	34
2.4.4 Επιπτώσεις στην υγεία	35
2.4.5 Παγκόσμια υπερθέρμανση	36
2.5 Βιοαπόβλητα	37
2.5.1 Επιβλαβείς επιπτώσεις των βιοαποβλήτων.....	40
2.5.2 Συλλογή βιοαποβλήτων	41
2.5.3 Διαχείριση βιοαποβλήτων	43
3. Μεθοδολογία.....	47
3.1 Περιοχή μελέτης.....	47
3.1.1 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά	47
3.1.2 Ιστορικά στοιχεία	49
3.1.3 Δημογραφικά χαρακτηριστικά.....	50
3.1.4 Χαρακτηρισμός ζωνών	51
3.2 Σχεδιασμός μοντέλου.....	52
3.2.1 Ορισμοί.....	52
3.2.2 Συλλογή δεδομένων	55
3.2.2.1 Σύμμεικτα απόβλητα.....	55
3.2.2.2 Ανακυκλώσιμα.....	57
3.2.2.3 Βιοαπόβλητα	58
3.3 Υπολογισμός καταναλώσεων και περιβαλλοντικών εκπομπών	59
3.3.1 Σύμμεικτα απόβλητα.....	59
3.3.2 Ανακυκλώσιμα.....	61
3.3.3 Βιοαπόβλητα	62
3.3.4 Εκπομπές ρύπων	63

3.3.4.1 Εκπομπές CO ₂ (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)	64
3.3.4.2 Εκπομπές NO _x (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)	65
3.3.4.3 Εκπομπές HC (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)	65
3.3.4.4 Εκπομπές PM (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)	66
4. Αποτελέσματα και συζήτηση	67
4.1 Καταναλώσεις για τη συλλογή σύμμεικτων αποβλήτων	67
4.2 Καταναλώσεις για τη συλλογή ανακυκλώσιμων	72
4.3 Καταναλώσεις για τη συλλογή βιοαποβλήτων	77
4.4 Εκπομπές ρύπων	88
4.4.1 Εκπομπές CO ₂ (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)	88
4.4.2 Εκπομπές NO _x (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)	90
4.4.3 Εκπομπές HC (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)	92
4.4.4 Εκπομπές PM (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)	94
5. Συμπεράσματα και μελλοντικές προτάσεις	97
5.1 Συμπεράσματα	97
5.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	98
6. Βιβλιογραφία	99

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Πυραμίδα ιεράρχησης διαχείρισης αποβλήτων.....	16
Εικόνα 2: Απορριμματοφόρο συλλογής σύμμεικτων αποβλήτων.	20
Εικόνα 3: Νταλικά μεγάλης χωρητικότητας για μεταφόρτωση απορριμμάτων.	21
Εικόνα 4: Μονάδα πυρόλυσης πλαστικών και αστικών στερεών αποβλήτων στη Γεωργία.	22
Εικόνα 5: Παραγόμενο compost από την διεργασία κομποστοποίησης.	22
Εικόνα 6: Χώρος υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) Ελληνικού, Δήμος Βορείων Τζουμέρκων.	23
Εικόνα 7: Κέντρο διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ), Καλαμάτας.	27
Εικόνα 8: Εγκαταστάσεις ΚΔΑΥ Φυλής	28
Εικόνα 9: Εσωτερικό ΚΔΑΥ Φυλής	28
Εικόνα 10: Στάδια επεξεργασίας Cloud Computing στη διαχείριση ΑΣΑ	32
Εικόνα 11: Αλλαγή στη μέση θερμοκρασία του επιφανειακού αέρα από τη Βιομηχανική Επανάσταση, συν τους παράγοντες για αυτήν την αλλαγή.	36
Εικόνα 12: Απόβλητα συλλογής σε καφέ κάδους (βιοαπόβλητα).	40
Εικόνα 13: Οικιακή κομποστοποίηση.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Εικόνα 14: Απορριμματοφόρο συλλογής βιοαποβλήτων.	43
Εικόνα 15: Προϊόν κομποστοποίησης (Κομπόστ).....	44
Εικόνα 16: Χάρτης περιφερειακής ενότητας Αττικής.	47
Εικόνα 17: Χάρτης δημοτικών διαμερισμάτων Δήμου Περιστερίου.	48
Εικόνα 18: Εννοιολογικό μοντέλο ορισμού συλλογής και μεταφοράς.	53
Εικόνα 19: Πράσινος κάδος συλλογής σύμμεικτων αποβλήτων.....	53
Εικόνα 20: Μπλε κάδος συλλογής ανακυκλώσιμων.	54
Εικόνα 21: Καφέ κάδος συλλογής βιοαποβλήτων.....	54
Εικόνα 22: Απορριμματοφόρο συλλογής δύο ρευμάτων αποβλήτων.....	98

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Πρακτικές διαχείρισης αστικών στερεών απορριμμάτων παγκοσμίως.	24
Πίνακας 2: Απογραφή πληθυσμού Δήμου Περιστερίου και γειτονικών Δήμων.	50
Πίνακας 3: Μεταβολή πληθυσμού ανά δεκαετία.	51
Πίνακας 4: Δεδομένα σύμμεικτων αποβλήτων του Δήμου Περιστερίου.	55
Πίνακας 5: Δεδομένα ανακυκλώσιμων υλικών του Δήμου Περιστερίου.	57
Πίνακας 6: Δεδομένα βιοαποβλήτων του Δήμου Περιστερίου.	58
Πίνακας 7: Εκπομπές απορριμματοφόρων ανά λίτρο καυσίμου κατά την διάρκεια συλλογής.	63
Πίνακας 8: Τιμές $K_{\text{συλλογής}/\text{Km}}$ για κάθε κατηγορία EURO, για τρεις τύπους αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα).	64
Πίνακας 9: Εκπομπές CO_2 σύμμεικτων αποβλήτων, ανακυκλώσιμων και βιοαποβλήτων ανά κατηγορία EURO.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Πίνακας 10: Εκπομπές NO_x σύμμεικτων αποβλήτων, ανακυκλώσιμων και βιοαποβλήτων ανά κατηγορία EURO.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Πίνακας 11: Εκπομπές HC σύμμεικτων αποβλήτων, ανακυκλώσιμων και βιοαποβλήτων ανά κατηγορία EURO.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Πίνακας 12: Εκπομπές PM σύμμεικτων αποβλήτων, ανακυκλώσιμων και βιοαποβλήτων ανά κατηγορία EURO.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Πίνακας 13: Απεικόνιση των μεγεθών: $K_{\text{συλλογής}}$, μέση κατανάλωση συλλογής, χιλιομετρική απόσταση συλλογής και $K_{\text{συλλογής}/\text{km}}$, για κάθε τομέα κάλυψης, για τα σύμμεικτα.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Πίνακας 14: Απεικόνιση των μεγεθών: $K_{\text{συλλογής}}$, μέση κατανάλωση συλλογής, χιλιομετρική απόσταση συλλογής και $K_{\text{συλλογής}/\text{km}}$, για κάθε τομέα κάλυψης, για τα ανακυκλώσιμα.	72
Πίνακας 15: Απεικόνιση των μεγεθών: $K_{\text{συλλογής}}$, μέση κατανάλωση συλλογής, χιλιομετρική απόσταση συλλογής και $K_{\text{συλλογής}/\text{km}}$, για κάθε τομέα κάλυψης, για τα βιοαπόβλητα.	77

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Συλλογή σύμμεικτων αποβλήτων.	68
Διάγραμμα 2: Μεταφορά σύμμεικτων αποβλήτων.	69
Διάγραμμα 3: Συλλογή σύμμεικτων αποβλήτων ανά κατηγορία Euro.	70
Διάγραμμα 4: Μεταφορά σύμμεικτων αποβλήτων ανά κατηγορία Euro.	71
Διάγραμμα 5: Συλλογή ανακυκλώσιμων.	73
Διάγραμμα 6: Μεταφορά ανακυκλώσιμων.	74
Διάγραμμα 7: Συλλογή ανακυκλώσιμων ανά κατηγορία Euro.	75
Διάγραμμα 8: Μεταφορά ανακυκλώσιμων ανά κατηγορία Euro.	76
Διάγραμμα 9: Συλλογή βιοαποβλήτων.	77
Διάγραμμα 10: Μεταφορά βιοαποβλήτων.	79
Διάγραμμα 11: Συλλογή βιοαποβλήτων ανά Euro.	80
Διάγραμμα 12: Μεταφορά βιοαποβλήτων ανά Euro.	81
Διάγραμμα 13: Σύγκριση καταναλώσεων τριών ρευμάτων αποβλήτων για την συλλογή της αστικής ζώνης.	82
Διάγραμμα 14: Σύγκριση καταναλώσεων δύο ρευμάτων αποβλήτων για την συλλογή της εμπορικής ζώνης.	83
Διάγραμμα 15: Σύγκριση καταναλώσεων δύο ρευμάτων αποβλήτων για την συλλογή της βιοτεχνικής ζώνης.	84
Διάγραμμα 16: Σύγκριση καταναλώσεων τριών ρευμάτων αποβλήτων για την μεταφορά της αστικής ζώνης.	85
Διάγραμμα 17: Σύγκριση καταναλώσεων δύο ρευμάτων αποβλήτων για την μεταφορά της εμπορικής ζώνης.	86
Διάγραμμα 18: Σύγκριση καταναλώσεων δύο ρευμάτων αποβλήτων για την μεταφορά της βιοτεχνικής ζώνης.	87
Διάγραμμα 19: Εκπομπές CO ₂	89
Διάγραμμα 20: Εκπομπές NO _x	91
Διάγραμμα 21: Εκπομπές HC.	93
Διάγραμμα 22: Εκπομπές PM.	95

Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο υπολογισμός των καταναλώσεων καυσίμου των απορριμματοφόρων αλλά και τις εκπομπές αυτών, κατά την συλλογή και μεταφορά των αποβλήτων για έναν από τους μεγαλύτερους δήμους της Αττικής, τον Δήμο Περιστερίου. Αρχικά, συλλέχθηκαν τα δεδομένα από τον Δήμο Περιστερίου σχετικά με τις καταναλώσεις των απορριμματοφόρων, αλλά και τις διαδρομές που ακολουθούν αυτά για την συλλογή και μεταφορά των αποβλήτων. Η συλλογή των δεδομένων έγινε στο πεδίο, ενώ ακολούθησε ξενάγηση στον Σταθμό Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ), στον χώρο υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ), στο κέντρο διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών αλλά και στο χώρο επεξεργασίας (κομποστοποίησης) των βιοαποβλήτων. Στην συνέχεια, ο Δήμος διαχωρίστηκε σε τέσσερις διαφορετικές ζώνες (αστική, εμπορική, λόφος, βιοτεχνική), με απώτερο σκοπό την σύγκριση αυτών ως προς τις καταναλώσεις καυσίμου των απορριμματοφόρων. Έπειτα, υπολογίστηκε ο συντελεστής αποτελεσματικότητας μιας διαδρομής απορριμματοφόρου (λίτρα (L) καυσίμου ανά μάζα (t) αποβλήτων). Ακολούθησε, η σύγκριση των καταναλώσεων, όχι μόνο ως προς τις ζώνες χρήσεις γης του Δήμου αλλά και ως προς τα τρία βασικά ρεύματα αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα) και τους τέσσερις βασικούς τύπους απορριμματοφόρων (EURO II, EURO IV, EURO V, EURO VI). Ακόμη, μελετήθηκαν οι εκπομπές του κάθε απορριμματοφόρου (διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), οξείδια του αζώτου (NO_x), υδρογονάνθρακες (HC) και σωματιδιακή ύλη (PM)) συγκριτικά με τα τρία ρεύματα αποβλήτων και τους τέσσερις τύπους απορριμματοφόρων. Προέκυψαν σημαντικά αποτελέσματα σχετικά με την επίδραση των ζωνών διαχωρισμού του Δήμου Περιστερίου στην κατανάλωση καυσίμου αλλά και με το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της ξεχωριστής συλλογής των βιοαποβλήτων. Τέλος, εξάχθηκαν βασικά συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα αλλά και τον αντίκτυπο που έχει η συλλογή και μεταφορά αποβλήτων για κάθε ζώνη διαχωρισμού, κινητήρα EURO και τύπο αποβλήτων και προτάθηκαν τρόποι μείωσης των καταναλώσεων και των εκπομπών των απορριμματοφόρων.

Abstract

The purpose of this thesis is the estimation of diesel consumption of the garbage trucks and their emissions, during collection and transport of waste for one of the largest municipalities of Attica, the Municipality of Peristeri. Initially, the data were obtained from the Municipality of Peristeri about the diesel consumption of garbage trucks and the collection and transport routes. The data were collected on-site followed by field trip in the waste transfer station, the landfill, the mechanical sorting center of recyclables and the composting facility for biowaste treatment. The Municipality was divided in four different zones (urban, commercial, hill, business) to compare the fuel consumption of the garbage trucks. Consequently, the fuel consumption efficiency was estimated for each route of a garbage truck (liters (L) of fuel per mass (t) of waste). Furthermore, the fuel consumption efficiency was estimated for the three main waste categories (commingled, recyclable, bio-waste) and the four main garbage truck engines (EURO II, EURO IV, EURO V, EURO VI). Last, the air emissions of each garbage truck were studied for the pollutants: carbon dioxide (CO_2), nitrogen oxides (NO_x), hydrocarbons (HC) and particulate matter (PM) in comparison with the three waste categories and the four garbage truck engines. Important results were emerged regarding the effect of the zones of the Municipality of Peristeri on fuel consumption and on the environmental impact of the separate collection of bio-waste. It is concluded the effectiveness and impact of waste collection and transport for each zone, EURO engine and type of waste, while it is proposed various methods for reducing garbage truck fuel consumption and air emissions.

1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, ο πλανήτης μας είναι αντιμέτωπος με αρκετά περιβαλλοντικά προβλήματα όπως οι ακραίες θερμοκρασίες, τα ακραία καιρικά φαινόμενα, οι ξηρασίες, οι βροχοπτώσεις, κλπ. Επίσης ένα από τα βασικότερα ζητήματα παγκοσμίως που όλοι οφείλουμε να προσπαθήσουμε για την αντιμετώπισή του είναι η Παγκόσμια Υπερθέρμανση (Global Warming). Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕΕ), κατά την περίοδο 2011-2020, η οποία ήταν η θερμότερη δεκαετία που έχουμε ποτέ διανύσει, η μέση θερμοκρασία παγκοσμίως ξεπέρασε τα προβιομηχανικά επίπεδα κατά 1,1 °C, το έτος 2019. Σήμερα, η θερμοκρασία παγκοσμίως, λόγω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων αυξάνεται κατά 0,2 °C κάθε δεκαετία. Μια τέτοια αύξηση της θερμοκρασίας συνδέεται με πολύ καταστροφικές συνέπειες για το φυσικό περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, όπως επίσης και με την πιθανότητα εμφάνισης δυσμενών αλλαγών στο περιβάλλον παγκοσμίως.

Η απόρριψη αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) συνεχώς αυξάνεται και η διαχείριση τους αποτελεί μείζων θέμα. Τα ΑΣΑ αποτελούν το 14% της συνολικής ποσότητας στερεών αποβλήτων στην Ευρώπη, ενώ η κατά κεφαλή παραγωγή στην Ευρώπη είναι ίση με 486 kg/κάτοικο/έτος, σε αντίθεση με την Ελλάδα όπου είναι 504 kg/κάτοικο/έτος. Στα ΑΣΑ περιλαμβάνονται τα οικιακά απόβλητα, καθώς και άλλα απόβλητα, τα οποία λόγω φύσης ή σύνθεσης, είναι παρόμοια με τα οικιακά, όπως απόβλητα από εμπορικές δραστηριότητες, κτίρια γραφείων και ιδρύματα (σχολεία, νοσοκομεία, κυβερνητικά κτίρια). Περιλαμβάνονται επίσης ογκώδη απόβλητα (στρώματα, έπιπλα κ.α.) και απόβλητα κήπων, φύλλα, κλαδιά, κηπευτικά, καθώς και απόβλητα από καθαρισμό δρόμων.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, θα μελετηθούν οι καταναλώσεις καυσίμου των απορριμματοφόρων κατά την συλλογή και μεταφορά των αποβλήτων του Δήμου Περιστερίου όπως επίσης και οι εκπομπές τους σχετικά με τους ρύπους: διοξείδιο του άνθρακα CO₂, οξείδια του αζώτου NO_x, υδρογονάνθρακες HC, αλλά και σωματιδιακή ύλη PM. Επιπροσθέτως, θα γίνει σύγκριση των τριών βασικών ρευμάτων αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα) και των τεσσάρων κατηγοριών (κινητήρων) απορριμματοφόρων (EURO II, EURO IV, EURO V, EURO VI), ως προς την κατανάλωση καυσίμου και ως προς τις εκπομπές τους. Τέλος, θα σχολιαστούν οι διαφορές ανάμεσα στα τρία βασικά ρεύματα αποβλήτων αλλά και στους τέσσερις κύριους τύπους απορριμματοφόρων, θα εξαχθούν βασικά συμπεράσματα για την κατανάλωση καυσίμου και θα προταθούν διάφοροι τρόποι μείωσης των εκπομπών αυτών.

2. Θεωρητικό μέρος

2.1 Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων

Η διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την αστικοποίηση, την ανάπτυξη και την κλιματική αλλαγή (Oteng-Ababio, 2014). Επί του παρόντος, πάνω από το ήμισυ του παγκόσμιου πληθυσμού και ένα σημαντικό μέρος των ανθρώπινων δραστηριοτήτων βιοπορισμού που επηρεάζουν την παγκόσμια κλιματική αλλαγή συγκεντρώνονται στις πόλεις (Rayner and Malone, 1997; Kates et al., 1998; O'Meara, 1999). Ο εκτιμώμενος αστικός πληθυσμός το 2050 (περίπου 6 δισεκατομμύρια) θα είναι ίσος με τον συνολικό πληθυσμό του κόσμου το 2000 (UN-Habitat, 2014). Αυτό παρέχει σημαντικές ευκαιρίες στις αρχές της πόλης (π.χ. δήμος, περιφέρεια) να διαμορφώσουν κατάλληλες πολιτικές σχετικά με τον σχεδιασμό της χρήσης γης και να διαδραματίσουν σημαντικότερο ρόλο σε θέματα μεταφοράς και κατανάλωσης ενέργειας, τα οποία έχουν επιπτώσεις στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (greenhouse gas) (Collier, 1997; Rayner and Malone, 1997; Agyeman et al., 1998; DeAngelo and Harvey, 1998; Kates et al., 1998; Bulkeley, 2000). Η ικανότητα της αρχής να βελτιώσει τη διαχείριση των ΑΣΑ παρέχει επίσης ευκαιρίες για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και τη δημιουργία συν-οφελών, όπως η βελτίωση της δημόσιας υγείας και η τοπική προστασία του περιβάλλοντος.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι ποσότητες παραγωγής απορριμμάτων έχουν αυξηθεί. Προβλέπεται ότι η ποσότητα των ΑΣΑ θα διπλασιαστεί από τον τρέχοντα ρυθμό παραγωγής αποβλήτων των 2 δισεκατομμυρίων τόνων το 2020 σε 2,5 δισεκατομμύρια τόνους ετησίως έως το 2025. Ο υψηλότερος ρυθμός παραγωγής αποβλήτων προβλέπεται για την περιοχή Ασίας-Ειρηνικού, ιδιαίτερα στην Κίνα, η οποία παρουσιάζει την προβλεπόμενη παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων παγκοσμίως το 2012 και το 2025. Αυτοί οι αυξανόμενοι ρυθμοί παραγωγής αποβλήτων στις αναπτυσσόμενες χώρες που αντιμετωπίζουν αυξανόμενη ευμάρεια ήταν εκπληκτικοί (UN-Habitat, 2011). Παρόλο που η παραγωγή αποβλήτων αυξάνεται με την ευμάρεια και την αστικοποίηση (Barker et al., 2007), οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τα αστικά στερεά απόβλητα είναι χαμηλότερες σε πιο εύπορες πόλεις. Στις πόλεις της Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής, οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τον τομέα των απορριμμάτων αντιπροσωπεύουν το 2,29-4,32% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου των αστικών περιοχών. Αυτά τα μερίδια είναι μικρότερα από αυτά των πόλεων στην Αφρική και τη Νότια Αμερική, που έχουν υψηλότερο μερίδιο εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τον τομέα των απορριμμάτων, περίπου 4,48–9,36% των συνολικών

εκπομπών αερίων θερμοκηπίου των αστικών περιοχών (Marcotullio et al., 2014). Αυτό συμβαίνει επειδή οι πιο εύπορες πόλεις τείνουν να έχουν την κατάλληλη υποδομή για τη μείωση των εκπομπών μεθανίου (CH_4) από τα αστικά στερεά απόβλητα που συμβάλλουν στις παγκόσμιες ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (UNFCCC, 2005).

Ενώ η αστικοποίηση αποτελεί πρόκληση, δημιουργεί υψηλή συγκέντρωση ανθρώπων και υπηρεσιών, η οποία παρέχει την ευκαιρία να παρασχεθούν αποτελεσματικές υπηρεσίες διαχείρισης ΑΣΑ. Στις περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες, η πρόκληση σχετίζεται περισσότερο με την αποτελεσματική συλλογή απορριμμάτων και τα καλύτερα συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αντίθετα, οι ανεπτυγμένες χώρες πρέπει να αντιμετωπίσουν τη βελτιωμένη ανάκτηση απορριμμάτων μέσω της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης καθώς και των επεμβάσεων ανάντη για την πρόληψη των αποβλήτων στην πηγή. Οι τεχνολογίες επεξεργασίας ΑΣΑ από μόνες τους δεν επαρκούν για την αντιμετώπιση των συνεχώς αυξανόμενων προβλημάτων αποβλήτων. Η συμμετοχή των ενδιαφερομένων, οι οικονομικές παρεμβάσεις και η θεσμική ικανότητα είναι όλα σημαντικά για την ενίσχυση της διαχείρισης των ΑΣΑ. Ως εκ τούτου, πολλαπλές προσπάθειες που αφορούν τεχνικές, περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές πτυχές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την αντιμετώπιση του πολύπλοκου έργου της διαχείρισης των ΑΣΑ (Marshall and Farahbakhsh, 2013).

Ο ορισμός των αστικών στερεών αποβλήτων μπορεί να ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των χωρών. Συνήθως, τα αστικά στερεά απόβλητα αναφέρονται σε στερεά απόβλητα που παράγονται από διάφορες δραστηριότητες (π.χ. κατοικίες, εμπορικές και επιχειρηματικές εγκαταστάσεις). Τα οικοδομικά και τα επικίνδυνα απόβλητα εξαιρούνται από τα αστικά στερεά απόβλητα στις ευρωπαϊκές χώρες, θεωρούνται όμως αστικά στερεά απόβλητα στις περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες (Karak et al., 2012).

Τα αστικά στερεά απόβλητα τα οποία συνήθως ονομάζονται σκουπίδια ή απορρίμματα αναφέρονται στα απόβλητα που παράγονται από τις ακόλουθες δραστηριότητες :

- Κατοικίες (μονοκατοικίες και πολυκατοικίες)
- Εμπορικές δραστηριότητες (γραφεία, καταστήματα, ξενοδοχεία, εστιατόρια)
- Ιδρύματα (σχολεία, φυλακές, νοσοκομεία, αεροδρόμια)
- Βιομηχανικές δραστηριότητες (μεταποίηση, κατασκευή κλπ., όταν ο δήμος είναι υπεύθυνος για τη συλλογή τους)
- Μη ανακυκλωμένα υπολείμματα κατασκευών και κατεδαφίσεων
- Δημοτικές υπηρεσίες (καθαρισμός οδών, εξωραϊσμός)

Κοινοί τύποι αστικών στερεών απορριμμάτων είναι τα βιοαποδομήσιμα υλικά (π.χ. τρόφιμα, απορρίμματα κήπου), τα ανακυκλώσιμα απόβλητα (π.χ. χαρτί, γυαλί, μέταλλο, πλαστικά) και άλλα (π.χ. υφάσματα, δέρμα). Με βάση τα στοιχεία της Παγκόσμιας Τράπεζας (2012), οι περισσότερες χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος έχουν υψηλότερο ποσοστό βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, που αντιπροσωπεύουν περίπου το 40-80% του συνολικού όγκου των αστικών στερεών αποβλήτων. Από την άλλη πλευρά, οι χώρες υψηλού εισοδήματος έχουν διαφορετική σύνθεση αποβλήτων. Έχουν μεγαλύτερο μερίδιο χαρτιού και γυαλιού με πολύ μικρότερο ποσοστό βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων, που αντιπροσωπεύει περίπου 30-40%.

Ένα σημαντικό πλαίσιο για τη διασφάλιση της βιώσιμης διαχείρισης στερεών αποβλήτων είναι η ιεραρχία, η οποία είναι αναγνωρισμένη σε όλο τον κόσμο (Kaufman και Themelis, 2010). Τεχνικά, όλες οι στρατηγικές διαχείρισης αποβλήτων πρέπει να στοχεύουν πρωτίστως στην πρόληψη της παραγωγής αποβλήτων και στη μείωση της επικινδυνότητάς τους. Όπου αυτό δεν είναι δυνατό, τα απόβλητα θα πρέπει να επαναχρησιμοποιούνται, να ανακυκλώνονται ή να ανακτώνται ή να χρησιμοποιούνται ως πηγή ενέργειας. Ως τελική λύση, τα απόβλητα θα πρέπει να απορρίπτονται με ασφάλεια (π.χ. σε χώρους υγειονομικής ταφής ή υπό παρακολούθηση χωματερές).

Η ιστορία της ιεραρχίας των απορριμμάτων είχε διατυπωθεί τη δεκαετία του 1970, όταν ορισμένα περιβαλλοντικά κινήματα εξέφρασαν ανησυχίες σχετικά με τις τότε προσεγγίσεις που βασιζόνταν στη μαζική διάθεση απορριμμάτων (Gertsakis and Lewis, 2003). Η ιεραρχία βασίζεται ως εξής: μείωση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση πόρων, τα οποία διασφαλίζουν συλλογικά τη μείωση των απορριμμάτων. Στο μέτρο του δυνατού, η απόρριψη υλικών σε χώρους υγειονομικής ταφής θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μόνο εάν κανένα από τα παραπάνω δεν ισχύει και επομένως κατατάσσεται χαμηλότερη σε προτεραιότητα.

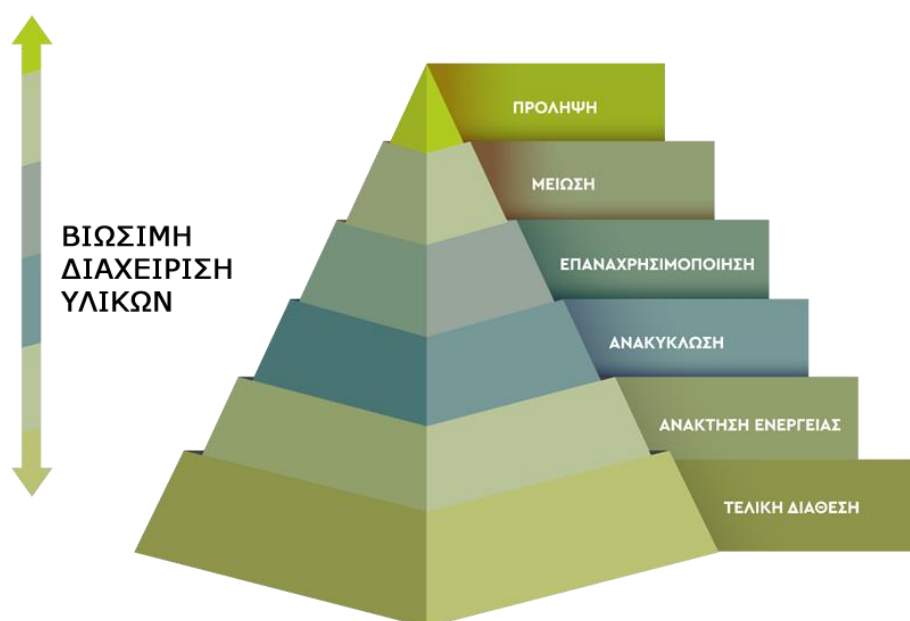
Μείωση: Αυτό αναφέρεται στην αποφυγή παραγωγής αποβλήτων και στη διαχείριση υλικών (δηλαδή, αποφυγή ή μείωση πρωτογενών/παρθένων υλικών για την κατασκευή και τη διατήρηση των φυσικών πόρων). Αυτό απαιτεί μείωση των οικονομικών και περιβαλλοντικών πόρων για τη συλλογή, τη μεταφορά, την επεξεργασία και τη διάθεση των απορριμμάτων. Για παράδειγμα, η σπατάλη μπορεί να ελαχιστοποιηθεί μέσω μειωμένης συσκευασίας, βελτιωμένου σχεδιασμού και χρήσης ανθεκτικών υλικών.

Επαναχρησιμοποίηση: Αυτό αναφέρεται στην πρακτική της χρήσης υλικών ξανά και ξανά για τον ίδιο σκοπό για τον οποίο προορίζονταν. Η επαναχρησιμοποίηση απορριμμάτων μπορεί να απαιτεί συλλογή αλλά σχετικά μικρή ή καθόλου επεξεργασία.

Ανακύκλωση: Αναφέρεται σε οποιαδήποτε δραστηριότητα που περιλαμβάνει τη συλλογή, τη διαλογή και την επεξεργασία χρησιμοποιημένων ή αχρησιμοποίητων αντικειμένων που διαφορετικά θα θεωρούνταν απόβλητα σε πρώτη ύλη που στη συνέχεια ανακατασκευάζεται σε νέα προϊόντα.

Ανάκτηση πόρων: Περιλαμβάνει την ανακύκλωση, την επεξεργασία και την ανάκτηση ενέργειας σύμφωνα με την πιο αποτελεσματική χρήση των απορριμμάτων. Η ανάκτηση πόρων περιλαμβάνει τη μετατροπή της οργανικής ύλης σε χρησιμοποιήσιμα προϊόντα (όπως το λίπασμα και το χωνεμένο υπόλειμμα) ή την ανάκτηση ενέργειας με τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας ή/και θερμότητας.

Απόρριψη: Εάν καμία από τις παραπάνω επιλογές δεν είναι δυνατή, τότε τα απόβλητα θα πρέπει να απορρίπτονται με ελεγχόμενο τρόπο. Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση χωματερής υγειονομικής ταφής ή την προεπεξεργασία των απορριμμάτων με άλλους τρόπους για την πρόληψη επιβλαβών επιπτώσεων στη δημόσια υγεία ή στο περιβάλλον.



Εικόνα 1: Πυραμίδα ιεράρχησης διαχείρισης αποβλήτων.

Η έννοια της διαχείρισης στερεών αποβλήτων έχει αναπτυχθεί ως μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που εξετάζει πολυδιάστατες πτυχές της διαχείρισης στερεών αποβλήτων με ολοκληρωμένο τρόπο (McDougall et al., 2001). Τόσο οι τεχνικές όσο και οι μη τεχνικές πτυχές της διαχείρισης στερεών αποβλήτων πρέπει να ενσωματωθούν επειδή είναι αλληλεξαρτώμενες (UNEP, 2005). Ο στόχος της διαχείρισης στερεών αποβλήτων είναι η επίτευξη μιας βιώσιμης λύσης που εξισορροπεί την περιβαλλοντική αποτελεσματικότητα, την κοινωνική αποδοχή και την οικονομική προσιτότητα (McDougall et al., 2001· van de

Klundert and Angchutz, 2001). Η διαχείριση στερεών αποβλήτων απαιτεί τη συμμετοχή των ενδιαφερομένων και την εξέταση έξι κύριων πτυχών – περιβαλλοντικών, πολιτικών/νομικών, θεσμικών, κοινωνικοπολιτιστικών, οικονομικών και τεχνικών – για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με συστήματα αποβλήτων που αποτελούνται από τις μεθόδους που θα χρησιμοποιηθούν για τη διαλογή, τη συλλογή, τη μεταφορά, επεξεργασία και διάθεση, μείωση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση από τα απόβλητα. Σε αντίθεση με τη σειρά προτεραιότητας της ιεραρχίας των αποβλήτων, η διαχείριση στερεών αποβλήτων προτείνει ένα ευέλικτο πλαίσιο για τα συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων. Αντί να δίνει προτεραιότητα στη μείωση, την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων έναντι της επεξεργασίας ή της διάθεσης, η διαχείριση στερεών αποβλήτων επικεντρώνεται στη χρήση μιας σειράς διαφορετικών μεθόδων για τη βελτιστοποίηση της διατήρησης των πόρων και τον περιορισμό της τελικής διάθεσης (UNEP, 2005; Nordone et al., 1999). Ο συνδυασμός κατάλληλων μεθόδων επεξεργασίας, όπως η ανακύκλωση, η αποτέφρωση και η υγειονομική ταφή, είναι απαραίτητος για τη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων, επειδή καμία ενιαία λύση δεν είναι επαρκής για προβλήματα διάθεσης αστικών στερεών αποβλήτων (Hoornweg and Bhada-Tata, 2012, στο Menikpura et al., 2013).

Οι πρακτικές διαχείρισης ΑΣΑ μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις κύριες δραστηριότητες:

- Διαλογή και συλλογή: Η διαλογή απορριμμάτων είναι η διαδικασία διαχωρισμού των ΑΣΑ σε διαφορετικούς τύπους. Η διαλογή των απορριμμάτων μπορεί να γίνει πριν ή μετά τη συλλογή των απορριμμάτων. Η διαδικασία της συλλογής περιλαμβάνει τη συλλογή απορριμμάτων από νοικοκυριά, από κοινοτικούς και οδικούς κάδους ή από μεγαλύτερα δοχεία ή οχήματα. Η συλλογή επεκτείνεται σε δραστηριότητες όπως η οδήγηση μεταξύ στάσεων, το ρελαντί, η φόρτωση και η συμπίεση απορριμμάτων επί του οχήματος.
- Ανακύκλωση: Μετά τη διαλογή των απορριμμάτων, τα ανακυκλώσιμα υλικά μετατρέπονται σε προϊόντα.
- Μεταφορά: Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την παράδοση των συλλεγόμενων απορριμμάτων σε σταθμούς μεταφοράς ή εγκαταστάσεις επεξεργασίας.
- Επεξεργασία και διάθεση: Επεξεργασία αποβλήτων είναι η διαδικασία διάθεσης των απορριμμάτων μετά τη συλλογή. Τα απόβλητα μπορούν να ταφούν σε χώρους υγειονομικής ταφής ή να καούν μέσω της διαδικασίας αποτέφρωσης. Τα μη ανακυκλώσιμα απόβλητα μπορούν να μετατραπούν σε λίπασμα ή ενέργεια ως διάφορες μορφές χρησιμοποιήσιμης θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας ή καυσίμου.

2.2 Συλλογή και μεταφορά αποβλήτων

Η συλλογή και η μεταφορά απορριμμάτων θεωρείται αναπόσπαστο στοιχείο του συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων. Η συλλογή απορριμμάτων είναι η χρήση οχημάτων συλλογής απορριμμάτων για τη φόρτωση των απορριμμάτων, και η μεταφορά απορριμμάτων είναι η δραστηριότητα μεταφοράς των συλλεγόμενων απορριμμάτων στον προορισμό τους (Yaman et al., 2019; Wu et al., 2020). Οι δήμοι προσφέρουν μια αποτελεσματική και αποδοτική υπηρεσία συλλογής απορριμμάτων παρόλο τα ανεπαρκή κονδύλια και άλλους παράγοντες π.χ. έλλειψη πολιτικής βούλησης, προτεραιότητας, τεχνικής εμπειρογνωμοσύνης και δέσμευσης (Sulemana et al., 2018). Η αποτελεσματική συλλογή απορριμμάτων μπορεί να θεωρηθεί ως το επίπεδο ή το πρότυπο των υπηρεσιών συλλογής απορριμμάτων που παρέχονται στους κατοίκους. Ενώ η αποτελεσματικότητα αναφέρεται στις εσωτερικές λειτουργίες και περιλαμβάνει τη μεγιστοποίηση των αποτελεσμάτων, π.χ. υπηρεσίες συλλογής απορριμμάτων, με τους διαθέσιμους πόρους, π.χ. χρόνο, οχήματα, προσωπικό, οικονομικούς πόρους κλπ. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι δήμοι μπορούν να είναι αποτελεσματικοί στην παροχή υπηρεσιών συλλογής απορριμμάτων, αλλά αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι βιώσιμοι σε αυτό. Έχει διαπιστωθεί ότι η αποδοτικότητα επηρεάζει το κόστος συλλογής απορριμμάτων, επομένως η κακή επιχειρησιακή δραστηριότητα μπορεί να οδηγήσει σε περιττές δαπάνες (Greco et al. 2015; Sulemana et al., 2018). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό δεδομένου ότι η συλλογή απορριμμάτων θεωρείται ο μεγαλύτερος παράγοντας κόστους στη διαχείριση απορριμμάτων, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 60-80% του συνολικού κόστους (Sulemana et al., 2018.).

Οι τοπικοί δήμοι είναι υπεύθυνοι να διασφαλίζουν ότι παρέχεται υπηρεσία αποκομιδής απορριμμάτων στις κοινότητες που εξυπηρετούν. Ο νόμος περί Δημοτικών Συστημάτων (2000, Ενότητα 4(2)(ε)(ii)) απαιτεί αυτές οι υπηρεσίες να είναι δίκαιες, προσβάσιμες και να παρέχονται με αποτελεσματικό τρόπο, καθώς και να παρουσιάζουν βελτίωση με την πάροδο του χρόνου. Ακόμη, είναι σημαντικό να υπάρχει ένα αποτελεσματικό και αποδοτικό σύστημα συλλογής απορριμμάτων για να διασφαλίζεται ότι οι κοινότητες εξυπηρετούνται επαρκώς και να μειωθούν οι περιττές δημοτικές δαπάνες. Με βάση τις δημοτικές ετήσιες εκθέσεις για το 2018/19, τα βασικά επίπεδα υπηρεσιών αποκομιδής απορριμμάτων στην επαρχία κυμαίνονται μεταξύ 41,4% και 100%. Οι υπηρεσίες συλλογής οικιακών απορριμμάτων παρέχονται γενικά σε νοικοκυριά και επιχειρήσεις σε αστικές περιοχές. Οι άτυποι συλλέκτες απορριμμάτων αποτελούν επίσης μέρος του

συστήματος συλλογής απορριμμάτων και διαδραματίζουν αναπόσπαστο ρόλο στη συλλογή και τη διαλογή των ανακυκλώσιμων. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα νοικοκυριά σε αγροτικές περιοχές και αγροκτήματα μπορούν να μεταφέρουν τα απόβλητά τους σε εγκαταστάσεις απόρριψης ή διάθεσης απορριμμάτων. Τα επικίνδυνα απόβλητα που παράγονται από τη βιομηχανία και τα απόβλητα της υγειονομικής περίθαλψης συλλέγονται από ιδιωτικές εταιρείες συλλογής απορριμμάτων.

Οι δήμοι της επαρχίας παρέχουν επί του παρόντος υπηρεσίες διαχείρισης απορριμμάτων με περιορισμένα κεφάλαια. Ορισμένοι δήμοι λειτουργούν υπηρεσίες διαχείρισης απορριμμάτων με ζημία (DEA&DP, 2020). Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο για τους δήμους να βελτιώσουν τις λειτουργίες συλλογής και μεταφοράς απορριμμάτων για να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα, να βελτιώσουν την εξοικονόμηση κόστους και να εξασφαλίσουν μία οικονομικά βιώσιμη διαχείριση στερεών αποβλήτων. Τα οχήματα συλλογής απορριμμάτων αποτελούν βασικό μέρος του συστήματος συλλογής απορριμμάτων. Η διασφάλιση ότι υπάρχουν επαρκή διαθέσιμα οχήματα και ότι είναι καλά συντηρημένα και αξιόπιστα είναι απαραίτητη για την παροχή αποτελεσματικής υπηρεσίας συλλογής απορριμμάτων. Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα, είναι σημαντικό οι διαδρομές συλλογής απορριμμάτων να βελτιστοποιούνται ώστε να μειωθεί ο χρόνος ταξιδιού, η απόσταση και το κόστος. Η βελτιστοποίηση της διαδρομής του οχήματος μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας επιστημονικά μέσα και τεχνολογία π.χ. προσεγγίσεις που βασίζονται σε μαθηματική μοντελοποίηση ή Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS). Η λειτουργία ενός αποτελεσματικού συστήματος συλλογής απορριμμάτων διασφαλίζει επίσης ότι ο κατάλληλος αριθμός προσωπικού ανατίθεται στις υπηρεσίες συλλογής απορριμμάτων. Το μειωμένο προσωπικό μπορεί να οδηγήσει σε ανεπαρκείς συλλογές και υπερκόπωση, ενώ ο υπερβολικός αριθμός προσωπικού μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αναποτελεσματική χρήση του χρόνου· το πλεονάζον προσωπικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλους τομείς διαχείρισης απορριμμάτων, π.χ. συλλογή ανακυκλώσιμων και πρωτοβουλίες ευαισθητοποίησης για τα απόβλητα.

Ο στόχος είναι να εντοπιστούν τομείς συλλογής και μεταφοράς απορριμμάτων όπου η αποδοτικότητα και η αποτελεσματικότητα μπορούν να βελτιωθούν. Βασικός στόχος του Σχεδίου Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Αποβλήτων 2017-2022, είναι η προώθηση της δημιουργίας υποδομών και υπηρεσιών ολοκληρωμένης διαχείρισης απορριμμάτων. Μια βασική δραστηριότητα στο πλαίσιο αυτού του στόχου είναι η παρακολούθηση της παροχής υπηρεσιών απομάκρυνσης αστικών απορριμμάτων. Δεδομένου ότι η έκθεση παρέχει μόνο μια ευρεία επισκόπηση των υπηρεσιών συλλογής και μεταφοράς απορριμμάτων στην

επαρχία, οι δήμοι ενθαρρύνονται να αναλάβουν λεπτομερέστερες μελέτες των δραστηριοτήτων συλλογής απορριμμάτων τους για να αποκτήσουν σαφέστερη κατανόηση των λειτουργιών τους και να εντοπίσουν πιθανούς τομείς βελτίωσης.

Σε αντίθεση με τις χώρες υψηλού εισοδήματος όπου υπάρχει ευαισθητοποίηση του κοινού για τη διαλογή των απορριμμάτων, οι δραστηριότητες διαλογής σε επίπεδο νοικοκυριών σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος εξακολουθούν να είναι περιορισμένες. Επομένως, τα αστικά στερεά απόβλητα αποτελούνται γενικά από ανάμεικτα απόβλητα που περιέχουν τρόφιμα και άλλους τύπους απορριμμάτων. Η διαλογή των απορριμμάτων πραγματοποιείται συνήθως από φτωχές οικογένειες για να κερδίσουν επιπλέον εισόδημα από την πώληση ανακυκλώσιμων υλικών. Παρά το υψηλό ποσό του δημοτικού προϋπολογισμού που δαπανάται για τη συλλογή απορριμμάτων, περίπου το 80-90% του συνολικού προϋπολογισμού των αστικών στερεών αποβλήτων, η αποτελεσματικότητα της συλλογής αστικών στερεών αποβλήτων εξακολουθεί να είναι πολύ χαμηλή σε πολλές χώρες, ιδιαίτερα σε εκείνες της Υποσαχάριας Αφρικής, η οποία έχει ποσοστά συλλογής που κυμαίνονται από 17,7% έως 55% (World Bank, 2012). Λόγω της χαμηλής απόδοσης των συστημάτων συλλογής απορριμμάτων, η απόρριψή τους στην άκρη του δρόμου είναι μια κοινή πρακτική (ΑΡΟ, 2007). Αν και η χρήση καλυμμένων και συμπίεστων φορτηγών για τη συλλογή απορριμμάτων αυξάνεται, η μεταφορά αστικών στερεών αποβλήτων με αναποτελεσματικά και ανοιχτά οχήματα είναι μια κοινή πρακτική στις αστικές περιοχές (ΑΡΟ, 2007).



Εικόνα 2: Απορριμματοφόρο συλλογής σύμμεικτων αποβλήτων.



Εικόνα 3: Νταλικά μεγάλης χωρητικότητας για μεταφόρτωση απορριμμάτων.

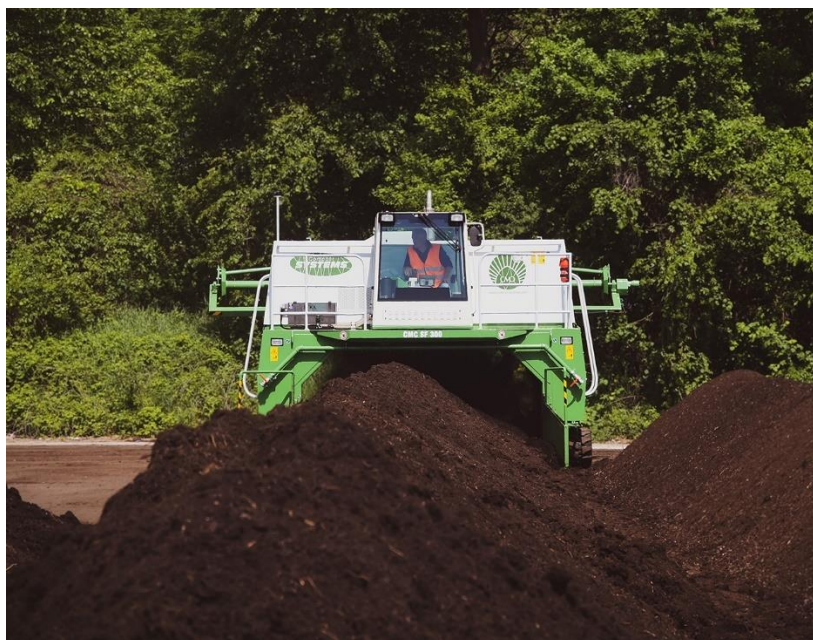
2.2.1 Επεξεργασία και απόρριψη

Δύο τεχνολογίες εφαρμόζονται ευρέως στις ανεπτυγμένες χώρες για την επεξεργασία αστικών στερεών αποβλήτων :

- Οι θερμικές τεχνολογίες λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας ως πρωτεύον προϊόν. Οι θερμικές τεχνολογίες, όπως η αεριοποίηση και η πυρόλυση, είναι κατάλληλες για την επεξεργασία ξηρών απορριμμάτων με χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία.
- Οι βιολογικές τεχνολογίες απαιτούν χαμηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τις θερμικές τεχνολογίες για τη λειτουργία τους. Παραδείγματα αυτών των τεχνολογιών είναι η αναερόβια χώνευση, η κομποστοποίηση, κ.α. Θεωρούνται κατάλληλα συστήματα επεξεργασίας βιοαποδομήσιμων αποβλήτων. Τα κύρια προϊόντα αυτών των τεχνολογιών περιλαμβάνουν την ηλεκτρική ενέργεια, το βιοαέριο, το κομπόστ και τα χημικές ενώσεις.



Εικόνα 4: Μονάδα πυρόλυσης πλαστικών και αστικών στερεών αποβλήτων στη Γεωργία.



Εικόνα 5: Παραγόμενο compost από την διεργασία κομποστοποίησης.

Περίπου το 21% και το 11% των αστικών στερεών αποβλήτων αποτεφρώθηκαν και κομποστοποιήθηκαν σε χώρες υψηλού εισοδήματος (World Bank, 2012), αντίστοιχα. Εκτός από την ενέργεια και άλλα προϊόντα, δημιουργούνται στερεά υπολείμματα κατά τις εργασίες επεξεργασίας απορριμμάτων. Αυτά τα στερεά υπολείμματα, που αντιπροσωπεύουν περίπου το 42,5% των αστικών στερεών αποβλήτων, απορρίπτονται στη συνέχεια σε χώρους υγειονομικής ταφής χρησιμοποιώντας ένα σύστημα δέσμευσης αερίων χωματερής για ανάκτηση ενέργειας ή καύση.

Η ανοικτή απόρριψη και η υγειονομική ταφή είναι οι πιο κοινές μέθοδοι διάθεσης αστικών στερεών αποβλήτων στις αναπτυσσόμενες χώρες, κυρίως επειδή είναι φθηνές όταν δεν λαμβάνονται υπόψη οι κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Renou et al., 2008; Ali et al., 2014). Αυτές οι δύο μέθοδοι αντιπροσωπεύουν περίπου το 70-90% των συνολικών αστικών στερεών αποβλήτων (World Bank, 2012). Σε σύγκριση με άλλες μεθόδους επεξεργασίας, η ανοικτή απόρριψη και η υγειονομική ταφή αποτελούν τον υψηλότερο κίνδυνο για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, προκαλώντας υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους και των υδάτων, της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της εξάπλωσης ασθενειών από έντομα και τρωκτικά.



Εικόνα 6: Χώρος υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) Ελληνικού, Δήμος Βορείων Τζουμέρκων.

Η ανασκόπηση των πρακτικών διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες δίνεται στον ακόλουθο Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Πρακτικές διαχείρισης αστικών στερεών απορριμμάτων παγκοσμίως.

Δραστηριότητα	Αναπτυσσόμενες χώρες	Ανεπτυγμένες χώρες	
	Χώρες χαμηλού εισοδήματος	Χώρες μεσαίου εισοδήματος	Χώρες υψηλού εισοδήματος
Μείωση στη πηγή	Δεν είναι οργανωμένη, αλλά η επαναχρησιμοποίηση και τα χαμηλά ποσοστά παραγωγής απορριμμάτων κατά κεφαλήν είναι κοινά.	Κάποια συζήτηση για στη πηγή, αλλά σπάνια ενσωματώνεται σε οποιοδήποτε οργανωμένο πρόγραμμα.	Τα οργανωμένα εκπαιδευτικά προγράμματα αρχίζουν να δίνουν έμφαση για μείωση στη πηγή και στην επαναχρησιμοποίηση των υλικών.
Συλλογή	Σποραδικό και αναποτελεσματικό. Η υπηρεσία περιορίζεται σε περιοχές υψηλής ορατότητας, στους πλούσιους και σε επιχειρήσεις που είναι πρόθυμες να πληρώσουν.	Βελτιωμένη εξυπηρέτηση και αυξημένη συλλογή από κατοικημένες περιοχές. Μεγαλύτερος στόλος οχημάτων και περισσότερη μηχανοργάνωση.	Ποσοστό συλλογής >90 %. Τα συμπιεστικά φορτηγά και τα εξαιρετικά μηχανοποιημένα οχήματα είναι κοινά.
Ανακύκλωση	Το μεγαλύτερο μέρος της ανακύκλωσης γίνεται μέσω άτυπου φορέα.	Ο άτυπος φορέας εξακολουθεί να εμπλέκεται, ορισμένες εγκαταστάσεις διαλογής και επεξεργασίας υψηλής τεχνολογίας.	Υπηρεσίες συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών και εγκαταστάσεις διαλογής και επεξεργασίας υψηλής τεχνολογίας.
Κομποστοποίηση	Σπάνια γίνεται επίσημα, παρόλο που	Οι μεγάλες εγκαταστάσεις	Γίνεται πιο δημοφιλής τόσο στην πίσω αυλή

	η ροή των αποβλήτων έχει υψηλό ποσοστό οργανικού υλικού.	κομποστοποίησης είναι γενικά ανεπιτυχείς. Ορισμένα έργα κομποστοποίησης μικρής κλίμακας είναι πιο βιώσιμα.	όσο και στις εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας. Η ροή αποβλήτων έχει μικρότερο ποσοστό λιπασματοποιήσιμων από ό,τι σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος.
Αποτέφρωση	Δεν είναι συνηθισμένο ή επιτυχημένο λόγω του υψηλού κόστους κεφαλαίου και λειτουργίας, της υψηλής περιεκτικότητας σε υγρασία στα απόβλητα και του υψηλού ποσοστού αδρανούς υλικού.	Ορισμένοι αποτεφρωτήρες χρησιμοποιούνται, αλλά αντιμετωπίζουν οικονομικές και λειτουργικές δυσκολίες.	Επικρατεί σε περιοχές με υψηλό κόστος γης. Οι περισσότεροι αποτεφρωτήρες διαθέτουν κάποια μορφή περιβαλλοντικών ελέγχων και κάποιο είδος συστήματος ανάκτησης ενέργειας.
ΧΥΤΑ	Χώροι χαμηλής τεχνολογίας, που συνήθως χαρακτηρίζονται από ανοιχτή απόρριψη απορριμμάτων.	Ελεγχόμενοι και υγειονομικοί χώροι υγειονομικής ταφής με κάποιους περιβαλλοντικούς ελέγχους. Η ανοιχτή απόρριψη εξακολουθεί να είναι συνηθισμένο φαινόμενο.	Χώροι υγειονομικής ταφής με συνδυασμό επενδύσεων, ανίχνευσης διαρροών, συλλογής στραγγισμάτων και συστημάτων επεξεργασίας.
Κόστος	Το κόστος συλλογής αντιπροσωπεύει το 80-90% του	Το κόστος συλλογής αντιπροσωπεύει το	Το κόστος συλλογής μπορεί να αντιπροσωπεύει <10%

	προϋπολογισμού διαχείρισης των ΑΣΑ. Τα τέλη απορριμμάτων ρυθμίζονται από ορισμένες τοπικές κυβερνήσεις, αλλά το σύστημα είσπραξης τελών είναι πολύ αναποτελεσματικό.	50-80% του προϋπολογισμού διαχείρισης των ΑΣΑ. Τα τέλη απορριμμάτων ρυθμίζονται από ορισμένες τοπικές και εθνικές κυβερνήσεις, περισσότερη καινοτομία στη συλλογή τελών.	του προϋπολογισμού. Μεγάλες πιστώσεις προϋπολογισμού σε εγκαταστάσεις ενδιάμεσης επεξεργασίας απορριμμάτων. Η εκ των προτέρων κοινοτική συμμετοχή μειώνει το κόστος και αυξάνει τις διαθέσιμες επιλογές στους σχεδιαστές απορριμμάτων (π.χ. ανακύκλωση και κομποστοποίηση).
--	---	---	--

2.2.2 Ανακύκλωση

Τα ανακυκλώσιμα απορρίμματα, τα οποία διαλέγονται στην πηγή ή στα κέντρα ανακύκλωσης, μετατρέπονται σε προϊόντα. Ανακύκλωση είναι η μετατροπή των απορριμμάτων σε προϊόντα που έχουν μεγαλύτερη αξία από την αρχική. Οι διαδικασίες ανακύκλωσης παράγουν προϊόντα που έχουν την ίδια αξία με το πρωτότυπο ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον ίδιο σκοπό, ενώ η υποκύκλωση μετατρέπει τα απόβλητα σε προϊόντα που έχουν μικρότερη αξία από το πρωτότυπο και χρησιμεύουν για χαμηλότερη εφαρμογή. Κατά μέσο όρο, το 22% των συνολικών αστικών στερεών αποβλήτων ανακυκλώθηκε σε χώρες υψηλού εισοδήματος (World Bank, 2012) και ένας φιλόδοξος στόχος 50% των αστικών απορριμμάτων που θα ανακυκλωθούν έως το 2020 είχε τεθεί για τις ευρωπαϊκές χώρες (Ευρωπαϊκή Ένωση [Ε.Ε.], 2010), όπου και επιτεύχθηκε.



Εικόνα 7: Κέντρο διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ), Καλαμάτας.

Σε αντίθεση με τις χώρες υψηλού εισοδήματος όπου τα ανακυκλώσιμα υλικά συλλέγονται μέσω συστημάτων εκτροπής ή απόρριψης, οι άτυποι φορείς, όπως ο φορέας συλλογής απορριμμάτων, διαδραματίζουν σημαντικό αλλά σε μεγάλο βαθμό μη αναγνωρισμένο ρόλο στον χειρισμό τέτοιων δραστηριοτήτων (Troschinetz and Mihelcic, 2009). Οι συλλέκτες απορριμμάτων συλλέγουν ανακυκλώσιμα απόβλητα από τα σημεία συλλογής και διάθεσης και οι μετακινούμενοι αγοραστές παρέχουν υπηρεσίες από σπίτι σε σπίτι (ΑΡΟ, 2007). Η άτυπη συνεισφορά στην ανακύκλωση ποικίλλει σε διάφορες πόλεις. Υπολογίζεται ότι το ποσοστό ανακύκλωσης των αστικών στερεών αποβλήτων που συλλέγονται από τους συλλέκτες απορριμμάτων κυμαίνεται μεταξύ 3-8% των απορριμμάτων που μεταφέρονται σε χώρους διάθεσης στην Ινδονησία (Sasaki and Araki, 2014) και 15% και 20% των απορριμμάτων που παράγονται στην Ινδία και Βιετνάμ, αντίστοιχα (Chintan, 2009; ΑΡΟ, 2007).



Εικόνα 8: Εγκαταστάσεις ΚΔΑΥ Φυλής



Εικόνα 9: Εσωτερικό ΚΔΑΥ Φυλής

2.3 Τεχνολογίες συλλογής

Η συλλογή των ΑΣΑ γίνεται σήμερα χρησιμοποιώντας οχήματα συλλογής που παρακολουθούνται από GPS και έξυπνα εργαλεία που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το γέμισμα ή το βάρος. Αυτά τα δεδομένα παρέχονται σε πραγματικό χρόνο από μια υποδομή τύπου ασύρματου δικτύου, σε ένα σύστημα που μπορεί να τα αποθηκεύσει για τη συλλογή προβλέψεων ή την επεξεργασία και τη δημιουργία βέλτιστων διαδρομών συλλογής. Η τεχνική GPS επιτρέπει την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της συλλογής και της μεταφοράς των απορριμμάτων, έτσι ώστε τα συστήματα διαχείρισης να ανταποκρίνονται ταχύτερα όταν αλλάζει η κατάσταση. Η πρόβλεψη της παραγωγής αποβλήτων έχει πραγματική σημασία για τις τοπικές διοικήσεις όσον αφορά την εκτίμηση του κόστους και του τοπικού προϋπολογισμού. Χάρη σε καινοτόμες λύσεις πληροφορικής κατέστη δυνατή μια διαδικασία πρόβλεψης, ακόμη κι αν η εφαρμογή τέτοιων λύσεων βρίσκεται ακόμη στην αρχή. Στον ψηφιακό κόσμο στον οποίο ζούμε, σχεδόν όλα είναι πιθανά. Μέσω της συλλογής δεδομένων που εκφράζουν την καλή κατανάλωση, πληροφορίες για τη συμπεριφορά των καταναλωτών, στατιστικά δεδομένα που σχετίζονται με την παραγωγή απορριμμάτων στην αποθήκη δεδομένων και την εκμετάλλευση της εξόρυξης δεδομένων έχουν αναπτυχθεί πολύπλοκα πρότυπα πρόβλεψης. Αυτά έχουν συμπεριληφθεί σε εξειδικευμένο λογισμικό που υποστηρίζει διαδικασίες διαχείρισης απορριμμάτων. Η ισχύουσα νομοθεσία δίνει προτεραιότητα στις δράσεις ανάκτησης και επεξεργασίας αποβλήτων. Οι κοινότητες έχουν κεντρικό ρόλο στην επίτευξή τους και απαιτείται διαδικασία για την υιοθέτηση της περιβαλλοντικής νομοθεσίας. Αυτό δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς ενεργό συμμετοχή όλων των φορέων της κοινωνίας.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων, η κοινότητα έχει σημαντικό ρόλο στην ορθή εφαρμογή των διαδικασιών. Από αυτή την άποψη, οι τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ) διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο λόγω των υποστηρικτικών τους δράσεων για την προώθηση, την εκπαίδευση και την ευαισθητοποίηση της κοινωνίας και για την απόκτηση και εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών. Οι τεχνολογίες πολυμέσων, το διαδίκτυο, οι κινητές συσκευές όπως smartphone, tablet συμβάλλουν σημαντικά. Μέσω αυτών των συσκευών, τα άτομα υπόκεινται σε μια συνεχή ροή πληροφοριών που στο τέλος θα τον καθορίσει να ενεργήσει σωστά.

Η τόνωση των σωστών πρακτικών και η εκπαίδευση της συμπεριφοράς των χρηστών πραγματοποιείται επίσης με οικονομικά πλεονεκτήματα. Αυτά μπορούν να ποσοτικοποιηθούν σωστά μόνο λαμβάνοντας υπόψη την αυστηρή διαχείριση των

απορριμμάτων. Αυτό είναι δυνατό μέσω της διαχείρισης δεδομένων συστήματος και της δημιουργίας αναφορών στους ενδιαφερόμενους χρήστες: άτομα, διοίκηση, συλλέκτης ή επεξεργαστής. Φαινομενικά απλή και γνωστή, η διαχείριση δεδομένων είναι ένα πρόβλημα που μπορεί να επιλυθεί χρησιμοποιώντας μεγάλα συστήματα βάσεων δεδομένων. Η πρόκληση είναι να συλλέγουμε δεδομένα με αυτόματο τρόπο, να διασφαλίζουμε την αποθήκευση και τη δημόσια πρόσβαση όλων των ενδιαφερομένων με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο. Οι τεχνικές λύσεις λαμβάνουν υπόψη τις τεχνολογίες πληροφορικής. Έτσι, η συλλογή και η μετάδοση δεδομένων στο σύστημα μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ευφυών συστημάτων που καταγράφουν την ποσότητα και την ποιότητα των απορριμμάτων σε δοχεία. Για άμεση αναγνώριση, τα εμπορευματοκιβώτια έχουν ηλεκτρονική ταυτότητα που τεχνικά συνδέεται με ετικέτες γραμμωτού κώδικα, τύπου RFID ή άλλες καινοτόμες λύσεις.

Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία barcode, η Tokyo Electric Power Co, Ltd έχει αναπτύξει και εφαρμόσει ένα ηλεκτρονικό σύστημα για τη διαχείριση των ραδιενεργών αποβλήτων όσον αφορά την επεξεργασία και την εναπόθεσή τους. Συγκεκριμένες πληροφορίες (τύπος απορριμμάτων, προέλευση υλικού, τύπος μόλυνσης, βαθμός μόλυνσης, κ.λπ.) καταγράφονται στο σύστημα και δημιουργούν ετικέτες γραμμωτού κώδικα για κάθε δοχείο. Οι πληροφορίες στους γραμμωτούς κώδικες είναι γρήγορα προσβάσιμες διευκολύνοντας την παρακολούθηση των δοχείων που επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο των απορριμμάτων πριν από την αποθήκευση.

Οι τοπικές κοινωνίες διαθέτουν ένα ευρύτερο φάσμα λύσεων πληροφορικής για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης απορριμμάτων:

Πακέτα λογισμικού ειδικά σχεδιασμένα για την παροχή τεχνικής και διοικητικής διαχείρισης των αποθεμάτων αποβλήτων. Αυτά δομούνται σε διαφορετικές κατηγορίες υλικών και υπηρεσίες, ενοποίηση δεδομένων, διαχείριση και επεξεργασία αναφορών.»

Διαδίκτυο για αποστολή μηνυμάτων στην Κοινότητα. Είναι δυνατή η ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο σχετικά με ορισμένες παραμέτρους του περιβάλλοντος. Υπάρχει επίσης η αποστολή προειδοποιήσεων σχετικά με ορισμένες καταστάσεις κινδύνου που προκαλούνται από πλημμελή χειρισμό ορισμένων κατηγοριών αποβλήτων.

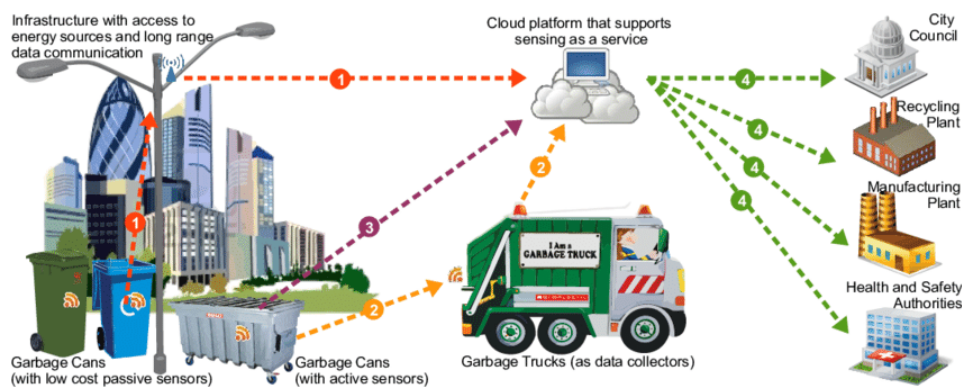
Τα συστήματα τύπου GIS επεξεργάζονται πληροφορίες χρησιμοποιώντας γεωγραφικά δεδομένα που μεταδίδονται από δορυφόρους, μαζί με τα συστήματα βοήθειας λήψης αποφάσεων καθοδήγησης, χρησιμοποιούνται τελευταία στη διαχείριση απορριμμάτων. Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) επιτρέπουν την ανάπτυξη θεματικών χαρτών για την ταχεία επίλυση καταστάσεων λήψης αποφάσεων που σχετίζονται

με τη διαχείριση απορριμμάτων. Οι θεματικοί χάρτες μπορεί να αποκαλύπτουν φορείς συλλογής, διαδρομές συλλογής, κρίσιμες περιοχές, κλπ. Η παρακολούθηση αυτών των πληροφοριών επιτρέπει στους φορείς διαχείρισης αποβλήτων να προσδιορίζουν τομείς προτεραιότητας για δράση, καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και να ενεργούν με συντονισμένο τρόπο και πιο προσαρμοσμένο στις ιδιαιτερότητες της κατάστασης.

Μια άλλη τεχνολογία που βάζει το δακτυλικό αποτύπωμα στα συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων είναι αυτό που ονομάζουμε στο IT The Cloud Computing. Η τεχνολογία Cloud επιτρέπει την πρόσβαση στα δεδομένα που συλλέγονται και στις συγκεκριμένες εφαρμογές, ενσωματώνοντας σε μια ενιαία ομάδα όλους τους φορείς που συμμετέχουν στη διαδικασία. Το Cloud Computing παρέχει υπηρεσίες σε χρήστες χωρίς πρόσβαση σε δαπανηρούς πόρους υλικού ή λογισμικού. Οι ελάχιστες απαιτήσεις συνίστανται σε μέτρια υπολογιστικά συστήματα και σύνδεση στο Διαδίκτυο με λογική ταχύτητα (η εξάρτηση από την πολυπλοκότητα της εφαρμογής cloud και την ποσότητα δεδομένων που μεταφέρεται από το cloud σε χρήστη ή αντίστροφα). Με την υιοθέτηση λύσεων cloud, το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας των συστημάτων διαχείρισης απορριμμάτων ελαχιστοποιείται αφού τα στοιχεία τους είναι ψηφιοποιημένα. Αυτή η καινοτόμος λύση επιτρέπει μεγαλύτερη κινητικότητα των συμμετεχόντων στη διαχείριση απορριμμάτων, ένα πλαίσιο συνεργασίας και συμμετοχής σε ομαδικές αποφάσεις.

Τον Σεπτέμβριο του 2012, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε τη Στρατηγική της ΕΕ για το cloud computing. Έχει τεθεί ως στόχος η μεταφορά υπηρεσιών και επιχειρήσεων με τρόπο cloud, με στόχο την επίτευξη εξοικονόμησης κόστους έως και 600 δισεκατομμυρίων ευρώ μεταξύ 2015 και 2020 και τη δημιουργία έως και 2,5 εκατομμυρίων νέων θέσεων εργασίας. Υπάρχει κάποια διαμάχη όταν τίθεται σε συζήτηση η υπολογιστική τεχνολογία cloud. Αυτά σχετίζονται με την ασφάλεια και τους κανονισμούς. Οι αρχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης απέδειξαν προφυλάξεις κατά την υιοθέτηση του cloud, καθώς αυτή η τεχνολογία θα μπορούσε να μεταφέρει μεγάλο όγκο δημόσιων και εμπορικών δεδομένων προς ξένους διακομιστές που μπορούν να βρίσκονται εκτός εθνικών ή ευρωπαϊκών συνόρων.

Ωστόσο, το Cloud computing φέρνει οφέλη στο περιβάλλον. Ειδικότερα, βελτιώνει την ενεργειακή απόδοση και μειώνει τις εκπομπές άνθρακα. Ταυτόχρονα, το cloud computing ελαχιστοποιεί την παραγωγή νέων αποβλήτων από εξοπλισμό πληροφορικής, επεκτείνοντας τις δυνατότητες πληροφορικής μέσω εικονικοποίησης και όχι με την εφαρμογή νέων συσκευών υλικού.



Εικόνα 10: Στάδια επεξεργασίας Cloud Computing στη διαχείριση ΑΣΑ

2.4 Καταναλώσεις, κόσθη και περιβαλλοντικές επιπτώσεις

2.4.1 Εκπομπές ρύπων κατά τη συλλογή και μεταφορά αποβλήτων

Κατά την συλλογή και μεταφορά όλων των ρευμάτων αποβλήτων τα απορριμματοφόρα, ανάλογα με την κατηγορία του κινητήρα τους εκπέμπουν διάφορους ρύπους στην ατμόσφαιρα. Η εκπομπές των βαρέων δημόσιων οχημάτων και κυρίως των απορριμματοφόρων είναι υπεύθυνα για το 33% των εκπεμπόμενων ρύπων στις Ευρωπαϊκές πόλεις. Οι κύριες πηγές ρύπανσης από τα απορριμματοφόρα περιλαμβάνουν:

- 1) Εκπομπές από τους κινητήρες: Οι κινητήρες των απορριμματοφόρων λειτουργούν συνήθως με πετρέλαιο. Κατά την καύση, εκπέμπονται αέρια ρύπανσης όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), διοξείδιο του θείου (SO_2), οξείδια του αζώτου (NO_x) και σωματίδια.
- 2) Εκπομπές από τη κατανάλωση καυσίμου: Τα απορριμματοφόρα χρησιμοποιούν καύσιμο για τη λειτουργία του συστήματος περισυλλογής και συμπίεσης των αποβλήτων. Η καύση αυτών των καυσίμων προκαλεί εκπομπές αέριων ρύπων, παρόμοιες με τις εκπομπές των κινητήρων.
- 3) Αεροδυναμική αντίσταση: Τα απορριμματοφόρα είναι συνήθως μεγάλα σε όγκο και βαριά οχήματα και η μεταφορά τους συνεπάγεται με αεροδυναμική αντίσταση. Για να ξεπεραστεί αυτή η αντίσταση, οι κινητήρες πρέπει να εργάζονται με μεγαλύτερη ισχύ, με αποτέλεσμα αυξημένη κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές ρύπων.

Για τη μείωση των εκπομπών των απορριμματοφόρων, έχουν ληφθεί μέτρα όπως η χρήση πιο αποδοτικών κινητήρων και καυσίμων, η εφαρμογή τεχνολογιών καθαρισμού εκπομπών, η προώθηση της χρήσης εναλλακτικών καυσίμων όπως το φυσικό αέριο ή η ηλεκτροκίνηση και η βελτίωση της αεροδυναμικής απόδοσης των οχημάτων. Ακόμη επειδή παρουσιάζουν σχετικά χαμηλή καταπόνηση, μπορούν να διατηρηθούν σε λειτουργία έως και 25 χρόνια, καθώς έχουν υψηλό κόστος αντικατάστασης. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι πως η κυκλοφορία απορριμματοφόρων παλαιότερης τεχνολογίας (έως και Euro I) επιβαρύνει δυσανάλογα την ποιότητα της ατμόσφαιρας των πόλεων σε ολόκληρη την Ευρώπη.

Κατά τη μεταφορά έχουμε εκπομπές των ίδιων ρύπων, σε μεγαλύτερη όμως ποσότητα λόγω του αυξημένου φορτίου. Ωστόσο υπάρχουν διάφορες τεχνικές προκειμένου να μειωθεί σημαντικά η κατανάλωση, άρα και οι ρύποι. Σύμφωνα με την Δημοκρατία της Αυστρίας η μείωση της μέσης ταχύτητας ενός αυτοκινητόδρομου κατά 8 km/h επί ισχύοντος ορίου ταχύτητας 130 km/h συνεπάγεται εν δυνάμει μείωση των εκπομπών NO₂ κατά 1,1%. Το ποσοστό αυτό αν και μικρό δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέο, καθώς οι παρεμβάσεις για την επίτευξη του είναι μηδαμινές.

2.4.2 Διασπορά ρύπων και έκθεση

Τα κύρια αέρια του θερμοκηπίου, CO₂, CH₄ και N₂O, παραμένουν στην ατμόσφαιρα αρκετό καιρό ώστε να αναμιγνύονται ομοιόμορφα σε ολόκληρη την υδρόγειο. Δεν απαιτείται συγκεκριμένος υπολογισμός διασποράς, αλλά η εκτίμηση των επιπτώσεων είναι εξαιρετικά περίπλοκη. Εδώ αναφερόμαστε απλώς στην κύρια αρχή, τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή [IPCC <http://www.ipcc.ch>]. Για τους περισσότερους άλλους ατμοσφαιρικούς ρύπους, ιδιαίτερα τα PM₁₀, NO_x και SO₂, η ατμοσφαιρική διασπορά είναι σημαντική σε εκατοντάδες έως χιλιάδες χιλιόμετρα, επομένως τόσο οι τοπικές όσο και οι περιφερειακές επιπτώσεις είναι σημαντικές.

Σε περιφερειακή κλίμακα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι χημικές αντιδράσεις που οδηγούν στη μετατροπή των πρωτογενών ρύπων (δηλαδή των ρύπων όπως εκπέμπονται) σε δευτερογενείς ρύπους, για παράδειγμα τη δημιουργία θεικών αλάτων από SO₂.

Ενώ μόνο η δόση εισπνοής έχει σημασία για τα PM₁₀, NO_x, SO₂ και O₃, τα τοξικά μέταλλα και οι επίμονοι οργανικοί ρύποι μας επηρεάζουν επίσης μέσω των τροφίμων και των ποτών. Αυτοί οι παράγοντες μεταφοράς αντιπροσωπεύουν με απλό τρόπο τη μεταφορά ενός ρύπου μεταξύ διαφορετικών περιβαλλοντικών διαμερισμάτων, για παράδειγμα την πρόσληψη ενός

ρύπου από τις γεωργικές καλλιέργειες από το έδαφος. Οι αβεβαιότητες είναι μεγάλες, αλλά τουλάχιστον μία έχει κατά προσέγγιση τιμές για τους ρύπους που προκαλούν ανησυχία εδώ. Ένα γενικό αποτέλεσμα αυτής της ανάλυσης είναι ότι όταν αυτοί οι ρύποι εκπέμπονται στον αέρα, η συλλογική δόση κατάποσης μπορεί να είναι περίπου δύο τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη από τη συλλογική δόση με εισπνοή. Καθώς τα περισσότερα τρόφιμα μεταφέρονται σε πολύ μεγάλες αποστάσεις στις μέρες μας, η συνολική δόση ποικίλλει ελάχιστα ανάλογα με την τοποθεσία όπου αυτοί οι ρύποι εκπέμπονται στον αέρα (εκτός από τη διακύμανση των γεωργικών καλλιεργειών με τη θέση εκπομπής). Όσον αφορά τις βλάβες, πρέπει να σημειωθεί ότι η ίδια δόση μπορεί να έχει πολύ διαφορετική επίδραση στον οργανισμό ανάλογα με το αν εισπνέεται ή καταπίνεται.

2.4.3 Λειτουργίες δόσης – απόκρισης

Η συνάρτηση δόσης-απόκρισης συσχετίζει την ποσότητα ενός ρύπου που επηρεάζει έναν υποδοχέα (π.χ. πληθυσμό) με τη φυσική επίδραση σε αυτόν τον υποδοχέα (π.χ. αυξητικός αριθμός νοσηλειών). Με τη στενή έννοια του όρου, θα πρέπει να βασίζεται στη δόση που πράγματι απορροφάτε από έναν υποδοχέα. Ωστόσο, ο όρος συνάρτηση δόσης-απόκρισης χρησιμοποιείται συχνά με ευρύτερη έννοια, όπου διατυπώνεται απευθείας ως προς τη συγκέντρωση ενός ρύπου στον ατμοσφαιρικό αέρα, λαμβάνοντας σιωπηρά την απορρόφηση του ρύπου από τον αέρα στο σώμα. Οι λειτουργίες για τους κλασικούς ατμοσφαιρικούς ρύπους (NO_x , SO_2 , O_3 και σωματίδια) είναι τυπικά αυτού του είδους και οι όροι συνάρτηση έκθεσης-απόκρισης ή συνάρτηση συγκέντρωσης-απόκρισης (CRF) χρησιμοποιούνται συχνά. Η λειτουργία δόσης-απόκρισης είναι ένα κεντρικό συστατικό στην ανάλυση της οδού κρούσης και αξίζει ιδιαίτερης προσοχής. Μια συγκεκριμένη βλάβη μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά μόνο εάν είναι γνωστή η αντίστοιχη συνάρτηση δόσης-απόκρισης. Τέτοιες λειτουργίες είναι διαθέσιμες για πολλές από τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, τα οικοδομικά υλικά και τις καλλιέργειες, που μπορεί να προκληθούν από μια σειρά ρύπων, ιδιαίτερα από πρωτογενή και δευτερογενή (π.χ. νιτρικά, θειικά) σωματίδια, όζον, CO , SO_2 , NO_x , βενζόλιο, βενζο(α)πυρένιο, φορμαλδεΐδη, διοξίνες, As, Cd, Cr, Hg, Ni και Pb. Δυστυχώς, για πολλούς ρύπους και πολλές επιπτώσεις, οι λειτουργίες δόσης-απόκρισης είναι πολύ αβέβαιες ή δεν είναι καν γνωστές. Για τις περισσότερες ουσίες και τις μη καρκινικές επιπτώσεις, οι μόνες διαθέσιμες πληροφορίες καλύπτουν τα κατώτατα όρια, συνήθως το NOAEL (χωρίς παρατηρούμενο επίπεδο δυσμενών επιπτώσεων) ή το LOAEL (χαμηλότερο επίπεδο παρατηρούμενης ανεπιθύμητης ενέργειας). Η γνώση των ορίων δεν είναι επαρκής

για τον ποσοτικό προσδιορισμό των επιπτώσεων. Δίνει μόνο απάντηση στο ερώτημα εάν υπάρχει ή όχι κίνδυνος. Οι κύριες εξαιρέσεις είναι οι καρκινογόνες ουσίες και οι κλασικοί ατμοσφαιρικοί ρύποι, για τους οποίους είναι γνωστές σαφείς συναρτήσεις δόσης-απόκρισης (συχνά με την υπόθεση της γραμμικότητας και χωρίς όριο).

Για τα σωματίδια, NO_x, SO₂, O₃ και CO, το υποβάθρο στις περισσότερες βιομηχανικές χώρες είναι πάνω από το επίπεδο όπου είναι γνωστό ότι υπάρχουν επιπτώσεις. Επομένως, η ακριβής μορφή της λειτουργίας δόσης-απόκρισης σε εξαιρετικά χαμηλές δόσεις είναι άσχετη με αυτούς τους ρύπους. εάν υπάρχει όριο μη επιδράσεων, είναι κάτω από τις συγκεντρώσεις ενδιαφέροντος υποβάθρου.

2.4.4 Επιπτώσεις στην υγεία

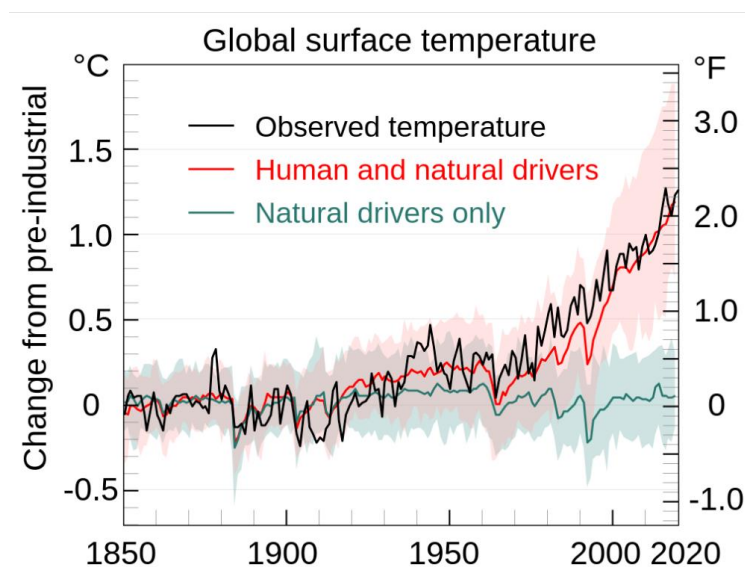
Έχει προκύψει συναίνεση μεταξύ των ειδικών της δημόσιας υγείας ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση, ακόμη και σε τρέχοντα επίπεδα περιβάλλοντος, επιδεινώνει τη νοσηρότητα (ειδικά αναπνευστικά και καρδιαγγειακά νοσήματα) και οδηγεί σε πρόωρη θνησιμότητα (π.χ. Wilson & Spengler 1996, WHO 2003). Υπάρχει λιγότερη βεβαιότητα για συγκεκριμένες αιτίες, αλλά οι περισσότερες πρόσφατες μελέτες έχουν εντοπίσει τα λεπτά σωματίδια (PM₁₀ ή PM_{2,5}) ως κύριο ένοχο. Το όζον έχει επίσης εμπλακεί άμεσα. Το πιο σημαντικό κόστος προέρχεται από τη χρόνια θνησιμότητα λόγω σωματιδίων, που υπολογίζεται με βάση τους Pope et al. (2002). ρύπανση). Μια άλλη σημαντική συμβολή προέρχεται από τη χρόνια βρογχίτιδα λόγω σωματιδίων (Abbey et al. 1995). Επιπλέον, μπορεί να υπάρχουν σημαντικές άμεσες επιπτώσεις του SO₂ στην υγεία, αλλά για τις άμεσες επιπτώσεις του NO_x τα στοιχεία είναι λιγότερο πειστικά.

Από τα τοξικά μέταλλα θεωρούνται καρκινογόνα: αρσενικό (As), κάδμιο (Cd), χρώμιο (Cr, σε κατάσταση οξειδωσης VI) και νικέλιο (Ni). Χρησιμοποιούμε τις συναρτήσεις δόσης-απόκρισης που δημοσιεύονται από τη βάση δεδομένων IRIS του EPA (<http://www.epa.gov/iriswebp/iris/index.html>). Για το Pb αναφέρουμε το κόστος ζημίας λόγω της μείωσης του IQ (πηλίκου νοημοσύνης) όπως υπολογίστηκε από τους Spadaro & Rabl (2004). Πιο πρόσφατα οι Spadaro & Rabl (2007b) υπολόγισαν τη συνολική συμβολή της απώλειας IQ στο κόστος ζημίας του Hg (η πραγματική ζημιά για μια συγκεκριμένη τοποθεσία μπορεί να είναι διαφορετική λόγω τοπικών και περιφερειακών παραλλαγών που είναι πολύ πιο δύσκολο να εκτιμηθούν). Το Hg έχει μεγάλο χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα, της τάξης των 2 ετών, και ως εκ τούτου είναι ένας ρύπος που διαχέεται παγκοσμίως. Οι περισσότερες από τις επιπτώσεις του στην υγεία προκύπτουν μετά τη μετατροπή του από

υδρόβιους οργανισμούς σε μεθυλ-υδράργυρο και την κατάποσή του μέσω θαλασσινών. Θεωρούμε επίσης τη διοξίνη, έναν ρύπο που εκπέμπεται από την αποτέφρωση αστικών στερεών αποβλήτων. Ο υπολογισμός τεκμηριώνεται στους Rabi et al. (1998). Σημειώστε ότι το κόστος ζημιών στην παρούσα εργασία είναι κάπως διαφορετικό από αυτήν την αναφορά, από τους Rabi & Spadaro (2002) και από τους Spadaro & Rabi (2004), επειδή ορισμένες από τις συναρτήσεις δόσης-απόκρισης (π.χ. για διοξίνες) και νομισματικές αξίες έχουν ενημερωθεί.

2.4.5 Παγκόσμια υπερθέρμανση

Η αποτίμηση των ζημιών από την υπερθέρμανση του πλανήτη είναι εξαιρετικά περίπλοκη, βλέπε, για παράδειγμα, Tol et al. (2001). Όχι μόνο είναι δύσκολο το έργο λόγω του μεγάλου αριθμού διαφορετικών επιπτώσεων σε όλες τις χώρες του κόσμου που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη, αλλά καθώς αυτές οι επιπτώσεις θα συμβούν στις επόμενες δεκαετίες και αιώνες, χρειάζεται να εκτιμηθεί πώς αυτά τα κόστη θα εξελιχθούν στο μακρινό μελλοντικό. Εκτός από τις προκύπτουσες αβεβαιότητες, υπάρχουν αμφιλεγόμενα ηθικά ζητήματα που σχετίζονται με την αποτίμηση της θνησιμότητας στις αναπτυσσόμενες χώρες (όπου θα συμβούν οι περισσότερες επιπτώσεις) και την επιλογή του προεξοφλητικού επιτοκίου για το κόστος μεταξύ των γενεών.



Εικόνα 11: Αλλαγή στη μέση θερμοκρασία του επιφανειακού αέρα από τη Βιομηχανική Επανάσταση, συν τους παράγοντες για αυτήν την αλλαγή.

Έχουν δημοσιευθεί αρκετές σημαντικές μελέτες με εκτιμήσεις του κόστους ζημίας ανά τόνο ισοδυνάμου CO₂. Ο δείκτης eq υποδεικνύει ότι το αποτέλεσμα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για άλλα αέρια θερμοκηπίου εάν οι μάζες τους πολλαπλασιαστούν με το δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP). Τα περισσότερα από τα αποτελέσματα είναι στην περιοχή από 1 έως 50 € t CO₂ eq⁻¹. το εύρος είναι τόσο μεγάλο λόγω των μεγάλων αβεβαιοτήτων. Η ομάδα ExternE πραγματοποίησε δύο προσπάθειες αποτίμησης, η πρώτη, το 1998, απέδωσε μια σειρά τιμών με γεωμετρικό μέσο όρο 29 € tCO₂ eq⁻¹, η δεύτερη, το 2000, έλαβε πολύ χαμηλότερη τιμή 2,4 € tCO₂ eq⁻¹ λόγω πιο αισιόδοξες υποθέσεις και καλύτερη λογιστική για τα οφέλη όπως η αύξηση της γεωργικής παραγωγής στις ψυχρές χώρες. Λόγω της δυσκολίας προσδιορισμού του κόστους ζημίας του CO₂, η τρέχουσα φάση του ExternE χρησιμοποιεί ως υποκατάστατο το κόστος μείωσης στην ΕΕ που συνεπάγεται η δέσμευση για το πρωτόκολλο του Κιότο, 19 € tCO₂eq⁻¹. Ως εκ τούτου, αντιπροσωπεύει μια σιωπηρή αποτίμηση από τους φορείς λήψης αποφάσεων της ΕΕ. Στην πραγματικότητα, είναι επίσης το κόστος που επιβάλλεται στην ΕΕ από τις σταδιακές εκπομπές CO₂ στην ΕΕ. Παρόλο που αυτό δεν είναι το κόστος ζημίας, η επιλογή φαίνεται λογική εν όψει των εκτιμήσεων κόστους ζημιών που δημοσιεύονται στη βιβλιογραφία (ToI 2005) .

2.5 Βιοαπόβλητα

Τα απόβλητα μπορούν να χωριστούν σε βιοαποδομήσιμα και μη βιοαποδομήσιμα απόβλητα. Τα μη βιοαποδομήσιμα απόβλητα είναι ανόργανες και οργανικές πηγές αποβλήτων που δεν αποσυντίθενται εύκολα από φυσικούς παράγοντες, και μπορούν να παραμείνουν στον πλανήτη για εκατοντάδες χρόνια. Παραδείγματα περιλαμβάνουν πλαστικά, μπαταρίες, γυαλί, μέταλλο, ιατρικά απόβλητα, κλπ. Ωστόσο, πολλά από αυτά μπορούν να ανακυκλωθούν για την παραγωγή νέων προϊόντων.

Τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα είναι εύκολα ή διασπώνται φυσικά από παράγοντες όπως βιοτικοί (βακτήρια, μύκητες, φυτά, ζώα κ.λπ.) και αβιοτικοί (pH, θερμοκρασία, οξυγόνο, υγρασία κ.λπ.). Η διαδικασία είναι τέτοια που η σύνθετη οργανική ύλη διασπάται σε απλούστερες οργανικές ενώσεις όπως διοξείδιο του άνθρακα, νερό, μεθάνιο ή απλά οργανικά μόρια από μικροοργανισμούς και άλλα έμβια όντα, που δρουν στην κομποστοποίηση, την αερόβια χώνευση, την αναερόβια χώνευση ή παρόμοιες διαδικασίες.

Αυτή είναι μια φυσική διαδικασία που θα μπορούσε να είναι παρατεταμένη ή ταχεία και ενέχει ελάχιστους κινδύνους για το περιβάλλον. Αυτά τα απόβλητα θα μπορούσαν να ονομαστούν πράσινα απόβλητα (οποιαδήποτε βιολογικά απόβλητα που μπορούν να διασπαστούν σε λίπασμα). Συμπεριλαμβανομένων των απορριμμάτων τροφίμων, των

απορριμμάτων χαρτιού και των βιοαποδομήσιμων πλαστικών, όπως αυτά βρίσκονται στα αστικά στερεά απόβλητα. Άλλα βιοαποδομήσιμα απόβλητα περιλαμβάνουν ανθρώπινα απόβλητα, κοπριά, λύματα, λυματολάσπη και απόβλητα σφαγείων. Ωστόσο, εάν αυτά τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα δεν αντιμετωπιστούν σωστά, θα μπορούσαν να γίνουν πηγές ρύπανσης, επηρεάζοντας έτσι αρνητικά την υγεία του περιβάλλοντος. Οι τρέχουσες στρατηγικές καθαρισμού, συμπεριλαμβανομένης της ανακύκλωσης βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, έχουν προσπαθήσει να μετριάσουν τις επιζήμιες επιπτώσεις τέτοιων αποβλήτων στο περιβάλλον.

Τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα μπορούν να βρεθούν συνήθως στα αστικά στερεά απόβλητα όπως πράσινα απόβλητα, απόβλητα τροφίμων, απορρίμματα χαρτιού και βιοαποδομήσιμα πλαστικά. Άλλα βιοαποδομήσιμα απόβλητα περιλαμβάνουν ανθρώπινα απόβλητα, κοπριά, λύματα και απόβλητα σφαγείων. Όλα τα βιοαπόβλητα συλλέγονται στους λεγόμενους καφέ κάδους.

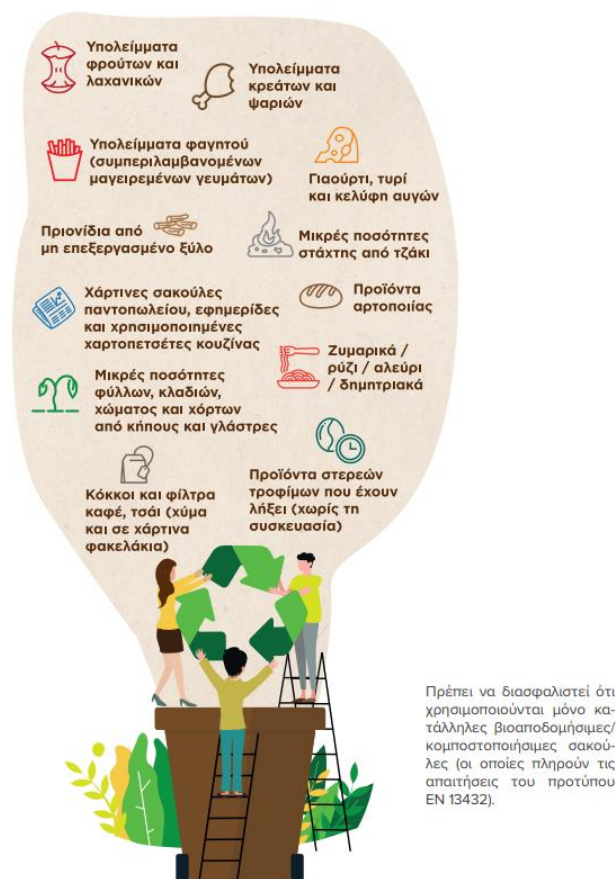
Πράσινα απόβλητα: Αυτό μπορεί επίσης να αναφέρεται ως «βιολογικά απόβλητα», είναι γνωστό ως οποιοδήποτε οργανικό απόβλητο που μπορεί να κομποστοποιηθεί. Το συστατικό του συνήθως απορρίπτεται από κήπους όπως φύλλα ή αποκόμματα γρασιδιού και βιομηχανικά ή οικιακά απορρίμματα κουζίνας. Υλικά όπως το πεύκο, ο σανός, τα αποξηραμένα φύλλα ή το άχυρο δεν θεωρούνται πράσινα απόβλητα, ονομάζονται «**καφέ απόβλητα**» επειδή είναι πλούσια σε άνθρακα, από την άλλη πλευρά, τα πράσινα απόβλητα περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου. Τα πράσινα απόβλητα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την αύξηση της απόδοσης πολλών εργασιών κομποστοποίησης και μπορούν να εισαχθούν στο έδαφος για να διατηρηθεί ο τοπικός κύκλος των θρεπτικών συστατικών. Πολλές κοινότητες, ειδικά στο Ηνωμένο Βασίλειο, έχουν ξεκινήσει προγράμματα ανακύκλωσης και συλλογής πράσινων απορριμμάτων προκειμένου να μειώσουν την ποσότητα βιοαποδομήσιμων υλικών στους χώρους υγειονομικής ταφής.

Απόβλητα Τροφίμων: Δίνεται ραγδαία αυξανόμενη προσοχή στη βιώσιμη διαχείριση τροφίμων και βιοαποδομήσιμων αποβλήτων (FBWM) στο σύστημα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων, λόγω των περιβαλλοντικών προκλήσεων. Η τεράστια ποσότητα FBW που παράγεται στην Ιαπωνία, για παράδειγμα, είναι αποτέλεσμα της προτίμησής τους για ωμά τρόφιμα, όπως ωμό αυγό, ωμά λαχανικά ή ωμό ψάρι ή κρέας (σασίμι, σουσί κ.λπ.). Ιδιαίτερα τα φρέσκα φρούτα, καθώς και άλλα τρόφιμα, η αύξηση του πληθυσμού και η βελτίωση του τρόπου ζωής και του βιοτικού επιπέδου, έχουν πάντα εισαγάγει πολλά υλικοτεχνικά προβλήματα που καταλήγουν σε τεράστιες ποσότητες από τρόφιμα και βιοαποδομήσιμα απόβλητα.

Με τα χρόνια, τα τρόφιμα και τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα έχουν γίνει μια σοβαρή πρόκληση και ανησυχία τόσο για το ευρύ κοινό όσο και για την κυβέρνηση. Ωστόσο, αυτά τα απόβλητα αποτελούν μια μεγάλη ευκαιρία εάν αξιοποιηθούν καλύτερα. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα απορρίμματα τροφίμων αποτελούν ένα κλάσμα των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων που ιστορικά έχουν κερδίσει λιγότερη προσοχή, παρά το γεγονός ότι είναι η πιο πιθανή ροή αποβλήτων που θα μπορούσε να μολύνει άλλα κλάσματα αποβλήτων. Επιπλέον, συνέβαλε σημαντικά στην παραγωγή μεθανίου στους ΧΥΤΑ.

Απόβλητα χαρτιού: Τα απορρίμματα χαρτιού προκαλούν σοβαρά προβλήματα σε τόσα πολλά γραφεία και βιομηχανίες σε όλο τον κόσμο. Λόγω σφαλμάτων εκτύπωσης, χρεώσεων, ανεπιθύμητων μηνυμάτων και συσκευασίας, τέτοιο χαρτί θα μπορούσε να αποτελεί περίπου το 70% των συνολικών απορριμμάτων μιας εταιρείας. Η ανακύκλωση του χαρτιού γίνεται μεταφέροντας το στο εργοστάσιο ανακύκλωσης όπου πρώτα διαχωρίζεται και στη συνέχεια καθαρίζεται και πλένεται με σαπούνι το διαχωρισμένο χαρτί για να διασπαστεί. Αφού διασπαστεί, στη συνέχεια εκτίθεται σε θερμότητα και στη συνέχεια διασπάται σε κυτταρίνη. Η ανακύκλωση είναι μια βασική μέθοδος για τη μείωση της ρύπανσης και τη μείωση της συσσώρευσης απορριμμάτων. Τα σημειωματάρια, οι παλιές εφημερίδες και οι χρησιμοποιημένοι φάκελοι μπορούν να ανακυκλωθούν. Ωστόσο, το χαρτί που έχει μολυνθεί με τρόφιμα, αυτοκόλλητα και χαρτί άνθρακα δεν μπορεί να ανακυκλωθεί.

Βιοδιασπώμενα πλαστικά: Είναι πλαστικά που παράγονται συνήθως με πετροχημικά, μικροοργανισμούς, ανανεώσιμες πρώτες ύλες ή συνδυασμούς και των τριών. Τα βιοαποδομήσιμα πλαστικά μπορούν να αποσυντεθούν από τη δραστηριότητα ζωντανών οργανισμών, συνήθως μικροοργανισμών, σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό και βιομάζα. Είναι γνωστοί δύο τύποι βιοαποδομήσιμου πλαστικού: οξο-βιοαποικοδομήσιμο (OBP) και υδρο-βιοαποικοδομήσιμο (HBP). Και οι δύο αρχίζουν την αποικοδόμηση μέσω μιας χημικής διαδικασίας οξείδωσης και υδρόλυσης αντίστοιχα, η οποία στη συνέχεια ακολουθείται από μια βιολογική διαδικασία. Και οι δύο εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα καθώς αποδομούνται, αλλά το δεύτερο μπορεί επίσης να εκπέμπει μεθάνιο, επίσης δεν είναι ανακυκλώσιμο σε αντίθεση με το πρώτο που είναι ανακυκλώσιμο. Αυτά τα βιοαποδομήσιμα πλαστικά χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς της καθημερινής μας ζωής, όπως: Κατασκευάζουν κομποστοποιήσιμες σακούλες συλλογής απορριμμάτων και δίσκους, κουπόνια για κρέας, λαχανικά και φρούτα. Η χρήση βιοπλαστικών για την κατασκευή ακίδων, πλακών, βιδών και υλικών για κάψουλες και χάπια. Χρησιμοποιούνται επίσης για φακελάκια τσαγιού, μαξιλάρια αέρα, μολύβια, στυλό, μπουκάλια, φιλμ για σάπια φύλλα και ξύστρες .



Εικόνα 12: Απόβλητα συλλογής σε καφέ κάδους (βιοαπόβλητα).

2.5.1 Επιβλαβείς επιπτώσεις των βιοαποβλήτων

Τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα μπορούν να επιβαρύνουν και να επηρεάσουν το περιβάλλον με τους ακόλουθους τρόπους:

- Γύρω από τα απόβλητα παράγεται μεγάλη ποσότητα μικροβιακής χλωρίδας που μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο μεταδοτικών ασθενειών σε ανθρώπους, φυτά και ζώα που προκαλούνται από μικρόβια.
- Μπορεί να παράγεται άσχημη οσμή κατά την καύση λόγω της εκπομπής ορισμένων αερίων.
- Η συλλογή απορριμμάτων μπορεί να οδηγήσει σε μουντρούμια σκουπιδιών, προωθώντας έτσι τους φορείς και φορείς όπως τα κουνούπια και οι αρουραίοι να διαδώσουν μεταδοτικές ασθένειες.

- Η έλλειψη διαχείρισης βιοαποδομήσιμων αποβλήτων μπορεί να οδηγήσει σε δυσμενείς επιπτώσεις στο κλίμα. Για παράδειγμα, η εκπομπή μεθανίου από την αναερόβια ζύμωση μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή αερίου υγειονομικής ταφής.

2.5.2 Συλλογή βιοαποβλήτων

Ο χειρισμός στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει την αποθήκευση, συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία, χρήση, επεξεργασία ή διάθεση στερεών αποβλήτων ή συνδυασμό τέτοιων δραστηριοτήτων. Οι μέθοδοι συλλογής απορριμμάτων ποικίλλουν ευρέως μεταξύ διαφόρων περιοχών και χωρών. Για παράδειγμα, ο κόσμος εκτιμήθηκε ότι θα παράγει περίπου 2,2 δισεκατομμύρια τόνους στερεών αποβλήτων μόλις το 2020. Από αυτά τα παραγόμενα απόβλητα, ένα μεγάλο ποσοστό θα είναι βασικά αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ). Σίγουρα, το σύστημα της βιόσφαιρας δεν θα είναι σε θέση να απορροφήσει και να ανακυκλώσει τόσο μεγάλη ποσότητα απορριμμάτων. Ως εκ τούτου, πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στη διαχείριση των ΑΣΑ για σωστή επεξεργασία και διάθεση, προκειμένου να αποφευχθούν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς και στην ανθρώπινη υγεία. Η συλλογή οικιακών απορριμμάτων περιλαμβάνει τη διαχείριση στις τοπικές εγκαταστάσεις διαχείρισης απορριμμάτων. Οι υπηρεσίες συλλογής οικιακών απορριμμάτων παρέχονται συχνά από τοπικές κυβερνητικές αρχές ή από ιδιωτικές εταιρείες για βιομηχανικά και εμπορικά απόβλητα. Σε ορισμένες περιοχές στις υπανάπτυκτες χώρες, οι περιοχές, ειδικά εκείνες στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, δεν διαθέτουν επίσημα συστήματα συλλογής απορριμμάτων. Στην Ελλάδα η συλλογή των βιοαποβλήτων γίνεται από τους κάδους οι οποίοι διαφέρουν από τα υπόλοιπα απόβλητα ως προς το χρώμα καθώς αυτοί είναι καφέ. Ακόμη η συλλογή γίνεται από ειδικά κατασκευασμένα απορριμματοφόρα τα οποία διαφέρουν από τα υπόλοιπα ως προς την επεξεργασία των βιοαποβλήτων εντός των οχημάτων.

Η συλλογή βιοαποβλήτων είναι ένας σημαντικός τομέας για τη διαχείριση των αποβλήτων και τη διατήρηση του περιβάλλοντος. Τα βιοαπόβλητα ή οργανικά απόβλητα περιλαμβάνουν οτιδήποτε προέρχεται από ζωική ή φυτική προέλευση και μπορεί να αποβληθεί με φυσική αποσύνθεση.

Η συλλογή βιοαποβλήτων γίνεται συνήθως από ειδικούς φορείς αποκομιδής απορριμμάτων, όπως δημοτικές υπηρεσίες ή εταιρίες αποκομιδής απορριμμάτων. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι συλλογής βιοαποβλήτων, οι οποίοι μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή και τον τύπο της συλλογής που εφαρμόζεται. Οι πιο συνηθισμένοι μέθοδοι συλλογής είναι:

- 1) Οικιακή κομποστοποίηση: Οι κάτοικοι μπορούν να συλλέγουν τα οργανικά απόβλητα σε ένα ξεχωριστό κάδο στο σπίτι τους όπου με την χρήση ενός οικιακού κομποστοποιητή μπορούν να τα ανακυκλώνουν και να παράγουν κομπόστ.
- 2) Συλλογή από απορριμματοφόρα προς κομποστοποίηση: Τα απόβλητα συλλέγονται από τους καφέ κάδους και απομονώνονται σε ειδικές αποθήκες, όπου υπόκεινται σε διαδικασίες όπως η αναερόβια αποσύνθεση για την παραγωγή βιοαερίου
- 3) Ανακύκλωση: Ορισμένα απόβλητα, όπως τα λίπη και τα λάδια, μπορούν να ανακυκλωθούν και να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοακαυσίμων ή άλλων προϊόντων.



Εικόνα 13: Οικιακή κομποστοποίηση

Ως μεταφορά απορριμμάτων νοείται η μετακίνηση απορριμμάτων σε συγκεκριμένες περιοχές με τρένα, βυτιοφόρα, φορτηγίδες, φορτηγά ή άλλες μορφές οχημάτων. Τα ναυάγια τρένων ή τα τροχαία ατυχήματα μπορεί να οδηγήσουν σε διαρροές απορριμμάτων και εκλύσεις ρύπων που μπορεί να μολύνουν τον αέρα, το έδαφος και το νερό. Υπάρχει επίσης η πιθανότητα απελευθέρωσης απορριμμάτων κατά τη φόρτωση ή εκφόρτωση κατά τη μεταφορά. Πολλοί πολίτες ανησυχούν για τη μεταφορά των απορριμμάτων μέσω των κοινοτήτων τους και για τους κινδύνους που συνεπάγονται. Ορισμένοι ενοχλούνται επίσης που τα αστικά απόβλητα από αστικές περιοχές μπορεί να έχουν μολυνθεί με ουσίες που θα μπορούσαν να μολύνουν τα τοπικά αποθέματα πόσιμου νερού ή τοξικές χημικές ουσίες. Τέλος, η εκπόνηση μιας εκτίμησης επιπτώσεων μιας πιθανής νομοθετικής πρότασης είναι υψίστης σημασίας. Ο στόχος είναι να εξεταστούν διάφοροι τρόποι διαχείρισης των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, για παράδειγμα στην ΕΕ, και να παρασχεθούν κατάλληλες

επιλογές αξιολόγησης πολιτικής, όπως οι οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καθώς και οι μελλοντικές ευκαιρίες/κίνδυνοι .



Εικόνα 14: Απορριματοφόρο συλλογής βιοαποβλήτων.

2.5.3 Διαχείριση βιοαποβλήτων

Ανάλογα με το είδος των απορριμμάτων, συνήθως προτείνονται δύο κάδοι απορριμμάτων, ένας για βιοαποδομήσιμα απόβλητα και ο άλλος για μη βιοαποδομήσιμα απόβλητα ενώ υπάρχει και ένα τρίτος για τα ανακυκλώσιμα. Αυτό θα βοηθήσει στην εύκολη διαλογή και ανακύκλωση των απορριμμάτων για την παραγωγή ωφέλιμων προϊόντων. Οι καφε κάδοι προορίζονται για βιοαποδομήσιμα απόβλητα όπως φλούδες φρούτων και λαχανικά, φύλλα τσαγιού, χαλασμένα τρόφιμα, χαρτομάντιλα, τσόφλια αυγών, μαλλιά, φύλλα κ.λπ. σακούλες πολυαιθυλενίου, κ.λπ. Ωστόσο, τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες τεχνικές :

Κομποστοποίηση

Δεδομένου ότι τα βιοαποδομήσιμα ή οργανικά απόβλητα όπως οι φλούδες λαχανικών, τα υπολείμματα τροφίμων, τα φύλλα, τα νεκρά λουλούδια και τα κελύφη των αυγών μπορούν να ανακυκλωθούν, μετατρέπονται σε κοπριά θάβοντάς τα σε λάκκους κομποστοποίησης. Η κομποστοποίηση μπορεί να ειπωθεί ότι είναι η πράξη της ταφής ανακυκλώσιμων οργανικών αποβλήτων όπως φύλλα, υπολείμματα τροφίμων, φλούδες λαχανικών κ.λπ., σε ένα λάκκο κομποστοποίησης. Είναι γνωστό ότι είναι μια απλή και σχεδόν αβίαστη διαδικασία

ανακύκλωσης. Αυτά τα απόβλητα είναι βιοαποδομήσιμα, αυτό είναι αποτέλεσμα της δράσης μικρών οργανισμών όπως τα βακτήρια και οι μύκητες. Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι εκτός από τα βακτήρια και τους μύκητες που δρουν στο κομπόστ, ένας γαιοσκώληκας που ονομάζεται κόκκινα σκουλήκια (ή κόκκινα σκουλήκια) μπορεί επίσης να δράσει στα απόβλητα στο κομπόστ και να τα υποβαθμίσει. Στην ουσία η κομποστοποίηση βιοαποβλήτων είναι μια διαδικασία με την οποία τα οργανικά απόβλητα μετατρέπονται σε κομπόστ, ένα οργανικό υλικό πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και κατάλληλο για τη βελτίωση της εδαφικής υποστήριξης και φυτικής ανάπτυξης. Η διαδικασία κομποστοποίησης συνήθως περιλαμβάνει τη συλλογή των οργανικών αποβλήτων, όπως τροφικά υπολείμματα, γκαζόν, φύλλα, κλαδιά και την τοποθέτηση τους σε έναν κομποστοδοχείο ή σε μια μονάδα κομποστοποίησης. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, οι μικροοργανισμοί όπως τα βακτήρια και μύκητες αποσυνθέτουν την οργανική ύλη, μετατρέποντας τα σε σταθερό και υγιές κομπόστ. Στην ιδανική περίπτωση, το υπόλειμμα κομπόστ έχει αναφερθεί ότι είναι ένα χουμώδες υλικό, πλούσιο σε οργανική ύλη, σταθερό και απολυμασμένο, που είναι απαλλαγμένο από δυσάρεστες οσμές που προκύπτουν από τη διαδικασία κομποστοποίησης του διαχωρισμού των βιοαποβλήτων που συλλέγονται ενώ χρησιμοποιείται ως εδαφοβελτιωτικό σε γεωργικές εκτάσεις, κήπους ή φυτώρια. Βελτιώνει τη δομή και την υδατοικανότητα του εδάφους ενώ ταυτόχρονα τους παρέχει πολλά θρεπτικά συστατικά. Το κομπόστ αποτελεί περίπου το 20-40 % κ.β. της αρχικής οργανικής ύλης.



Εικόνα 15: Προϊόν κομποστοποίησης (Κομπόστ)

Βερμικομποστοποίηση

Ο τύπος κομποστοποίησης που είναι αποτέλεσμα αποσύνθεσης μέσω διαφορετικών ειδών σκουληκιών, ειδικά σκουληκιών όπως τα κόκκινα σκουλήκια, τα λευκά σκουλήκια και άλλοι γαιοσκώληκες ονομάζεται vermicomposting. Δημιουργούν ένα μείγμα απορριμμάτων τροφίμων ή λαχανικών σε αποσύνθεση, vermicast (χύτευση σκουληκιών) και υλικά κλινοστρωμνής. Τα σκουλήκια συνήθως διασπούν την οργανική ύλη σε κοπριά πλούσια σε θρεπτικά συστατικά που αυξάνει τη γονιμότητα του εδάφους. Το Vermicompost μπορεί να ειπωθεί ότι παρασκευάζεται σε 3-4 εβδομάδες και μοιάζει με χαλαρό υλικό που μοιάζει με χώμα. Το Vermicast, ένα τελικό προϊόν της διάσπασης της οργανικής ύλης από γαιοσκώληκες θα μπορούσε επίσης να αναφέρεται ως χυτά σκουλήκια, κοπριά σκουληκιών, χούμο σκουληκιών ή περιττώματα σκουληκιών. Έχει αποδειχθεί ότι αυτά τα εκκρίματα περιέχουν χαμηλότερα επίπεδα ρύπων και υψηλότερη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά από τα οργανικά υλικά πριν από τη βερμικομποστοποίηση. Επιπλέον, το vermicompost είναι ένα εξαιρετικό οργανικό λίπασμα που είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και εδαφοβελτιωτικό, περιέχει υδατοδιαλυτά θρεπτικά συστατικά και είναι ένα εξαιρετικό, πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά οργανικό λίπασμα και εδαφοβελτιωτικό. Χρησιμοποιείται επίσης στη βιώσιμη βιολογική γεωργία και την κηπουρική. Αξίζει να σημειωθεί ότι η βερμικομποστοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί και για την επεξεργασία λυμάτων. Μια παραλλαγή της διαδικασίας είναι η πέψη ή η διήθηση σιδήρου που χρησιμοποιείται για την εξάλειψη παθογόνων παραγόντων, οργανικής ύλης και ζήτησης οξυγόνου από τα λύματα ή απευθείας από το μαύρο νερό ή τις τουαλέτες με έκπλυση.

Χρήσεις και εφαρμογή βιοαποβλήτων

Η αναερόβια χώνευση που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία βιοαποδομήσιμων αποβλήτων παράγει χωνεμένο στερεό υλικό πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και βιοαέριο που περιέχει διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο. Ωστόσο, για να καεί το βιοαέριο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία. Αυτή η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία της μονάδας. Εναλλακτικά, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο μεταφοράς. Τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για κομποστοποίηση ή ως πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, καυσίμου και θερμότητας μέσω της διαδικασίας αναερόβιας χώνευσης ή αποτέφρωσης. Κλασικό παράδειγμα είναι αυτό του δανικού AIKAN και της ελβετικής Komprogas διαδικασίας αναερόβιας χώνευσης βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων. Ενώ η αποτέφρωση μπορεί ενδεχομένως να ανακτήσει την περισσότερη ενέργεια, τα φυτά

αναερόβιας χώνευσης διατηρούν θρεπτικά συστατικά και παράγουν λίπασμα για τη διόρθωση του εδάφους, ενώ παράλληλα ανακτούν μέρος της ενέργειας που περιέχεται με τη μορφή βιοαερίου. Η Komprogas, για παράδειγμα, παρήγαγε 27 εκατομμύρια Kwh ηλεκτρικής ενέργειας και βιοαερίου το 2009. Το παλαιότερο από τα φορτηγά της εταιρείας έχει πετύχει 1.000.000 χιλιόμετρα με βιοαέριο από οικιακά απορρίμματα για περισσότερα από 15 χρόνια.

3.1.2 Ιστορικά στοιχεία

Η σύγχρονη ιστορία του Περιστερίου χρονολογείται από το 1923, λίγο μετά την καταστροφή της Μικράς Ασίας. Ήταν ένας από τους μεγαλύτερους δήμους της Αθήνας εκείνη την εποχή. Τα ονόματα των περισσότερων οικισμών στο Περιστέρι προέρχονται από τον τύπο των σπιτιών, την καταγωγή ή την καταγωγή των κατοίκων. Για παράδειγμα, οι οικισμοί «Άνω» και «Κάτω Γερμανοί» έχουν πάρει το όνομά τους από τα φτηνά προκατασκευασμένα σπίτια που ήταν δημοφιλή τη δεκαετία του 1920, και «γερμανικά» συναντάμε και σε άλλες περιοχές της Αττικής. Τα «Κτίρια» στο Περιστέρι αποτελούνται από πετρόκτιστες κατοικίες στις συνοικίες «Άνω» και «Κάτω Δημοτικό», καθώς και στη «Χρυσαλλίδα». Οι οικισμοί «Αρμένιος» και «Ποντιακός» παίρνουν το όνομά τους από τις χώρες καταγωγής των κατοίκων τους. «Ποντιακές» ονομάζονταν οι ξύλινες παράγκες που χρησιμοποιούνταν για τη στέγαση των ανθρώπων από αυτούς τους οικισμούς.

Το Περιστέρι είναι ένας οικισμός που πιθανότατα προϋπήρχε ανάμεσα στην Άνω και την Κάτω Γερμανική. Βρίσκεται στους «Παλιούς Στρατώνες», που ήταν αρχικά παράγκες Γερμανών προσφύγων. Το Άνω και το Κάτω Δημοτικό Σχολείο κατοικούσαν πρόσφυγες που διέμεναν στο Δημοτικό Θέατρο Αθηνών. Το Περιστέρι Α και οι οικισμοί όπου κατοικούσαν αυτόχθονες, όπως το Ανάπηρόν, η Κουνέα, ο Άγιος Ταξιάρχης, η Ηπειρωτική, η Ευαγγελίστρια, ο Άγιος Ιωάννης Θεολόγος κ.α.

Το 1921 πολλοί Μικρασιάτες αναγκάστηκαν να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους μετά την καταδίωξη των Τούρκων. Ήρθαν στην Αθήνα και στη γύρω περιοχή για να ζήσουν σε προσωρινούς καταυλισμούς ενώ η Ελλάδα βρισκόταν σε ρευστό κλίμα. Κάποιοι στην Αθήνα αρνήθηκαν να δεχτούν τους πρόσφυγες και κάποιοι καταυλισμοί δημιουργήθηκαν στην πόλη του Περιστερίου όταν ο πληθυσμός εκεί αυξήθηκε ραγδαία.

Το Περιστέρι δεν αναπτύχθηκε πλήρως τη δεκαετία του 1930. Η πόλη συνδεόταν με την Αθήνα μόνο με έναν δρόμο, ο οποίος διέτρεχε τη λεωφόρο Κηφισού. Αυτό έκανε δύσκολη τη μετακίνηση.

Το 1933 το Περιστέρι διαχωρίστηκε από τον Δήμο Αθηναίων και στις 18 Ιανουαρίου 1934 αναγνωρίστηκε ως Δήμος, συμπεριλαμβανομένων των γειτονικών οικισμών Χρυσαλλίς, Άνω, Κάτω Γερμανικά, Κτίστα, Ποντίων, Αρμενίων και μαζί με το παραδοσιακό Περιστέρι.

Η πόλη χτίστηκε σιγά σιγά με την πάροδο του χρόνου, αλλά κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, ο πόλεμος ξεκίνησε και δεν σταμάτησε παρά μόνο μετά τον Εμφύλιο Πόλεμο.

Το 1949 οι οικισμοί «Ανθούπολη», «Άγιος Ιερόθεος» και «Άγιος Γεώργιος» αποσπάστηκαν από την Κοινότητα Λιοσίων (Ίλιον) και προσαρτώνται πλέον στο Περιστερί.

Η νέα διοικητική διαίρεση της χώρας δεν άλλαξε τον Δήμο Περιστερίου, όπως αναφέρεται στο άρθρο 1, § 5.1.Β του Προγράμματος Καλλικράτης.

3.1.3 Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με τη τελευταία επίσημη απογραφή της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής το 2021, ο πληθυσμός του Δήμου Περιστερίου ανέρχεται στους 132.123 κατοίκους και συγκαταλέγεται στους 10 μεγαλύτερους Δήμους της Ελλάδας .

Πίνακας 2: Απογραφή πληθυσμού Δήμου Περιστερίου και γειτονικών Δήμων.

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ						
ΔΗΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ		ΑΝΔΡΕΣ		ΓΥΝΑΙΚΕΣ	
	2011	2021	2011	2021	2011	2021
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ	139981	132123	68563	63853	71418	68270
ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	26550	26759	12650	12682	13900	14077
ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ - ΚΑΜΑΤΕΡΟΥ	62529	61427	30925	29908	31604	31519
ΑΙΓΑΛΕΩ	69946	64828	34008	31139	35938	33689
ΙΛΙΟΥ	84793	83523	41594	40267	43199	43256
ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΕΩΣ	58979	60166	28582	28916	30397	31250
ΧΑΙΔΑΡΙΟΥ	46897	46983	23245	22866	23652	24117

Πίνακας 3: Μεταβολή πληθυσμού ανά δεκαετία.

ΕΤΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΑΝΑ ΔΕΚΑΕΤΙΑ
1971	118830	
1981	140830	18,56 %
1991	137288	-2,51 %
2001	146743	6,89 %
2011	139981	-4,81 %
2021	132123	-5,95 %

Όπως μπορούμε να δούμε από τα παραπάνω ο Δήμος δεν έχει κάποια σημαντική μεταβολή ως προς τον πληθυσμό του τα τελευταία χρόνια καθώς η μείωση που προκύπτει είναι αρκετά μικρή .

3.1.4 Χαρακτηρισμός ζωνών

Ο Δήμος Περιστερίου μετά από έρευνα της κάθε περιοχής όπου μετακινείται το κάθε απορριμματοφόρο για τη συλλογή των αποβλήτων, χωρίστηκε σε 4 ζώνες. Ο χωρισμός του Δήμου σε ζώνες έγινε με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου και κατά πόσο η κάθε ζώνη επηρεάζει την κατανάλωση.

Αστική Ζώνη: Η αστική ζώνη απαρτίζεται κυρίως από πολυκατοικίες και μονοκατοικίες στις οποίες μένουν οι πολίτες του Δήμου και παράγουν κυρίως σύμμεικτα απόβλητα και ανακυκλώσιμα ενώ βιοαπόβλητα σε μικρότερο ποσοστό, καθώς ένα μεγάλο μέρος των πολιτών δεν είναι πλήρως ενημερωμένοι με την χρησιμότητα της ξεχωριστής απόρριψης των βιοαποβλήτων. Να αναφερθεί ότι οι περισσότεροι δρόμοι στην αστική ζώνη είναι μονής κατεύθυνσης και αρκετά στενοί, γεγονός το οποίο καθιστά την συλλογή δύσκολη.

Εμπορική Ζώνη: Η εμπορική ζώνη αποτελείται κυρίως από εστιατόρια, καφετέριες, μαγαζιά ένδυσης, καταστήματα ηλεκτρικών συσκευών και πολλά άλλα εμπορικά μαγαζιά, τα οποία και βρίσκονται στο κεντρικό μέρος του Δήμου. Οι δρόμοι οι οποίοι διασχίζουν την εμπορική ζώνη είναι διπλής κατεύθυνσης και αρκετά μεγάλοι γεγονός το οποίο καθιστά την συλλογή απορριμμάτων εύκολη.

Ζώνη Λόφος: Στην ζώνη αυτή, η οποία προφανώς βρίσκεται σε λόφο απαρτίζεται κυρίως από μονοκατοικίες (κατά το πλείστον υψηλής αξίας) στις οποίες διαμένουν κάτοικοι του Δήμου και η κύρια παραγωγή αποβλήτων είναι αστικά στερεά απόβλητα (σύμμεικτα και

ανακυκλώσιμα). Οι περισσότεροι δρόμοι όπως και στην αστική ζώνη είναι μονής κατευθύνσεως και έτσι η συλλογή καθίσταται αρκετά δύσκολη.

Βιοτεχνική Ζώνη: Η βιοτεχνική ζώνη αποτελείται κυρίως από τις λαϊκές αγορές του δήμου, ελάχιστες οικιστικές περιοχές αλλά και από τα super markets. Η δημιουργία αυτής της ζώνης έχει ιδιαίτερη σημασία για την συλλογή των βιοαποβλήτων καθώς οι λαϊκές αγορές και τα super markets παράγουν αρκετά μεγάλη ποσότητα αυτών.

3.2 Σχεδιασμός μοντέλου

3.2.1 Ορισμοί

Ορισμός συλλογής

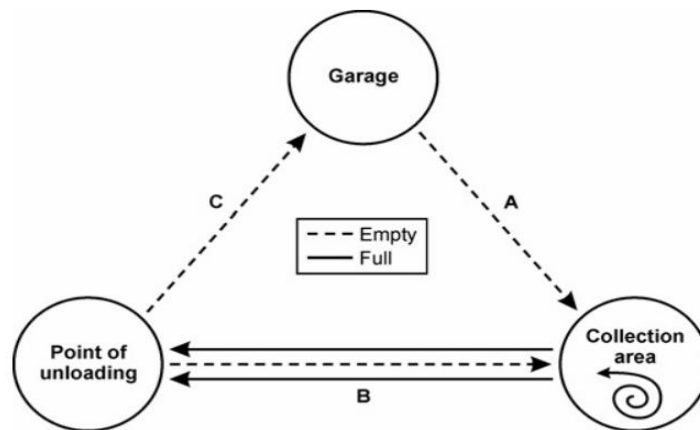
Ως συλλογή, ορίζεται η μετακίνηση του απορριμματοφόρου από την πρώτη στάση μέχρι την τελευταία στάση στη διαδρομή συλλογής. Η συλλογή περιγράφεται σε λίτρα (L) ντίζελ που χρησιμοποιείται ανά τόνο (t) συλλεγόμενων απορριμμάτων.

Ορισμός μεταφοράς

Ως μεταφορά ορίζεται η διαδρομή που ακολουθεί το απορριμματοφόρο όταν είναι πλήρες, από την τελική στάση της διαδρομής συλλογής μέχρι το σημείο εκφόρτωσης. Η μεταφορά αντίστοιχα περιγράφεται σε λίτρα (L) ντίζελ που χρησιμοποιείται ανά τόνο (t) συλλεγόμενων απορριμμάτων.

Οι αποστάσεις που διανύει το απορριμματοφόρο πριν και μετά την συλλογή των αποβλήτων, από το γκαράζ (αμαξοστάσιο) μέχρι την πρώτη στάση συλλογής και από τον χώρο εκφόρτωσης προς το γκαράζ είναι μικρές και βρίσκονται σε κοινό χώρο του Δήμου Περιστερίου και για αυτό τις θεωρούμαι αμελητέες.

Παρακάτω παρατίθεται ένα εννοιολογικό μοντέλο σχετικό με τον ορισμό της συλλογής και της μεταφοράς . Τα βέλη Α, Β και C απεικονίζουν τις διαδρομές που ακολουθούν τα απορριμματοφόρα κατά την διάρκεια της συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων.



Εικόνα 18: Εννοιολογικό μοντέλο ορισμού συλλογής και μεταφοράς.

Τύποι Απορριμμάτων και Μέθοδοι Συλλογής

Τρεις τύποι αποβλήτων έχουν συμπεριληφθεί στη μελέτη.

- Σύμμεικτα αστικά απόβλητα: Είναι τα αστικά απόβλητα τα οποία δεν έχουν διαχωριστεί στην πηγή ή δεν έχουν υποβληθεί σε διαδικασία χωρισμού. Οι κάδοι συλλογής είναι οι πράσινοι κάδοι, οι οποίοι είναι χωρητικότητας περίπου 0,700 m³ και στον Δήμο Περιστερίου αδειάζουν καθημερινά.



Εικόνα 19: Πράσινος κάδος συλλογής σύμμεικτων αποβλήτων.

- Ανακυκλώσιμα υλικά: Τα υλικά που ανακυκλώνουμε είναι, το γυαλί, το χαρτί, το αλουμίνιο και άλλα μέταλλα όπως χαλκός και σίδηρος, τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα και τα πλαστικά, με σκοπό την ανάκτηση τους στο κέντρο διαλογής και την μετέπειτα επαναχρησιμοποίηση τους. Οι κάδοι συλλογής είναι οι μπλε κάδοι, οι οποίοι είναι χωρητικότητας περίπου 0,660 m³ και στον Δήμο Περιστερίου αδειάζουν 2 φορές την εβδομάδα.



Εικόνα 20: Μπλε κάδος συλλογής ανακυκλώσιμων.

- Βιοαπόβλητα: Είναι όλα τα οργανικά υλικά, υπολείμματα φαγητού, λαχανικών, φρούτων, λουλουδιών, κλπ, με σκοπό την κομποστοποίηση, την φυσική μετατροπή των παραπάνω υλικών σε χρήσιμο λίπασμα, εδαφοβελτιωτικό όπως είναι για τους περισσότερους γνωστό ως κόμποστ. Οι κάδοι συλλογής είναι οι καφέ κάδοι, οι οποίοι είναι χωρητικότητας περίπου 0,660 m³ και στον Δήμο Περιστερίου αδειάζουν 2 φορές την εβδομάδα.



Εικόνα 21: Καφέ κάδος συλλογής βιοαποβλήτων.

3.2.2 Συλλογή δεδομένων

3.2.2.1 Σύμμεικτα απόβλητα

Τα δεδομένα για τη συλλογή των σύμμεικτων αποβλήτων, συγκεντρώθηκαν από τους αρμόδιους της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων του Δήμου Περιστερίου (Πίνακας 4). Ακολουθεί η επεξήγηση των δεδομένων παρακάτω.

Πίνακας 4: Δεδομένα σύμμεικτων αποβλήτων του Δήμου Περιστερίου.

Τομέας Κάλυψης	Αναλογία Φορτίου (t/day)	Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου (L/day)	Μέση Κατανάλωση πλήρους φορτίου (L/Km)	Μέση Κατανάλωση κενού φορτίου (L/Km)	Χιλιομετρική απόσταση αμαξοστασίου – τομέα αποκομιδής (Km)	Κατανάλωση κενού φορτίο (L/day)	Κατανάλωση πλήρους φορτίο (L/day)
Λόφος 3	7.38	13.72	0.59	0.39	2.2	0.85	1.29
Παλ. Μπουρνάζι	6.74	13.10	0.62	0.42	3.5	1.42	2.17
Νέα Ζωή	5.78	17.47	0.97	0.77	3.9	3.00	3.78
Αγ. Ιερόθεος	5.12	12.97	0.81	0.61	5.5	3.35	4.45
Ανθούπολη	5.78	17.53	0.97	0.77	0.12	0.09	0.11
Χρυσούπολη	9.95	23.18	0.74	0.54	1.20	0.64	0.88
Αγ. Αντώνιος	14.14	37.91	0.86	0.66	7.50	4.95	6.45
Κέντρο	7.38	21.01	0.91	0.71	8.66	6.14	7.88
Κέντρο	7.38	6.92	0.30	0.20	8.66	1.73	2.59
Ευαγγελίστρια	9.60	23.45	1.01	0.81	8.33	6.74	8.41
Άνω Λόφος	8.99	13.73	0.45	0.25	4.60	1.15	2.07
Κηπούπολη	11.25	25.72	0.91	0.71	3.30	2.34	3.00
Ρουπάκι	6.10	21.66	0.61	0.41	5.60	2.29	3.97
Λόφος 1	8.99	21.18	1.11	0.91	4.44	4.04	4.92
Σκλαβενίτης	8.99	25.54	1.11	0.91	7.55	6.87	8.38
Πρακτορεία	5.12	24.16	0.73	0.53	7.80	4.13	5.69
Πρακτορεία	7.38	8.06	0.24	0.04	7.80	0.31	1.87
Λαϊκή	10.59	2.68	0.14	0.01	8.20	0.08	1.14
Λαϊκή	5.78	13.69	0.76	0.56	8.20	4.59	6.23

Επεξήγηση τίτλων κάθε στήλης

Τομέας κάλυψης: Η στήλη αυτή αναφέρει τις περιοχές στις οποίες κινείται κάθε απορριμματοφόρο για την συλλογή των σύμμεικτων αποβλήτων.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι σε κάθε περιοχή αντιστοιχεί και ξεχωριστό απορριμματοφόρο. Επομένως, οι τιμές των υπόλοιπων μεγεθών του Πίνακα 1 αντιστοιχούν σε κάθε απορριμματοφόρο.

Αναλογία φορτίου: Η στήλη αυτή αντιπροσωπεύει την ημερήσια συλλογή αποβλήτων για κάθε απορριμματοφόρο σε τόνους ανά ημέρα (t/day).

Συνολική κατανάλωση καυσίμου (L/day): Αντιστοιχεί στην συνολική ημερήσια κατανάλωση καυσίμου του απορριμματοφόρου κατά την συλλογή και μεταφορά των απορριμμάτων, η οποία προέκυψε μέσω ψηφιακού ταχογράφου, οποίος είναι εγκατεστημένος σε κάθε απορριμματοφόρο.

Μέση Κατανάλωση πλήρους φορτίου (L/Km): Αντιστοιχεί στην μέση κατανάλωση καυσίμου κάθε απορριμματοφόρου κατά την μεταφορά, για πλήρες φορτίο. Η τιμή αυτή προέκυψε μέσω ψηφιακού ταχογράφου, οποίος είναι εγκατεστημένος σε κάθε απορριμματοφόρο.

Μέση κατανάλωση κενού φορτίου (L/Km): Αντιστοιχεί στην μέση κατανάλωση καυσίμου κάθε απορριμματοφόρου κατά την μετακίνηση του στον τομέα συλλογής, για κενό φορτίο. Η τιμή αυτή προέκυψε μέσω ψηφιακού ταχογράφου, οποίος είναι εγκατεστημένος σε κάθε απορριμματοφόρο.

Χιλιομετρική απόσταση αμαξοστασίου – τομέα αποκομιδής (Km): Αντιστοιχεί στην απόσταση που διανύει το απορριμματοφόρο από το γκαράζ έως τον τομέα συλλογής. Η τιμή αυτή προέκυψε με χρήση του μετρητή χιλιομέτρων του απορριμματοφόρου.

Κατανάλωση κενού φορτίου (L/day): Αντιστοιχεί στην ποσότητα πετρελαίου που καταναλώνει κάθε απορριμματοφόρο, κατά την μεταφορά του από το αμαξοστάσιο στον τομέα συλλογής, με κενό φορτίο. Η τιμή αυτή προέκυψε μέσω ψηφιακού ταχογράφου, οποίος είναι εγκατεστημένος σε κάθε απορριμματοφόρο.

Κατανάλωση πλήρους φορτίου (L/day): Αντιστοιχεί στην ποσότητα πετρελαίου που καταναλώνει κάθε απορριμματοφόρο, κατά την μεταφορά του από τον τομέα συλλογής στον σταθμό μεταφόρτωσης απορριμμάτων (ΣΜΑ Περιστερίου), με πλήρες φορτίο. Η τιμή αυτή προέκυψε μέσω ψηφιακού ταχογράφου, οποίος είναι εγκατεστημένος σε κάθε απορριμματοφόρο.

3.2.2.2 Ανακυκλώσιμα

Τα δεδομένα για τα ανακυκλώσιμα υλικά, συλλέχθηκαν από τους αρμόδιους της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων του Δήμου Περιστερίου (Πίνακας 5).

Η επεξήγηση των δεδομένων είναι παρόμοια για τα σύμμεικτα απόβλητα.

Πίνακας 5: Δεδομένα ανακυκλώσιμων υλικών του Δήμου Περιστερίου.

Τομέας Κάλυψης	Αναλογία Φορτίου (t/ day)	Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου (L/ day)	Μέση Κατανάλωση Πλήρους Φορτίου (L/Km)	Μέση Κατανάλωση Κενού Φορτίου (L/Km)	Χιλιομετρική απόσταση αμαξοστασίου – τομέα αποκομιδής (Km)	Κατανάλωση Κενού Φορτίου (L/day)	Κατανάλωση Πλήρους Φορτίου (L/day)
Κέντρο	0.68	14.47	0.49	0.29	8.66	2.51	4.24
Α/ση 1	1.09	12.75	0.27	0.07	4.44	0.31	1.19
Α/ση 2	0.38	5.49	0.34	0.14	1.2	0.16	0.4
Α/ση 3	1.18	14.27	0.28	0.08	7.5	0.6	2.1
Α/ση 4	1.18	22.4	0.44	0.24	3.3	0.79	1.45
Α/ση 5	1.35	16.17	0.28	0.08	7.55	0.6	2.11
Α/ση 6	1.73	15.26	0.2	0.01	5.6	0.05	1.12
Α/ση 7	1.33	14.73	0.26	0.06	8.66	0.51	2.25
Α/ση 8	0.64	13.27	0.49	0.29	5.5	1.59	2.69

3.2.2.3 Βιοαπόβλητα

Τα δεδομένα για τα βιοαπόβλητα, συλλέχθηκαν από τους αρμόδιους της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων του Δήμου Περιστερίου (Πίνακας 6).

Η επεξήγηση των δεδομένων είναι παρόμοια για τα σύμμεικτα απόβλητα και τα ανακυκλώσιμα.

Πίνακας 6: Δεδομένα βιοαποβλήτων του Δήμου Περιστερίου.

Τομέας Κάλυψης	Αναλογία Φορτίου (t/ day)	Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου (L/ day)	Μέση Κατανάλωση Πλήρους Φορτίου (L/Km)	Μέση Κατανάλωση Κενού Φορτίου (L/Km)	Χιλιομετρική απόσταση αμαξοστασίου – τομέα αποκομιδής (Km)	Κατανάλωση Κενού Φορτίου (L/day)	Κατανάλωση Πλήρους Φορτίου (L/day)
Κηπούπολη	0.35	7.63	0.5	0.3	3.3	0.99	1.65
Λαϊκή	0.54	11.41	0.49	0.29	8.2	2.37	4.01
Ρουπάκι	0.56	14.84	0.47	0.27	5.6	1.51	2.63
Ρουπάκι	1.59	18.62	0.49	0.29	5.6	1.62	2.74
Αγ. Αντώνιος	0.35	14.93	0.43	0.23	7.5	1.72	3.22
Αγ. Αντώνιος	0.54	14.52	0.44	0.24	7.5	1.8	3.3

3.3 Υπολογισμός καταναλώσεων και περιβαλλοντικών εκπομπών

3.3.1 Σύμμεικτα απόβλητα

Αρχικά, έχοντας τα παραπάνω δεδομένα έγινε διαχωρισμός της κάθε περιοχής που μετακινείται το απορριμματοφόρο (τομέας κάλυψης), σύμφωνα με τις τέσσερις βασικές ζώνες χωρισμού του Δήμου (αστική, εμπορική, λόφος, βιοτεχνική).

Στην συνέχεια, έχοντας όλα τα παραπάνω δεδομένα, δημιουργήθηκαν μαθηματικές εξισώσεις με σκοπό την εξαγωγή συντελεστών οι οποίοι είναι καθοριστικοί για την παραγωγή αντιπροσωπευτικών αποτελεσμάτων σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου.

Ο στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα μέγεθος ($K_{\text{συλλογής}}$) με μονάδες λίτρα καυσίμου (L) ανά μάζα σύμμεικτων αποβλήτων (t), το οποίο εκφράζει την κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων και την αποτελεσματικότητα συλλογής. Μεγάλες τιμές αυτού του μεγέθους, οφείλονται κυρίως στην συλλογή μικρών ποσοτήτων σύμμεικτων αποβλήτων κατά την διάρκεια συλλογής, επομένως η αποτελεσματικότητα συλλογής σε αυτή την περίπτωση θεωρείται μη συμφέρουσα. Αντίστοιχα, μικρές τιμές αυτού του μεγέθους, οφείλονται κυρίως στην συλλογή μεγάλων ποσοτήτων σύμμεικτων αποβλήτων κατά την διάρκεια συλλογής, επομένως η αποτελεσματικότητα συλλογής σε αυτή την περίπτωση θεωρείται συμφέρουσα, αφού το απορριμματοφόρο διανύει μια συγκεκριμένη διαδρομή και καταφέρνει να γεμίζει το μέγιστο επιτρεπτό του φορτίο.

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων ($K_{\text{συλλογής}}$) χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω εξίσωση:

$$K_{\text{συλλογής}} = \frac{K_{\text{συνολικό}} - (K_{\text{κενού}} + K_{\text{πλήρους}})}{\text{Αναλογία Φορτίου}},$$

Όπου:

$K_{\text{συνολικό}}$ (L/d): Αντιστοιχεί στην συνολική ημερήσια κατανάλωση καυσίμου του απορριμματοφόρου κατά την συλλογή και μεταφορά των απορριμμάτων, η οποία προέκυψε μέσω ψηφιακού ταχογράφου, οποίος είναι εγκατεστημένος σε κάθε απορριμματοφόρο.

$K_{\text{κενού}}$ (L/d): Αντιστοιχεί στην ποσότητα πετρελαίου που καταναλώνει κάθε απορριμματοφόρο, κατά την μεταφορά του από το αμαξοστάσιο στον τομέα συλλογής, με κενό φορτίο. Η τιμή αυτή προέκυψε μέσω ψηφιακού ταχογράφου, οποίος είναι εγκατεστημένος σε κάθε απορριμματοφόρο.

$K_{\text{Πλήρους}}$ (L/d): Αντιστοιχεί στην ποσότητα πετρελαίου που καταναλώνει κάθε απορριμματοφόρο, κατά την μεταφορά του από τον τομέα συλλογής στον σταθμό μεταφόρτωσης απορριμμάτων (ΣΜΑ Περιστερίου), με πλήρες φορτίο. Η τιμή αυτή προέκυψε μέσω ψηφιακού ταχογράφου, οποίος είναι εγκατεστημένος σε κάθε απορριμματοφόρο.

Αναλογία Φορτίου (t/d): Αντιπροσωπεύει την ημερήσια συλλογή αποβλήτων για κάθε απορριμματοφόρο σε τόνους ανά ημέρα (t/day).

Ακολούθως, επεξεργάστηκαν τα δεδομένα κατάλληλα με σκοπό την εξαγωγή ενός ακόμα συντελεστή ο οποίος θα περιέχει και τα χιλιόμετρα συλλογής $K_{\text{Συλλογής/Km}}$ (L/t*Km).

Τα χιλιόμετρα τα οποία διανύει κάθε απορριμματοφόρο κατά την συλλογή αποβλήτων υπολογίστηκαν σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:

$$\text{Ημερήσια Χιλιομετρική Απόσταση} = \frac{(K_{\text{Συνολικό}} - K_{\text{Κενού}} - K_{\text{Πλήρους}}) (L/d)}{\text{Μέση Κατανάλωση Συλλογής} (L/Km)}$$

Να αναφερθεί ότι έχει γίνει η παραδοχή ότι η μέση κατανάλωση συλλογής είναι ίση με τον μέσο όρο της μέσης κατανάλωσης κενού φορτίου και της μέσης κατανάλωσης πλήρους φορτίου.

Έπειτα αφού βρέθηκε η χιλιομετρική απόσταση συλλογής μπορούμε πλέον εύκολα να υπολογίσουμε το $K_{\text{Συλλογής/Km}}$ (L/t*Km) διαιρώντας το $K_{\text{Συλλογής}}$ (L/t) με την χιλιομετρική απόσταση (Km).

Τέλος, θεωρήθηκε εξίσου σημαντικό να μελετηθεί η κατανάλωση καυσίμου κατά την μεταφορά των σύμμεικτων αποβλήτων είτε στο ΣΜΑ Περιστερίου, είτε στο ΧΥΤΑ Λιοσίων. Για αυτό το λόγο υπολογίστηκε ο συντελεστής $K_{\text{Πλήρους/Km}}$ (L/t*Km) ο οποίος προέκυψε από την παρακάτω εξίσωση:

$$K_{\text{Πλήρους/Km}} = \frac{\text{Μέση Κατανάλωση Πλήρους Φορτίου} (L/Km)}{\text{Αναλογία Φορτίου} (t/d)}$$

Μέση κατανάλωση πλήρους φορτίου (L/Km): Αντιστοιχεί στην μέση κατανάλωση καυσίμου κάθε απορριμματοφόρου κατά την μεταφορά, για πλήρες φορτίο. Η τιμή αυτή προέκυψε μέσω ψηφιακού ταχογράφου, οποίος είναι εγκατεστημένος σε κάθε απορριμματοφόρο.

Αναλογία φορτίου (t/d): Αντιπροσωπεύει την ημερήσια συλλογή αποβλήτων για κάθε απορριμματοφόρο σε τόνους ανά ημέρα (t/day).

3.3.2 Ανακυκλώσιμα

Αντίστοιχα με σύμμεικτα απόβλητα έγιναν και οι υπολογισμοί για τα ανακυκλώσιμα .

Αρχικά υπολογίστηκε το $K_{\text{συλλογής}}$ (L/t) σύμφωνα με τη παρακάτω εξίσωση:

$$K_{\text{συλλογής}} = \frac{K_{\text{Συνολικό}} - (K_{\text{Κενού}} + K_{\text{Πλήρους}})}{\text{Αναλογία Φορτίου}}$$

Έπειτα, επεξεργαστήκαμε τα δεδομένα μας κατάλληλα με σκοπό την εξαγωγή ενός ακόμα συντελεστή ο οποίος θα περιέχει και τα χιλιόμετρα συλλογής $K_{\text{συλλογής/Km}}$ (L/t*Km).

Τα χιλιόμετρα τα οποία διανύει κάθε απορριμματοφόρο κατά την συλλογή των ανακυκλώσιμων υπολογίστηκαν σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:

$$\text{Ημερήσια Χιλιομετρική Απόσταση} = \frac{(K_{\text{Συνολικό}} - K_{\text{Κενού}} - K_{\text{Πλήρους}}) (L/d)}{\text{Μέση Κατανάλωση Συλλογής (L/Km)}}$$

Να αναφερθεί ότι έχει γίνει η παραδοχή ότι η μέση κατανάλωση συλλογής είναι ίση με τον μέσο όρο της μέσης κατανάλωσης κενού φορτίου και της μέσης κατανάλωσης πλήρους φορτίου.

Έπειτα αφού βρέθηκε η χιλιομετρική απόσταση συλλογής μπορούμε πλέον εύκολα να υπολογίσουμε το $K_{\text{συλλογής/Km}}$ (L/t*Km) διαιρώντας το $K_{\text{συλλογής}}$ (L/t) με την χιλιομετρική απόσταση (Km).

Τέλος, θεωρήθηκε εξίσου σημαντικό να μελετηθεί η κατανάλωση καυσίμου κατά την μεταφορά των ανακυκλώσιμων στο Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ) Κορωπίου. Για αυτό το λόγο υπολογίστηκε ο συντελεστής $K_{\text{Πλήρους/Km}}$ ($L/t \cdot Km$) ο οποίος προέκυψε από την παρακάτω εξίσωση :

$$K_{\text{Πλήρους/Km}} = \frac{\text{Μέση Κατανάλωση Πλήρους Φορτίου (L/Km)}}{\text{Αναλογία Φορτίου (t/d)}}$$

3.3.3 Βιοαπόβλητα

Αντίστοιχα με σύμμεικτα απόβλητα και τα ανακυκλώσιμα έγιναν και οι υπολογισμοί για τα βιοαπόβλητα .

Αρχικά υπολογίστηκε το $K_{\text{Συλλογής}}$ (L/t) σύμφωνα με τη παρακάτω εξίσωση:

$$K_{\text{Συλλογής}} = \frac{K_{\text{Συνολικό}} - (K_{\text{Κενού}} + K_{\text{Πλήρους}})}{\text{Αναλογία Φορτίου}}$$

Έπειτα, επεξεργαστήκαμε τα δεδομένα μας κατάλληλα με σκοπό την εξαγωγή ενός ακόμα συντελεστή ο οποίος θα περιέχει και τα χιλιόμετρα συλλογής $K_{\text{Συλλογής/Km}}$ ($L/t \cdot Km$).

Τα χιλιόμετρα τα οποία διανύει κάθε απορριμματοφόρο κατά την συλλογή των βιοαποβλήτων υπολογίστηκαν σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:

$$\text{Ημερήσια Χιλιομετρική Απόσταση} = \frac{(K_{\text{Συνολικό}} - K_{\text{Κενού}} - K_{\text{Πλήρους}}) (L/d)}{\text{Μέση Κατανάλωση Συλλογής (L/Km)}}$$

Να αναφερθεί ότι έχει γίνει η παραδοχή ότι η μέση κατανάλωση συλλογής είναι ίση με τον μέσο όρο της μέσης κατανάλωσης κενού φορτίου και της μέσης κατανάλωσης πλήρους φορτίου.

Έπειτα αφού βρέθηκε η χιλιομετρική απόσταση συλλογής μπορούμε πλέον εύκολα να υπολογίσουμε το $K_{\text{Συλλογής/Km}}$ ($L/t \cdot Km$) διαιρώντας το $K_{\text{Συλλογής}}$ (L/t) με την χιλιομετρική απόσταση (Km).

Τέλος, θεωρήθηκε εξίσου σημαντικό να μελετηθεί η κατανάλωση καυσίμου κατά την μεταφορά των βιοαποβλήτων ΧΥΤΑ Λιοσίων. Για αυτό το λόγο υπολογίστηκε ο συντελεστής $K_{\text{πλήρους/Κm}}$ (L/t*Κm) ο οποίος προέκυψε από την παρακάτω εξίσωση :

$$K_{\text{πλήρους/Κm}} = \frac{\text{Μέση Κατανάλωση Πλήρους Φορτίου (L/Κm)}}{\text{Αναλογία Φορτίου (t/d)}}$$

3.3.4 Εκπομπές ρύπων

Κάθε απορριμματοφόρο κατά την συλλογή και μεταφορά των αποβλήτων εκπέμπει αέριους ρύπους οι οποίοι είναι ιδιαίτερα επικίνδυνοι για την ατμόσφαιρα και την ανθρώπινη υγεία.

Οι πιο σημαντικοί ρύποι, οι οποίοι μελετώνται είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) το οποίο είναι υπεύθυνο για την υπερθέρμανση του πλανήτη (Global Warming), τα οξείδια του αζώτου (NO_x) τα οποία είναι υπεύθυνα για την όξινη βροχή, οι υδρογονάνθρακες (HC) και σωματιδιακοί ρύποι (PM).

Ο παρακάτω Πίνακας 7 (TEMA 2000, Ministry of Transport 2000) παρουσιάζει τις εκπομπές των απορριμματοφόρων (g ρύπων) ανά λίτρο καυσίμου (L) κατά την συλλογή αποβλήτων για κάθε κατηγορία Euro.

Πίνακας 7: Εκπομπές απορριμματοφόρων ανά λίτρο καυσίμου κατά την διάρκεια συλλογής.

Κατηγορία Euro	CO_2 (g/L)	SO_2 (g/L)	CO (g/L)	HC (g/L)	NO_x (g/L)	PM (g/L)
Euro II	2.629	0,08	4,0	1,9	30,4	0,9
Euro III	2.629	0,08	3,4	1,7	24,3	0,6
Euro IV	2.629	0,08	2,2	1,2	17,0	0,1
Euro V	2.629	0,08	2,2	1,2	11,9	0,1
Euro VI	2.629	0,08	2,2	1,2	11,9	0,1

3.3.4.1 Εκπομπές CO₂ (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)

Έχοντας τα στοιχεία του Πίνακα 7 αλλά και τις τιμές του $K_{\text{συλλογής/km}}$ (L/t*Km) (Πίνακας 8) για κάθε κατηγορία Euro υπολογίστηκε η ποσότητα ρύπων που εκπέμπονται ανά μάζα (t) αποβλήτων, ανά χιλιόμετρο (km) συλλογής και μεταφοράς.

Οι τιμές του $K_{\text{συλλογής/km}}$ (L/t*Km), προέκυψαν από τον μέσο όρο για όλες τις κατηγορίες Euro και οι τιμές τους για τα σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα και βιοαπόβλητα φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα 8.

Πίνακας 8: Τιμές $K_{\text{συλλογής/km}}$ για κάθε κατηγορία EURO, για τρεις τύπους αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα).

ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	
EURO	$K_{\text{συλλογής/km}}$ (L/t*Km)
EURO II	0,10
EURO IV	0,07
EURO V	0,11
EURO VI	0,08
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ	
EURO II	0,41
EURO IV	0,26
EURO V	-
EURO VI	0,14
ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ	
EURO II	-
EURO IV	-
EURO V	-
EURO VI	0,80

Στην συνέχεια, πολλαπλασιάζοντας τις τιμές του $K_{\text{Συλλογής/Km}}$ (L/t*Km) με τις τιμές των εκπομπών των απορριμματοφόρων ανά λίτρο καυσίμου για κάθε κατηγορία Euro και για κάθε ρύπο ξεχωριστά προκύπτει ένα μέγεθος με μονάδες $\frac{\text{g ρύπου}}{\text{t * Km}}$ το οποίο είναι ιδιαίτερα αντιπροσωπευτικό ως προς τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο που έχει κάθε κατηγορία απορριμματοφόρου συγκριτικά με τα τρία ρεύματα αποβλήτων.

Για παράδειγμα για τα απορριμματοφόρα EURO II, για τα σύμμεικτα απόβλητα οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO_2 , είναι : $0,10 \frac{\text{L}}{\text{t*km}} * 2629 \frac{\text{g CO}_2}{\text{L}} = 262,9 \frac{\text{g CO}_2}{\text{t*km}}$.

3.3.4.2 Εκπομπές NO_x (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)

Για τον υπολογισμό των εκπομπών των οξειδίων του αζώτου NO_x , ακολουθήθηκε η ίδια μεθοδολογία με παραπάνω για τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα CO_2 .

Πιο συγκεκριμένα, πολλαπλασιάζοντας τις τιμές του Πίνακα 7 για την κατηγορία των NO_x , με τις τιμές του Πίνακα 8, προκύπτουν έτσι οι εκπομπές των οξειδίων του αζώτου, μονάδες $\frac{\text{g NO}_x}{\text{t*km}}$.

Για παράδειγμα για τα απορριμματοφόρα EURO II, για τα σύμμεικτα απόβλητα οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου NO_x , είναι : $0,10 \frac{\text{L}}{\text{t*km}} * 30,4 \frac{\text{g NO}_x}{\text{L}} = 3,04 \frac{\text{g NO}_x}{\text{t*km}}$

3.3.4.3 Εκπομπές HC (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)

Για τον υπολογισμό των εκπομπών των υδρογονανθράκων HC, ακολουθούμε την ίδια μεθοδολογία με παραπάνω για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO_2 και NO_x .

Πιο συγκεκριμένα, πολλαπλασιάζοντας τις τιμές του Πίνακα 7 για την κατηγορία των HC, με τις τιμές του Πίνακα 8, προκύπτουν έτσι οι εκπομπές των υδρογονανθράκων HC, με μονάδες $\frac{\text{g HC}}{\text{t*km}}$.

Για παράδειγμα για τα απορριμματοφόρα EURO II, για τα σύμμεικτα απόβλητα οι εκπομπές των υδρογονανθράκων HC, είναι : $0,10 \frac{\text{L}}{\text{t*km}} * 1,9 \frac{\text{g HC}}{\text{L}} = 0,19 \frac{\text{g HC}}{\text{t*km}}$

3.3.4.4 Εκπομπές PM (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)

Για τον υπολογισμό των εκπομπών των μικροσωματιδίων PM, ακολουθούμε την ίδια μεθοδολογία με παραπάνω για τις εκπομπές CO₂, NO_x και HC.

Πιο συγκεκριμένα, πολλαπλασιάζοντας τις τιμές του Πίνακα 7 για την κατηγορία των PM, με τις τιμές του Πίνακα 8, προκύπτουν έτσι οι εκπομπές των μικροσωματιδίων PM, με μονάδες $\frac{g \text{ PM}}{t \cdot km}$.

Για παράδειγμα για τα απορριμματοφόρα EURO II, για τα σύμμεικτα απόβλητα οι εκπομπές των μικροσωματιδίων PM, είναι : $0,10 \frac{L}{t \cdot km} * 0,9 \frac{g \text{ HC}}{L} = 0,09 \frac{g \text{ PM}}{t \cdot km}$

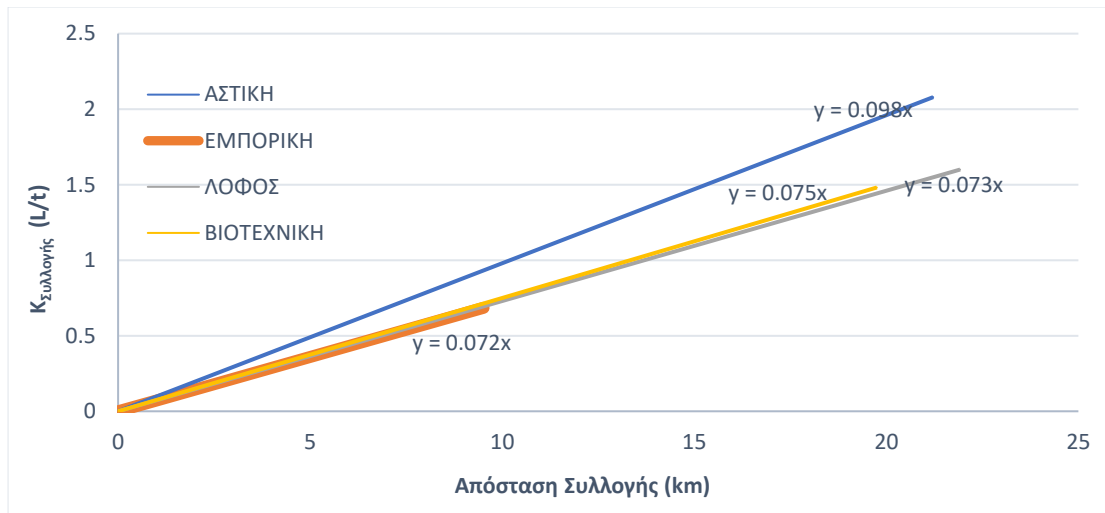
4. Αποτελέσματα και συζήτηση

4.1 Καταναλώσεις για τη συλλογή σύμμεικτων αποβλήτων

Μετά από επεξεργασία των δεδομένων σύμφωνα με την παραπάνω μεθοδολογία οι τιμές των μεγεθών: Κσυλλογής, μέση κατανάλωση συλλογής, χιλιομετρική απόσταση συλλογής και Κσυλλογής/km, για κάθε τομέα κάλυψης του Δήμου Περιστερίου, για τα σύμμεικτα απόβλητα, φαίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9: Απεικόνιση των μεγεθών: Κσυλλογής, μέση κατανάλωση συλλογής, χιλιομετρική απόσταση συλλογής και Κσυλλογής/km, για κάθε τομέα κάλυψης, για τα σύμμεικτα.

Τομέας κάλυψης	Κσυλλογής (L/t)	Μέση κατανάλωση συλλογής (L/km)	Χιλιομετρική απόσταση συλλογής (km)	Κσυλλογής/km (L/t*km)	Κπλήρους/km (L/t*km)
Λόφος	1.57	0.49	23.63	0.07	0.08
Αστική	1.41	0.52	18.29	0.08	0.09
Αστική	1.85	0.87	12.29	0.15	0.17
Αστική	1.01	0.71	7.28	0.14	0.16
Αστική	3	0.87	19.92	0.15	0.17
Αστική	2.18	0.64	33.84	0.06	0.07
Αστική	1.87	0.76	34.88	0.05	0.06
Εμπορική	0.95	0.81	8.63	0.11	0.12
Εμπορική	0.35	0.25	10.40	0.03	0.04
Αστική	0.86	0.91	9.12	0.09	0.11
Λόφος	1.17	0.35	30.03	0.04	0.05
Αστική	1.81	0.81	25.16	0.07	0.08
Αστική	2.52	0.51	30.20	0.08	0.10
Λόφος	1.36	1.01	12.10	0.11	0.12
Βιοτεχνική	1.14	1.01	10.19	0.11	0.12
Βιοτεχνική	2.8	0.63	22.76	0.12	0.14
Βιοτεχνική	0.8	0.14	42.00	0.02	0.03
Βιοτεχνική	0.14	0.075	19.47	0.01	0.01
Βιοτεχνική	0.5	0.66	4.35	0.11	0.13



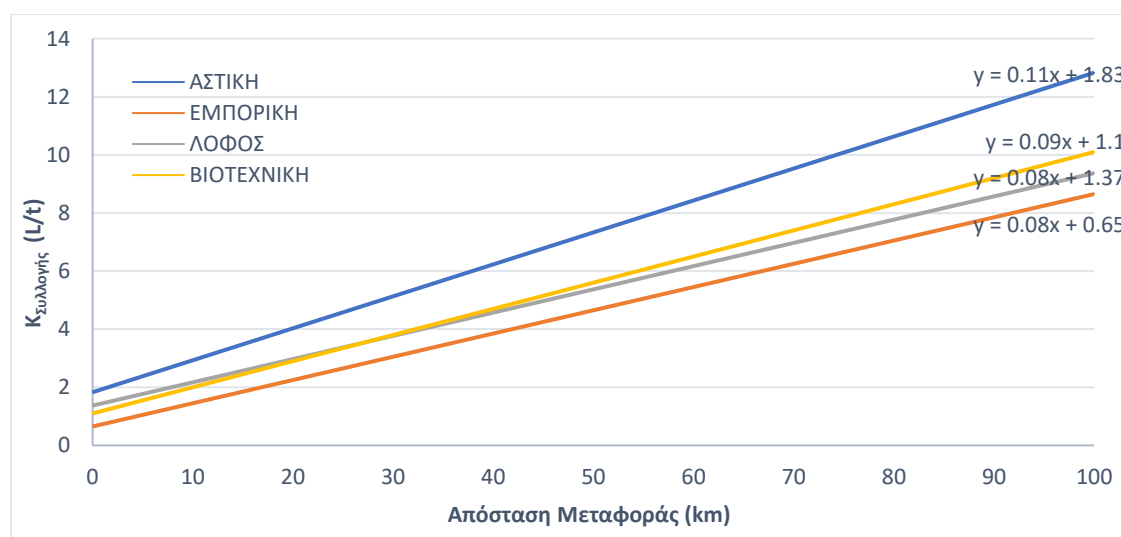
Διάγραμμα 1: Συλλογή σύμμεικτων αποβλήτων.

Το Διάγραμμα 1 παρουσιάζει τη κατανάλωση καυσίμου (L) ανά μάζα σύμμεικτων αποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή τους σύμφωνα με τις κατηγορίες ζωνών του Δήμου Περιστερίου (Αστική, Εμπορική, Λόφος, Βιοτεχνική).

Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης αποτελεί τα λίτρα καυσίμου (L), ανά τόνο (t) σύμμεικτων αποβλήτων, ανά χιλιόμετρο συλλογής (km) και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του $K_{\text{συλλογής/Km}}$ (L/t*Km) για κάθε ζώνη. Η κλίση των εξισώσεων για τις παραπάνω ζώνες ποικίλει. Η ευθεία με την μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη της αστικής ζώνης (0,098 L/t*Km) και στην συνέχεια ακολουθεί η βιοτεχνική ζώνη με κλίση 0,075 L/t*Km, η ζώνη των λόφων με κλίση 0,073 L/t*Km και τέλος η εμπορική ζώνη με κλίση 0,072 L/t*Km. Η μεγάλη κλίση υποδηλώνει μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, λόγω της μικρής ποσότητας αποβλήτων που συλλέγονται για δεδομένη διαδρομή όπως επίσης και την αυξημένη κατανάλωση καυσίμου και αντίστοιχα στις ζώνες με μικρότερες κλίσεις έχουμε χαμηλότερη κατανάλωση και προφανώς συλλογή μεγαλύτερης ποσότητας αποβλήτων για δεδομένη διαδρομή και αυξημένη κατανάλωση καυσίμου.

Επίσης, αξίζει να σχολιασθούν και οι χιλιομετρικές αποστάσεις που διανύουν τα απορριμματοφόρα για την συλλογή των σύμμεικτων αποβλήτων. Όπως βλέπουμε στην αστική ζώνη όπως και στους λόφους υπάρχει μια κοινή χιλιομετρική απόσταση περίπου ίση με 22 χιλιόμετρα, ενώ στη βιοτεχνική απαιτούνται ελαφρώς λιγότερες αποστάσεις περίπου 19 χιλιόμετρα. Η μεγάλη διαφορά εδώ φαίνεται στην εμπορική ζώνη όπου για την συλλογή των σύμμεικτων διανύονται μόνο 9 χιλιόμετρα, γεγονός το οποίο πιθανόν να οφείλεται στη

πληθώρα αποβλήτων που συγκεντρώνονται σε μεγάλους εμπορικούς δρόμους όπου ο συνωστισμός και η πολυκοσμία θα είναι σαφώς έντονη σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι οι περισσότερες εμπορικές περιοχές του Δήμου Περιστερίου απαρτίζονται από μεγάλους δρόμους γεγονός το οποίο κάνει την συλλογή ευκολότερη και γρηγορότερη αφού το απορριμματοφόρο έχει την δυνατότητα πρόσβασης σε πολλά σημεία.



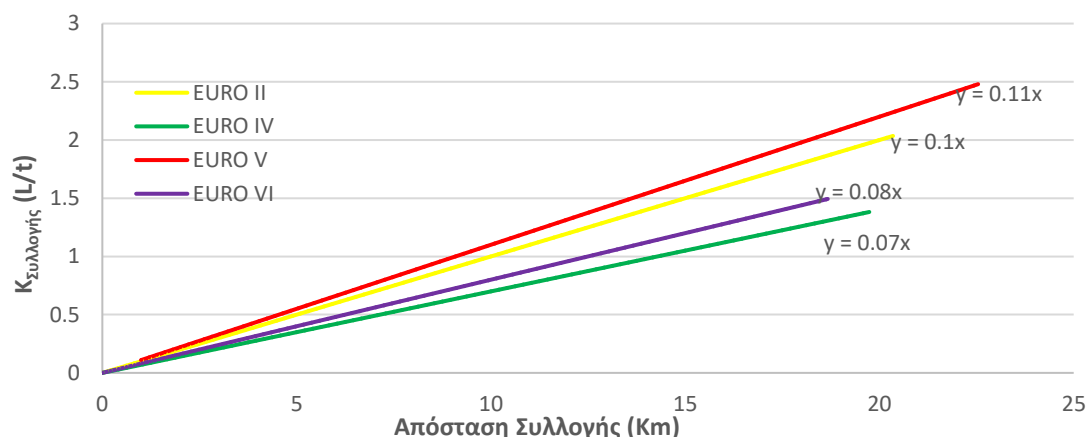
Διάγραμμα 2: Μεταφορά σύμμεικτων αποβλήτων.

Το Διάγραμμα 2 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά μάζα σύμμεικτων αποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη μεταφορά τους σύμφωνα με τις κατηγορίες ζωνών του Δήμου Περιστερίου (Αστική, Εμπορική, Λόφος, Βιοτεχνική).

Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου (L), ανά τόνο (t) σύμμεικτων αποβλήτων, ανά χιλιόμετρο μεταφοράς (km) και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του $K_{\text{πλήρους/Km}}$ ($L/t \cdot Km$) για κάθε ζώνη. Οι χιλιομετρικές αποστάσεις μεταφοράς έχουν αναχθεί στα 100 χιλιόμετρα για λόγους ευκρίνειας του διαγράμματος όπως επίσης και για καλύτερη σύγκριση μεταξύ των ζωνών. Επίσης ο σταθερός συντελεστής της κάθε εξίσωσης προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του συντελεστή $K_{\text{συλλογής}}$ (L/t) για κάθε ζώνη και εκφράζει την ήδη υπάρχουσα κατανάλωση καυσίμου που έχει προέλθει από την συλλογή κατά την έναρξη της μεταφοράς.

Παρατηρείται πως η κλίση της εξίσωσης της ευθείας για τις παραπάνω ζώνες ποικίλει. Η ευθεία με την μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη της αστικής ζώνης 0,11 $L/t \cdot Km$ και στην

συνέχεια ακολουθούν η βιοτεχνική ζώνη με κλίση ίση με $0,09 \text{ L/t*Km}$, η ζώνη των λόφων με κλίση ίση με $0,08 \text{ L/t*Km}$ και τέλος η εμπορική ζώνη με κλίση ίση με $0,08 \text{ L/t*Km}$. Η μεγάλη κλίσης σε κάθε εξίσωση αντιπροσωπεύεται από το γεγονός ότι η κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων για συγκεκριμένη χιλιομετρική απόσταση είναι μεγαλύτερη, σε σχέση με τις υπόλοιπες ζώνες χωρισμού, όπου οι ευθείες αυτών απαρτίζονται από μια χαμηλότερη κλίση.



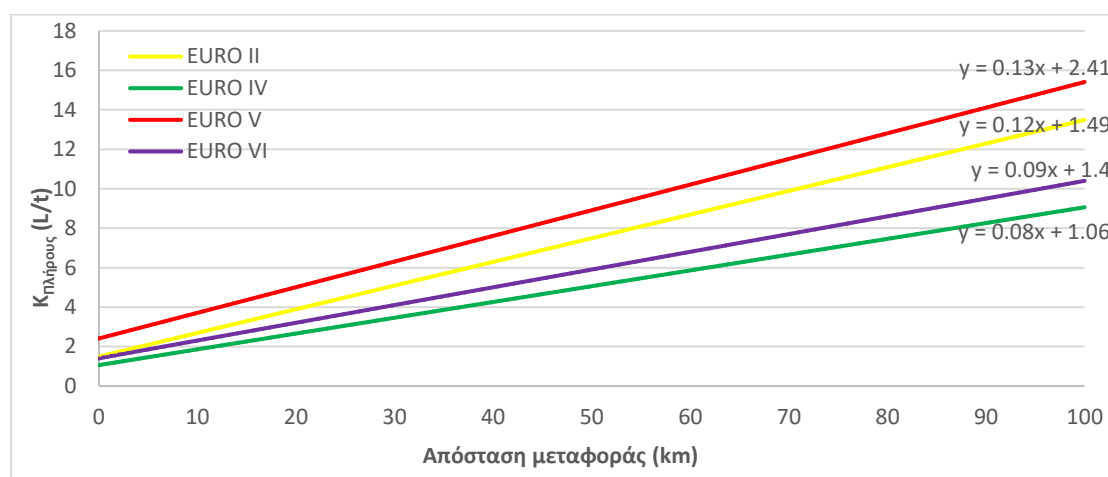
Διάγραμμα 3: Συλλογή σύμμεικτων αποβλήτων ανά κατηγορία Euro.

Το Διάγραμμα 3 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά μάζα σύμμεικτων αποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή τους σύμφωνα με τους τύπους των απορριμματοφόρων (Euro II, Euro IV, Euro V, Euro VI) .

Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου (L), ανά τόνο (t) σύμμεικτων αποβλήτων, ανά χιλιόμετρο μεταφοράς (Km) και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του $K_{\sigma\upsilon\lambda\lambda\omicron\gamma\eta\varsigma}/Km$ ($L/t*Km$) για κάθε κατηγορία Euro. Η ευθεία με την μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη του Euro 5 με κλίση $0,11 \text{ L/t*Km}$ και στην συνέχεια ακολουθεί το Euro 2 με κλίση $0,10 \text{ L/t*Km}$, το Euro 6 με κλίση $0,08 \text{ L/t*Km}$ και τέλος το Euro 4 με κλίση $0,07 \text{ L/t*Km}$. Αυτό που αξίζει να σχολιασθεί σε αυτό το διάγραμμα είναι ότι οι καταναλώσεις που προέκυψαν συγκριτικά με τα Euro δεν ήταν τόσο αναμενόμενες. Τα απορριμματοφόρα της κατηγορίας Euro II λόγω της παλαιότητας τους και της έλλειψης τεχνολογίας που διαθέτουν εκπέμπουν περισσότερους ρύπους και έχουν μεγαλύτερη κατανάλωση συγκριτικά με τα πιο σύγχρονα απορριμματοφόρα όπως Euro IV, V & VI. Ωστόσο, παρατηρούμε ότι τα απορριμματοφόρα με την μεγαλύτερη κατανάλωση είναι τα Euro V, στην συνέχεια

ακολουθούν τα Euro II, ακολουθούν τα Euro VI και τέλος έχουμε τα απορριμματοφόρα με την μικρότερη κατανάλωση τα Euro IV.

Η μη αναμενόμενη κατανάλωση των απορριμματοφόρων ανά Euro οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως οι ασταθής συνθήκες οδήγησης (κάθε οδηγός έχει ξεχωριστό στυλ οδήγησης), οι διαφορετικές διαδρομές όπου ακολουθεί κάθε απορριμματοφόρο (για παράδειγμα ένα απορριμματοφόρο που συλλέγει απόβλητα σε μια περιοχή με λόφους έχει πολύ μεγαλύτερη κατανάλωση σε σχέση με ένα απορριμματοφόρο το οποίο συλλέγει απόβλητα σε περιοχή με ευέλικτους δρόμους χωρίς ανηφόρες), όπως επίσης και στην κακή συντήρηση και καταπόνηση ορισμένων απορριμματοφόρων.



Διάγραμμα 4: Μεταφορά σύμμεικτων αποβλήτων ανά κατηγορία Euro.

Το Διάγραμμα 4 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά μάζα σύμμεικτων αποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη μεταφορά τους σύμφωνα με τους τύπους των απορριμματοφόρων (Euro II, Euro IV, Euro V, Euro VI).

Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου (L), ανά τόνο (t) σύμμεικτων αποβλήτων, ανά χιλιόμετρο μεταφοράς (Km) και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του $K_{\text{Πλήρους/Km}}$ (L/t*Km) για κάθε Euro. Οι χιλιομετρικές αποστάσεις μεταφοράς έχουν αναχθεί στα 100 χιλιόμετρα για λόγους ευκρίνειας του διαγράμματος όπως επίσης και για καλύτερη σύγκριση μεταξύ των Euro. Επίσης, ο σταθερός συντελεστής της κάθε εξίσωσης προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του συντελεστή $K_{\text{Συλλογής}}$ (L/t) για κάθε Euro και εκφράζει την ήδη υπάρχουσα κατανάλωση καυσίμου που έχει προέλθει από την συλλογή κατά την έναρξη της μεταφοράς. Όπως βλέπουμε η κλίση της εξίσωσης της ευθείας για τις

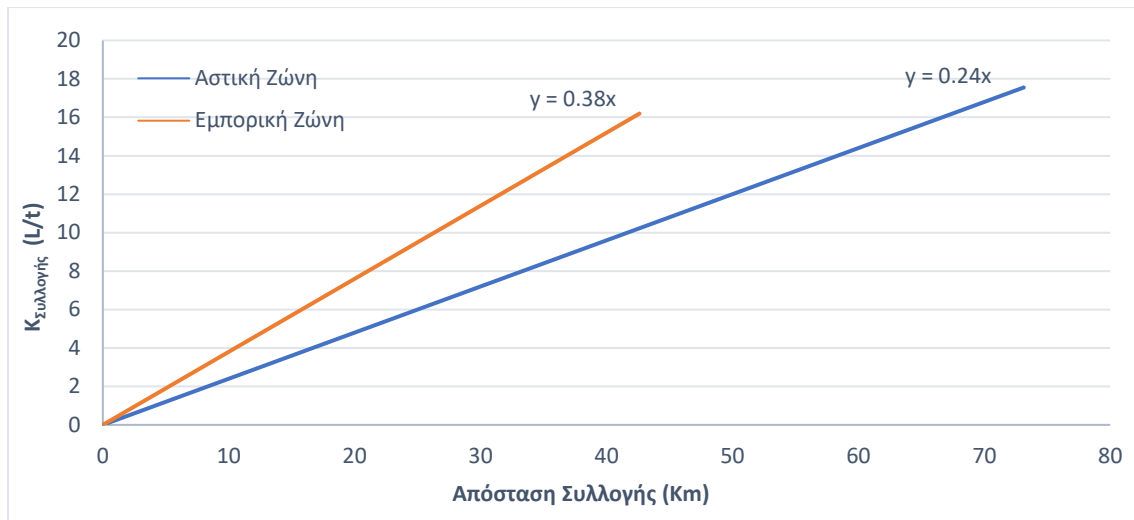
παραπάνω ζώνες ποικίλει. Η ευθεία με την μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη του Euro V με κλίση 0,13 L/t*Km και στην συνέχεια ακολουθεί το Euro II με κλίση 0,12 L/t*Km, το Euro VI με κλίση 0,09 L/t*Km και τέλος το Euro IV με κλίση 0,08 L/t*Km. Επομένως η μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου παρατηρείται στην κατηγορία απορριμματοφόρων Euro V, λόγω της μεγάλης κλίσης συγκριτικά με τις υπόλοιπες κατηγορίες. Όπως στην συλλογή έτσι και στην μεταφορά οι καταναλώσεις που προέκυψαν δεν ήταν αναμενόμενες γεγονός το οποίο οφείλεται σε διάφορους παράγοντες που αναφέραμε και παραπάνω για την συλλογή.

4.2 Καταναλώσεις για τη συλλογή ανακυκλώσιμων

Ύστερα από επεξεργασία των δεδομένων μας σύμφωνα με την μεθοδολογία που έχει προαναφερθεί οι τιμές των μεγεθών: $K_{\text{συλλογής}}$, μέση κατανάλωση συλλογής, χιλιομετρική απόσταση συλλογής και $K_{\text{συλλογής/km}}$, για κάθε τομέα κάλυψης του Δήμου Περιστερίου, για τα ανακυκλώσιμα, φαίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 10.

Πίνακας 10: Απεικόνιση των μεγεθών: $K_{\text{συλλογής}}$, μέση κατανάλωση συλλογής, χιλιομετρική απόσταση συλλογής και $K_{\text{συλλογής/km}}$, για κάθε τομέα κάλυψης, για τα ανακυκλώσιμα.

Τομέας Κάλυψης	$K_{\text{συλλογής}}$ (L/t)	Μέση κατανάλωση συλλογής (L/km)	$K_{\text{συλλογής/km}}$ (L/t*Km)	Κπλήρους/km (L/t*Km)
Εμπορική	11,35	0.39	0,57	0,72
Εμπορική	10,32	0.17	0,16	0,25
Εμπορική	12,97	0.24	0,63	0,89
Εμπορική	9,80	0.18	0,15	0,24
Αστική	17,08	0.34	0,29	0,37
Αστική	9,97	0.18	0,13	0,21
Αστική	8,14	0.105	0,06	0,12
Αστική	9,00	0.16	0,12	0,20
Αστική	14,04	0.39	0,61	0,77

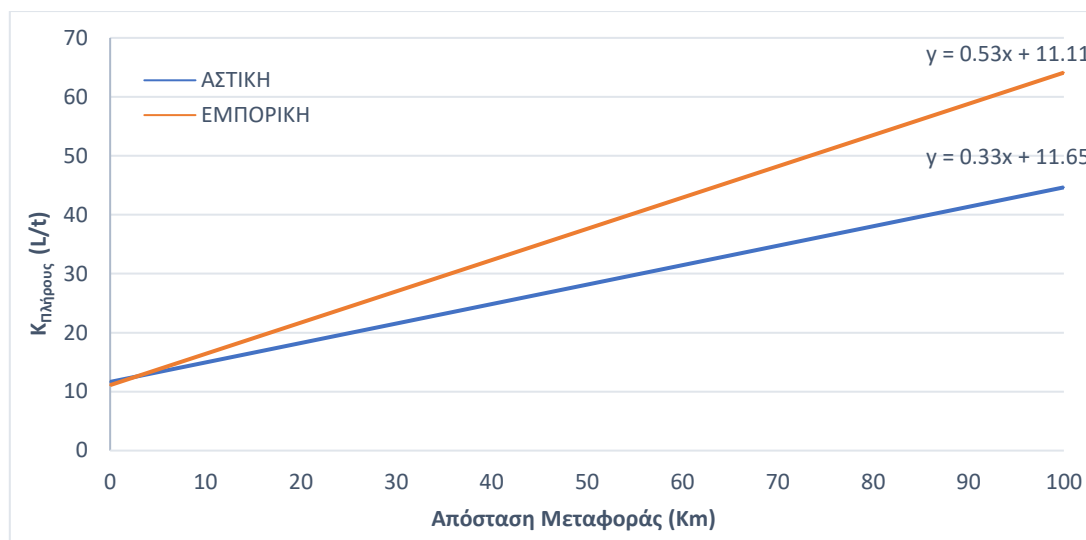


Διάγραμμα 5: Συλλογή ανακυκλώσιμων.

Το Διάγραμμα 5 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά μάζα ανακυκλώσιμων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή τους σύμφωνα με τις κατηγορίες ζωνών του Δήμου Περιστερίου (Αστική, Εμπορική).

Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου (L), ανά τόνο (t) ανακυκλώσιμων, ανά χιλιόμετρο συλλογής (km). Όπως βλέπουμε η κλίση της εξίσωσης της ευθείας για τις παραπάνω ζώνες είναι διαφορετική. Η ευθεία με την μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη της εμπορικής ζώνης (0,38 L/t*Km) και στην συνέχεια ακολουθεί η αστική ζώνη με κλίση 0,24 L/t*Km. Επομένως στην εμπορική ζώνη βλέπουμε μια αυξημένη κατανάλωση σε σχέση με την αστική ζώνη, γεγονός το οποίο οφείλεται στη μικρή συλλογή ανακυκλώσιμων υλικών συγκριτικά με την αστική ζώνη αλλά και στην υψηλότερη κατανάλωση καυσίμου.

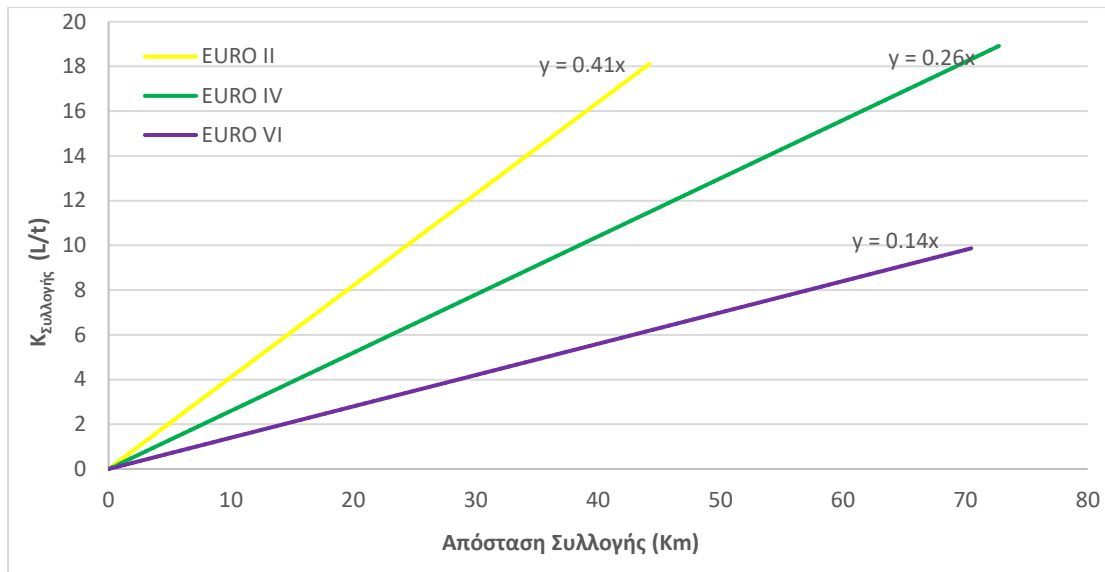
Σχετικά με τις χιλιομετρικές αποστάσεις που διανύουν τα απορριμματοφόρα για την συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών παρατηρείται στην εμπορική ζώνη τα απορριμματοφόρα να διανύουν μια απόσταση ίση με 43 χιλιόμετρα ενώ στην αστική διανύουν μια σαφώς μεγαλύτερη απόσταση, ίση με 74 χιλιόμετρα. Η μεγάλη διαφορά των χιλιομετρικών αποστάσεων μεταξύ της αστικής και εμπορικής ζώνης, πιθανόν να οφείλεται στο ελάχιστο αριθμό μπλε κάδων όπου υπάρχουν στην εμπορική ζώνη, άρα και λιγότερα χιλιόμετρα συλλογής. Αντίστοιχα στην αστική ζώνη πιθανόν να υπάρχουν αρκετά περισσότεροι κάδοι και το απορριμματοφόρο για να γεμίσει χρειάζεται να διανύσει μεγαλύτερες αποστάσεις.



Διάγραμμα 6: Μεταφορά ανακυκλώσιμων.

Το Διάγραμμα 6 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά μάζα ανακυκλώσιμων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη μεταφορά τους σύμφωνα με τις κατηγορίες ζωνών του Δήμου Περιστερίου (Αστική, Εμπορική) .

Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου (L), ανά τόνο (t) σύμμεικτων αποβλήτων, ανά χιλιόμετρο μεταφοράς (Km) .Παρατηρείται ότι η κλίση της εξίσωσης της ευθείας για τις παραπάνω ζώνες είναι διαφορετική. Η ευθεία με την μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη της εμπορικής ζώνης 0,53 L/t*Km και στην συνέχεια ακολουθεί η αστική ζώνη με κλίση ίση με 0,33 L/t*Km .Η μεγάλη κλίση της εμπορικής ζώνης αντιπροσωπεύεται από το γεγονός ότι η κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο ανακυκλώσιμων υλικών για συγκεκριμένη χιλιομετρική απόσταση είναι μεγαλύτερη κυρίως λόγω των ελάχιστων ποσοτήτων συλλογής ανακυκλώσιμων, σε σχέση με την αστική ζώνη. Επίσης παρατηρείται ότι η ευθεία κάθε ζώνης ξεκινάει από ένα αρχικό σημείο το οποίο υποδηλώνει ότι κατά την έναρξη της μεταφοράς υπάρχει ήδη μια κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο ανακυκλώσιμων η οποία προφανώς οφείλετε στην διαδικασία της συλλογή τους.

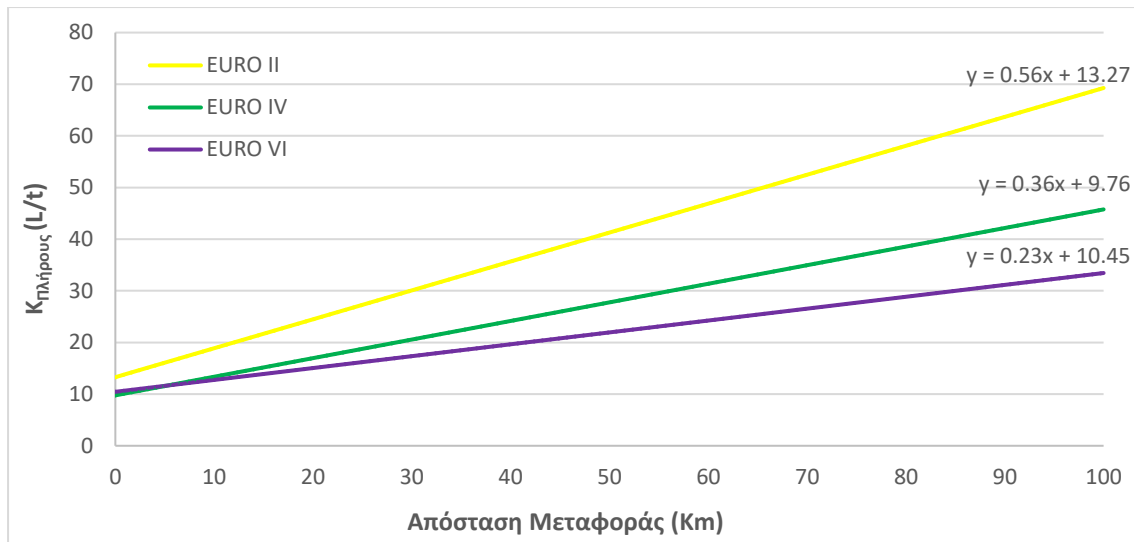


Διάγραμμα 7: Συλλογή ανακυκλώσιμων ανά κατηγορία Euro.

Το Διάγραμμα 7 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά μάζα ανακυκλώσιμων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή τους σύμφωνα με τους τύπους των απορριμματοφόρων (Euro II, Euro IV, Euro VI) .

Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου (L), ανά τόνο (t) σύμμεικτων αποβλήτων, ανά χιλιόμετρο μεταφοράς (Km) και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του $K_{\text{Συλλογής/Km}}$ (L/t*Km) για κάθε ζώνη .Παρατηρείται ότι η κλίση της εξίσωσης της ευθείας για τις παραπάνω ζώνες ποικίλει .Η ευθεία με την μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη της κατηγορίας Euro II με κλίση 0,41 L/t*Km και στην συνέχεια ακολουθεί το Euro IV με κλίση 0,26 L/t*Km και τέλος το Euro VI με κλίση 0,14 L/t*Km .Η μεγάλη κλίση αντιπροσωπεύεται από το γεγονός ότι σε αυτή την κατηγορία Euro έχουμε μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο σύμμεικτων αποβλήτων, λόγω της μικρής ποσότητας αποβλήτων που συλλέγονται για δεδομένη διαδρομή.

Οι καταναλώσεις που προέκυψαν συγκριτικά με τα Euro στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι αναμενόμενες σε αντίθεση με το αντίστοιχο διάγραμμα για τα σύμμεικτα απόβλητα. Με άλλα λόγια, τα απορριμματοφόρα της κατηγορίας Euro II λόγω της παλαιότητας τους και της έλλειψης τεχνολογίας, παρατηρείται ότι έχουν την μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου από τις τρεις κατηγορίες Euro .Εν συνεχεία, αυτό επιβεβαιώνεται και με τις καταναλώσεις των άλλων δύο κατηγοριών όπου τα απορριμματοφόρα Euro IV έχουν μεγαλύτερη κατανάλωση από τα απορριμματοφόρα Euro VI .



Διάγραμμα 8: Μεταφορά ανακυκλώσιμων ανά κατηγορία Euro.

Το Διάγραμμα 8 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά μάζα ανακυκλώσιμων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη μεταφορά τους σύμφωνα με τους τύπους των απορριμματοφόρων (Euro II, Euro IV, Euro VI).

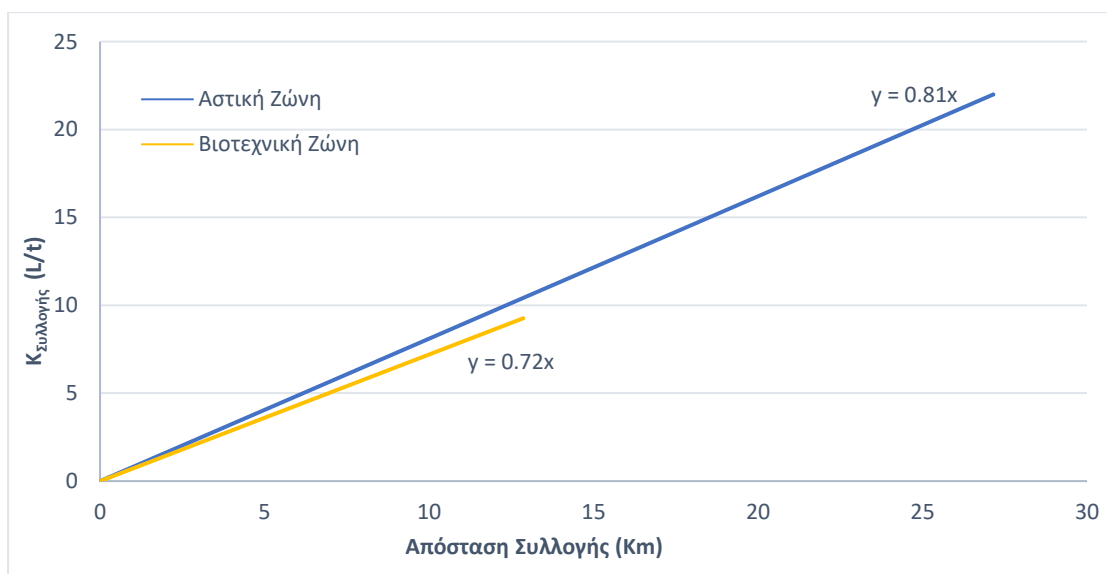
Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου (L), ανά τόνο (t) σύμμεικτων αποβλήτων, ανά χιλιόμετρο μεταφοράς (Km) και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του $K_{\text{Συλλογής/Km}}$ (L/t*Km) για κάθε κατηγορία Euro. Η ευθεία με την μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη του Euro II με κλίση 0,56 L/t*Km και στην συνέχεια ακολουθεί το Euro IV με κλίση 0,36 L/t*Km και τέλος το Euro VI με κλίση 0,23 L/t*Km. Όμοια με την συλλογή έτσι και στην μεταφορά παρατηρείται ότι τα απορριμματοφόρα παλαιότερης κατηγορίας έχουν μεγαλύτερη κατανάλωση από τα πιο νέα απορριμματοφόρα γεγονός το οποίο όπως έχει προαναφερθεί είναι αναμενόμενο.

4.3 Καταναλώσεις για τη συλλογή βιοαποβλήτων

Ύστερα από επεξεργασία των δεδομένων μας σύμφωνα με την μεθοδολογία που έχει προαναφερθεί οι τιμές των μεγεθών: $K_{\text{συλλογής}}$, μέση κατανάλωση συλλογής, χιλιομετρική απόσταση συλλογής και $K_{\text{συλλογής/km}}$, για κάθε τομέα κάλυψης του Δήμου Περιστερίου, για τα βιοαπόβλητα, φαίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11: Απεικόνιση των μεγεθών: $K_{\text{συλλογής}}$, μέση κατανάλωση συλλογής, χιλιομετρική απόσταση συλλογής και $K_{\text{συλλογής/km}}$, για κάθε τομέα κάλυψης, για τα βιοαπόβλητα.

Τομέας Κάλυψης	$K_{\text{συλλογής}}$ (L/t)	Μέση κατανάλωση συλλογής (L/km)	$K_{\text{συλλογής/Km}}$ (L/t*Km)	$K_{\text{πλήρους/Km}}$ (L/t*Km)
Αστική	14,25	0.4	1,14	1,43
Βιοτεχνική	9,31	0.39	0,72	0,91
Αστική	19,10	0.37	0,66	0,84
Αστική	25,46	0.39	0,70	0,31
Αστική	28,54	0.33	0,94	1,23
Αστική	17,44	0.34	0,63	0,81

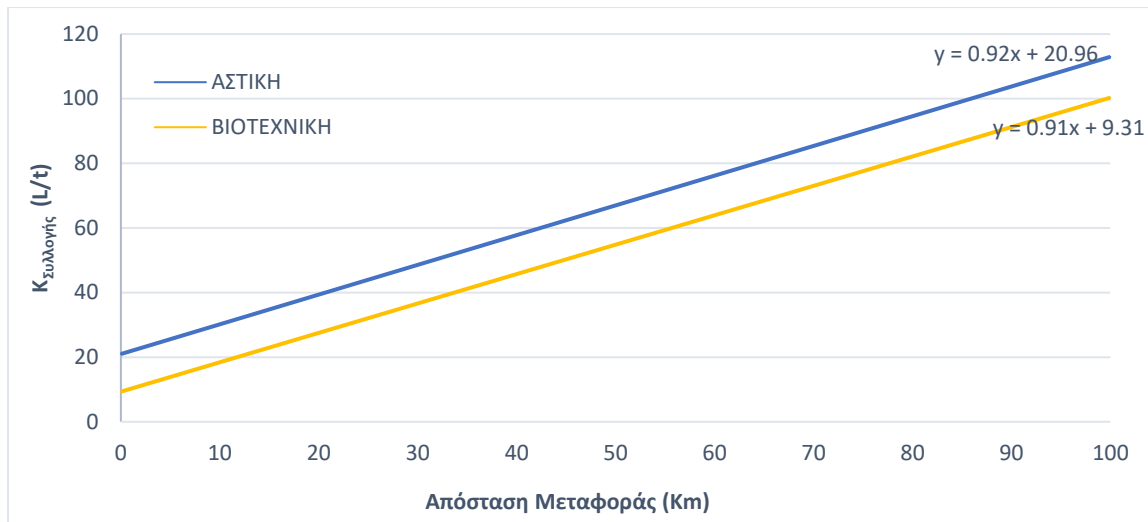


Διάγραμμα 9: Συλλογή βιοαποβλήτων.

Το Διάγραμμα 9 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά μάζα βιοαποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή τους σύμφωνα με τις κατηγορίες ζωνών του Δήμου Περιστερίου (Αστική, Βιοτεχνική).

Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου (L), ανά τόνο (t) βιοαποβλήτων, ανά χιλιόμετρο συλλογής (km). Παρατηρείται ότι η ευθεία με την μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη της αστικής ζώνης ($0,81 \text{ L/t*Km}$) και στην συνέχεια ακολουθεί η βιοτεχνική ζώνη με κλίση $0,72 \text{ L/t*Km}$. Η μεγάλη κλίση αντιπροσωπεύεται από το γεγονός ότι εκεί έχουμε μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο βιοαποβλήτων. Η μικρή κλίση στην βιοτεχνική ζώνη είναι αναμενόμενη καθώς σε αυτή τη ζώνη έχουμε αυξημένες ποσότητες βιοαποβλήτων (λαϊκές αγορές, super-markets, κλπ.), άρα η συλλογή τους είναι αρκετά πιο γρήγορη χωρίς να σπαταλάτε πολύ καύσιμο και συλλέγοντες μεγάλες ποσότητες. Επιπροσθέτως, αξίζει να σημειωθεί ότι η συλλογή βιοαποβλήτων στον αντίστοιχο «καφέ κάδο» αποτελεί κάτι καινούργιο και οι κάτοικοι του δήμου δεν έχουν ενημερωθεί πλήρως με την συλλογή τους. Ακόμη, η συλλογή κάθε είδους αποβλήτων είναι δυσκολότερη σε αστικές περιοχές καθώς οι δρόμοι είναι πολύ στενοί και η πρόσβαση σε πολλά σημεία δύσκολη. Επομένως, έτσι δικαιολογείται και η διάσχιση πολλών χιλιομέτρων για την συλλογή των βιοαποβλήτων στην αστική ζώνη του Δήμου.

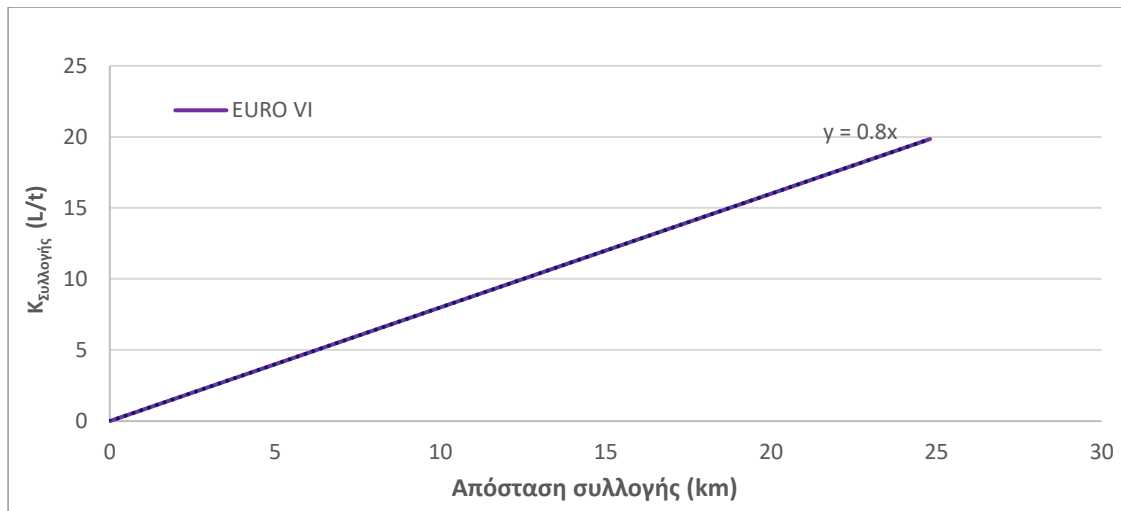
Σχετικά με τις χιλιομετρικές αποστάσεις που διανύουν τα απορριμματοφόρα για την συλλογή των βιοαποβλήτων, παρατηρείται ότι στην αστική ζώνη τα απορριμματοφόρα διανύουν μια απόσταση ίση με 27 χιλιόμετρα ενώ στην βιοτεχνική διανύουν μια σαφώς μικρότερη απόσταση, ίση με 13 χιλιόμετρα. Η μεγάλη διαφορά των χιλιομετρικών αποστάσεων μεταξύ της αστικής και βιοτεχνικής ζώνης, οφείλεται στη μεγαλύτερη ποσότητα βιοαποβλήτων που συγκεντρώνονται στην βιοτεχνική ζώνη γεγονός το οποίο είναι αναμενόμενο καθώς η ζώνη αυτή του Δήμου Περιστερίου απαρτίζεται από 5 μεγάλες λαϊκές αγορές όπου εκεί τα κύρια προϊόντα απόρριψης είναι βιοαπόβλητα (υπολείμματα τροφών, χάρτινες σακούλες, στερεά τρόφιμα που έχουν λήξει, κλπ.)



Διάγραμμα 10: Μεταφορά βιοαποβλήτων.

Το Διάγραμμα 10 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά μάζα βιοαποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη μεταφορά τους σύμφωνα με τις κατηγορίες ζωνών του Δήμου Περιστερίου (Αστική, Βιοτεχνική).

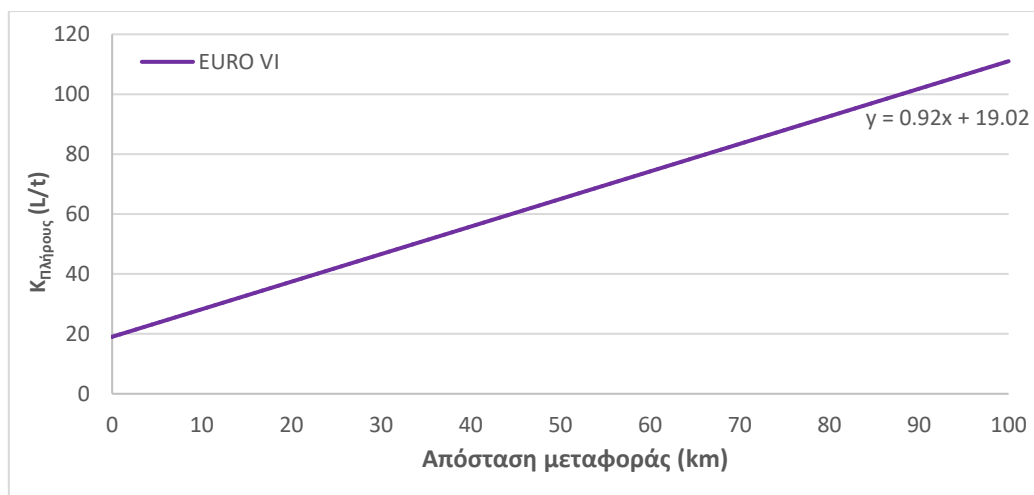
Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου (L), ανά τόνο (t) βιοαποβλήτων, ανά χιλιόμετρο μεταφοράς (Km). Η ευθεία με την μεγαλύτερη κλίση είναι εκείνη της αστικής ζώνης 0,92 L/t*Km και στην συνέχεια ακολουθεί η βιοτεχνική ζώνη με κλίση ίση με 0,91 L/t*Km. Η μεγάλη κλίση αντιπροσωπεύεται από το γεγονός ότι η κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο βιοαποβλήτων για συγκεκριμένη χιλιομετρική απόσταση είναι μεγαλύτερη, σε σχέση με τις υπόλοιπες ζώνες. Ωστόσο οι καταναλώσεις δεν διαφέρουν σημαντικά και έτσι δεν μπορεί να εξαχθεί κάποιο άμεσο συμπέρασμα. Τέλος παρατηρείται ότι η ευθεία κάθε ζώνης ξεκινάει από ένα αρχικό σημείο το οποίο υποδηλώνει ότι κατά την έναρξη της μεταφοράς υπάρχει ήδη μια κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο βιοαποβλήτων η οποία προφανώς οφείλετε στην διαδικασία συλλογή τους.



Διάγραμμα 11: Συλλογή βιοαποβλήτων ανά Euro.

Το Διάγραμμα 11 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά μάζα βιοαποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή τους σύμφωνα με το τύπου απορριμματοφόρου Euro VI.

Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου (L), ανά τόνο (t) βιοαποβλήτων, ανά χιλιόμετρο συλλογής (Km) και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του $K_{\text{συλλογής/Km}} \text{ (L/t*Km)}$ για κάθε κατηγορία Euro. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε για την συλλογή των βιοαποβλήτων χρησιμοποιούνται μόνο απορριμματοφόρα EURO VI λόγω της πρόσφατης εξέλιξης τους, ωστόσο η κατανάλωση είναι αρκετά μεγάλη. Αυτό προφανώς οφείλεται στη συλλογή μικρής ποσότητας βιοαποβλήτων και στην ελλιπείς ξεχωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων.

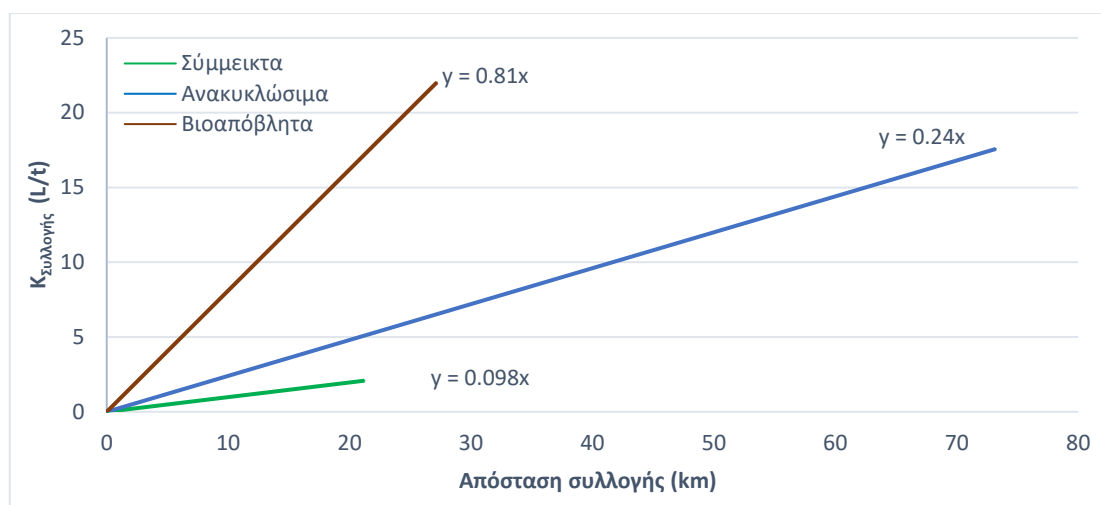


Διάγραμμα 12: Μεταφορά βιοαποβλήτων ανά Euro.

Το Διάγραμμα 12 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά μάζα βιοαποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη μεταφορά τους σύμφωνα με το τύπου απορριμματοφόρου Euro VI.

Ο συντελεστής της γραμμικής εξίσωσης της ευθείας αποτελεί τα λίτρα καυσίμου (L), ανά τόνο (t) βιοαποβλήτων, ανά χιλιόμετρο συλλογής (km) και προκύπτει από τον μέσο όρο των τιμών του $\text{Κηλίτρους}/\text{km}$ ($\text{L}/\text{t} \cdot \text{km}$) για κάθε κατηγορία Euro. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε για την μεταφορά των βιοαποβλήτων χρησιμοποιούνται μόνο απορριμματοφόρα EURO VI λόγω της πρόσφατης εξέλιξης τους, ωστόσο η κατανάλωση είναι αρκετά μεγάλη. Αυτό προφανώς οφείλεται στη συλλογή μικρής ποσότητας βιοαποβλήτων και στην ελλιπείς ξεχωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων. Τέλος, παρατηρείται ότι οι καταναλώσεις της μεταφοράς είναι σαφώς μεγαλύτερες έναντι της συλλογής (για παράδειγμα κατά την συλλογή στην κατηγορία Euro VI έχουμε συντελεστή εξίσωσης 0,80 ενώ κατά την μεταφορά 0,92), γεγονός το οποίο είναι απόλυτα αναμενόμενο λόγω της μεγάλης ποσότητας βιοαποβλήτων που μεταφέρει το απορριμματοφόρο καθ' όλη την διαδρομή προς τον χώρο απόρριψης (ΧΥΤΑ Λιοσίων), σε αντίθεση κατά την συλλογή.

Σύγκριση καταναλώσεων ανά ρεύμα αποβλήτου συλλογής

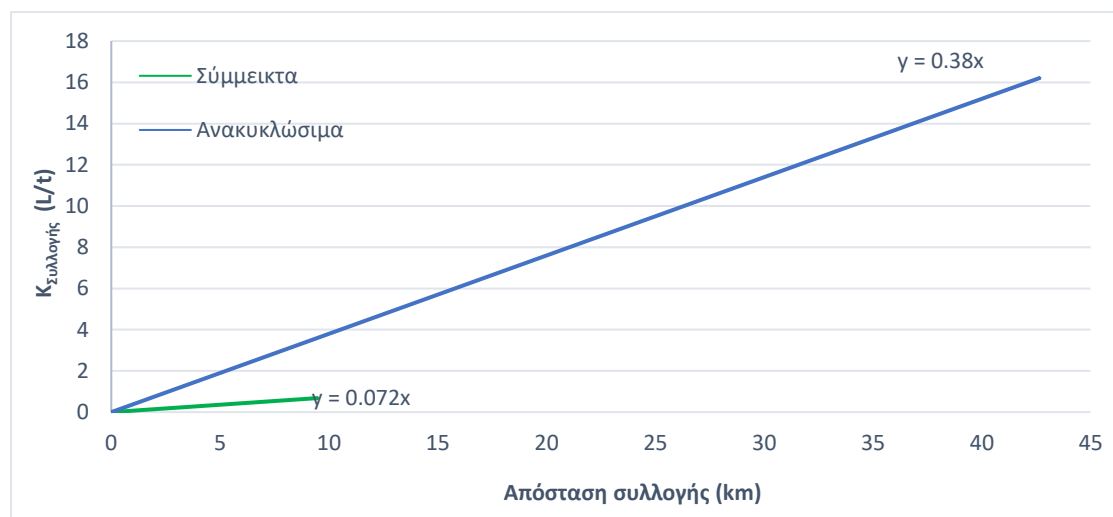


Διάγραμμα 13: Σύγκριση καταναλώσεων τριών ρευμάτων αποβλήτων για την συλλογή της αστικής ζώνης.

Το Διάγραμμα 13 παρουσιάζει τη κατανάλωση καυσίμου (L) ανά μάζα αποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή τριών βασικών ρευμάτων αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα), στην αστική ζώνη.

Το ρεύμα με την μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου είναι των βιοαποβλήτων με μια κλίση ίση με 0,81 L/t*km, ακολουθούν τα ανακυκλώσιμα με κλίση 0,24 L/t*km και τέλος τα σύμμεικτα απόβλητα με κλίση 0,098 L/t*km. Η μεγάλη κατανάλωση στην περίπτωση των βιοαποβλήτων οφείλεται στο γεγονός ότι σε αστικές περιοχές οι κάτοικοι δεν είναι αρκετά ενημερωμένοι με την ξεχωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων και έτσι το κάθε απορριμματοφόρο διανύει μεγάλες αποστάσεις (περίπου 30 χιλιόμετρα συλλογής σύμφωνα με το διάγραμμα) και συλλέγει πολύ μικρές ποσότητες βιοαποβλήτων. Επομένως έτσι εξηγείται και η αρκετά μεγάλη κατανάλωση. Αντίστοιχα με τα βιοαπόβλητα, συμβαίνει και στην περίπτωση των ανακυκλώσιμων συγκριτικά με τα σύμμεικτα, όπου βλέπουμε στην περίπτωση των ανακυκλώσιμων μια μεγαλύτερη κατανάλωση η οποία επίσης οφείλεται στην έλλειψη συμμετοχής των πολιτών στην ανακύκλωση. Ακόμη παρατηρούμε μια εξαιρετικά μεγάλη απόσταση συλλογής (περίπου 70 χιλιόμετρα) προκειμένου να συλλέξει όλα τα ανακυκλώσιμα υλικά. Τέλος, η συλλογή των σύμμεικτων αποβλήτων απαρτίζεται από μια χαμηλή κατανάλωση και μικρή απόσταση συλλογής (περίπου 20 χιλιόμετρα), το οποίο ήταν

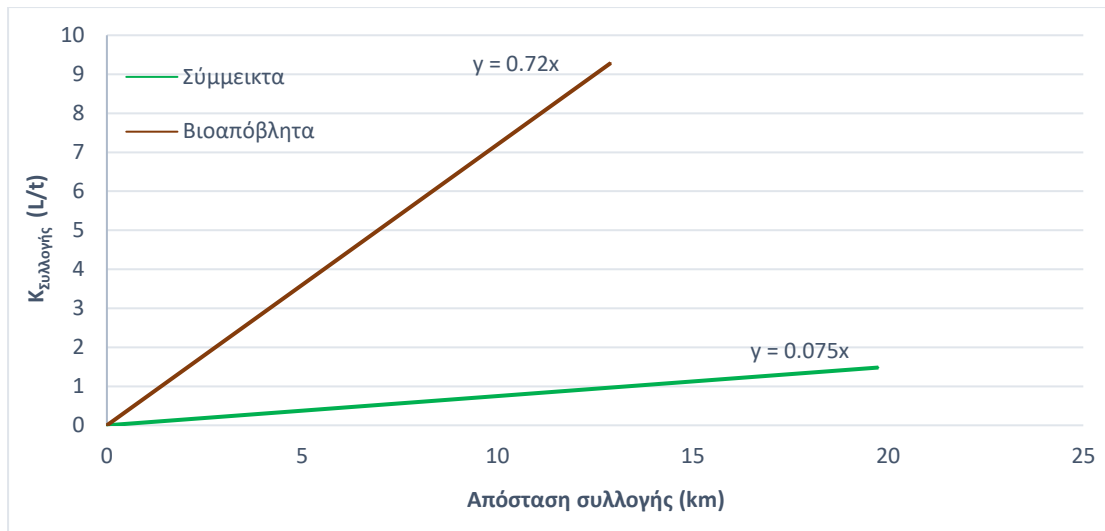
αναμενόμενο καθώς η μαζική απόρριψη αποβλήτων στους πράσινους κάδους είναι η «εύκολη» λύση για πολλούς.



Διάγραμμα 14: Σύγκριση καταναλώσεων δύο ρευμάτων αποβλήτων για την συλλογή της εμπορικής ζώνης.

Το Διάγραμμα 14 παρουσιάζει τη κατανάλωση καυσίμου (L) ανά μάζα αποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή δυο βασικών ρευμάτων αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα), στην εμπορική ζώνη.

Παρατηρείται όμοια με παραπάνω ότι στην περίπτωση των ανακυκλώσιμων έχουμε μεγαλύτερη κατανάλωση με μια κλίση ίση με 0,38 L/t*km σε σχέση με τα σύμμεικτα απόβλητα όπου έχουμε χαμηλότερη κατανάλωση και μια κλίση ίση με 0,072 L/t*km. Η μεγάλη κατανάλωση και η μεγάλες χιλιομετρικές αποστάσεις που διανύονται (περίπου 45 χιλιόμετρα) στην περίπτωση των ανακυκλώσιμων όπως αναφέραμε και παραπάνω οφείλεται στην μικρή συμμετοχή των πολιτών της εμπορικής ζώνης στην ανακύκλωση. Αντίθετα, για τα σύμμεικτα απόβλητα τα οποία απαρτίζονται από μια μικρή κατανάλωση το κάθε απορριμματοφόρο διανύει μια σχετικά μικρή απόσταση για την συλλογή (περίπου 10 χιλιόμετρα) λόγω της «εύκολη» μαζικής απόρριψης όπως προαναφέραμε.

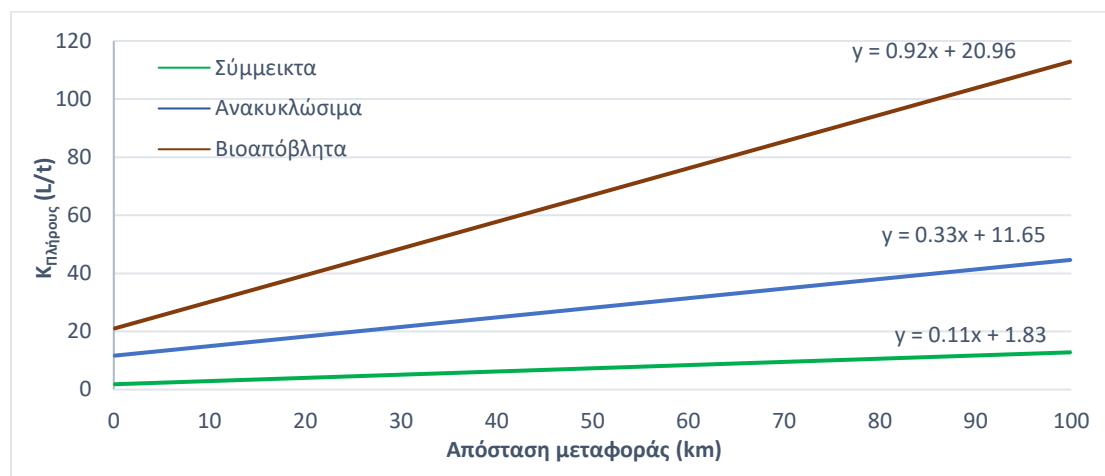


Διάγραμμα 15: Σύγκριση καταναλώσεων δύο ρευμάτων αποβλήτων για την συλλογή της βιοτεχνικής ζώνης.

Το Διάγραμμα 15 παρουσιάζει τη κατανάλωση καυσίμου (L) ανά μάζα αποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη συλλογή δυο βασικών ρευμάτων αποβλήτων (σύμμεικτα, βιοαπόβλητα), στην βιοτεχνική ζώνη.

Παρατηρείται πως η κατανάλωση στην περίπτωση των βιοαποβλήτων τα οποία έχουν μια κλίση ίση με $0,72 \text{ L/t*km}$ είναι σαφώς μεγαλύτερη συγκριτικά με τα σύμμεικτα απόβλητα τα οποία έχουν μια κλίση ίση με $0,075 \text{ L/t*km}$. Η συνολική απόσταση που διανύει κάθε απορριμματοφόρο στην περίπτωση των βιοαποβλήτων είναι περίπου 13 χιλιόμετρα λόγω της αυξημένης ποσότητας που παράγονται στη βιοτεχνική ζώνη, έναντι των σύμμεικτων αποβλήτων τα οποία απαιτούν μεγαλύτερες αποστάσεις, περίπου 20 χιλιόμετρα προφανώς λόγω της μικρότερης ποσότητας παραγωγής στην ζώνη μελέτης.

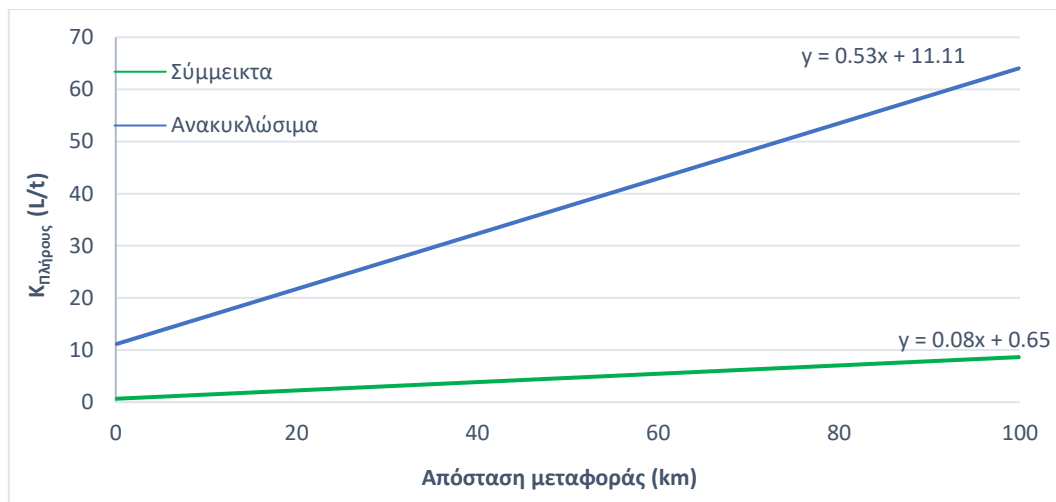
Σύγκριση καταναλώσεων ανά ρεύμα αποβλήτου για τη μεταφορά τους



Διάγραμμα 16: Σύγκριση καταναλώσεων τριών ρευμάτων αποβλήτων για την μεταφορά της αστικής ζώνης.

Το Διάγραμμα 16 παρουσιάζει τη κατανάλωση καυσίμου (L) ανά μάζα αποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη μεταφορά τριών βασικών ρευμάτων αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα), για την αστική ζώνη.

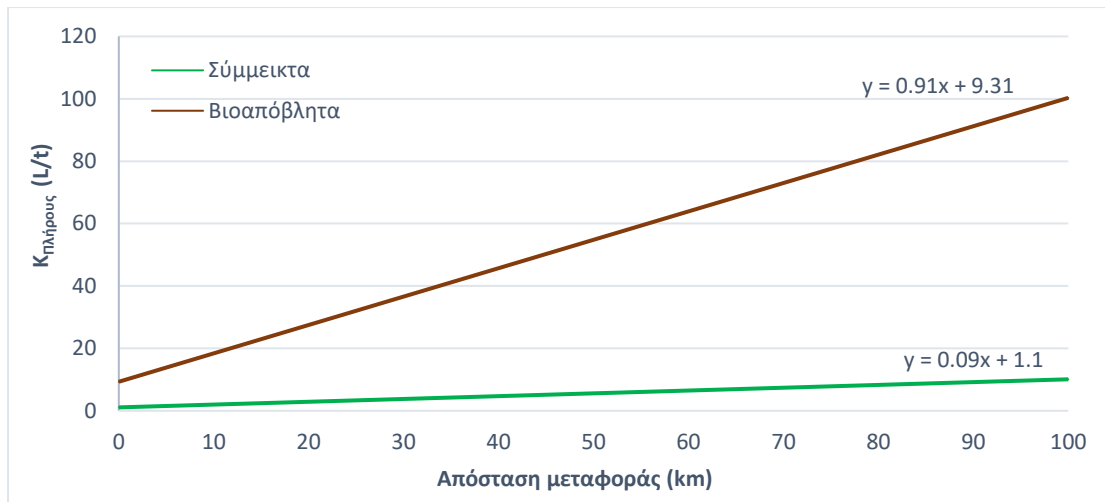
Όμοια με τη συλλογή έτσι και στην μεταφορά στην περίπτωση των βιοαποβλήτων έχουμε αυξημένη κατανάλωση (0,92 L/t*km) συγκριτικά με τα ανακυκλώσιμα (0,33 L/t*km) και τα σύμμεικτα (0,11 L/t*km) το οποίο προφανώς οφείλεται στην μειωμένη μάζα αποβλήτων που συλλέγουν τα απορριμματοφόρα. Επίσης παρατηρούμε ότι και τα ανακυκλώσιμα συγκριτικά με τα σύμμεικτα έχουν μεγαλύτερη κατανάλωση εξαιτίας της μειωμένης ποσότητας ανακυκλώσιμων που συγκεντρώνονται στο Δήμο. Ακόμη, η κατανάλωση των σύμμεικτων αποβλήτων είναι αρκετά μικρή το οποίο επαληθεύει ότι για τους περισσότερους η μαζική απόρριψη των αποβλήτων στον πράσινο κάδο είναι η εύκολη λύση. Τέλος, να αναφερθεί ότι οι καταναλώσεις και των τριών ρευμάτων κατά την μεταφορά είναι αρκετά μεγαλύτερες έναντι της συλλογής. Για παράδειγμα για την συλλογή των βιοαποβλήτων, ανακυκλώσιμων και σύμμεικτων στην αστική ζώνη, η κλίση είναι 0,81 L/t*km, 0,24 L/t*km και 0,098 L/t*km έναντι της μεταφοράς όπου οι κλίσεις είναι 0,92 L/t*km, 0,33 L/t*km και 0,11 L/t*km αντίστοιχα, γεγονός το οποίο είναι αναμενόμενο λόγω του αυξημένου φορτίου που μεταφέρουν προς το χώρο απόρριψης.



Διάγραμμα 17: Σύγκριση καταναλώσεων δύο ρευμάτων αποβλήτων για την μεταφορά της εμπορικής ζώνης.

Το Διάγραμμα 17 παρουσιάζει τη μεταβολή καυσίμου (L) ανά μάζα αποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη μεταφορά τους για δύο ρεύματα αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα), για την εμπορική ζώνη.

Όμοια με τη συλλογή έτσι και στην μεταφορά στην περίπτωση των ανακυκλώσιμων έχουμε αυξημένη κατανάλωση (0,53 L/t*km) συγκριτικά με τα σύμμεικτα (0.08 L/t*km), το οποίο προφανώς οφείλεται στην μειωμένη ποσότητα συλλογής ανακυκλώσιμων που συλλέγουν άρα και μεταφέρουν τα απορριμματοφόρα. Τέλος, να αναφερθεί ότι οι καταναλώσεις και των δύο ρευμάτων αποβλήτων κατά την μεταφορά είναι αρκετά μεγαλύτερες έναντι της συλλογής. Για παράδειγμα για την συλλογή των ανακυκλώσιμων και σύμμεικτων στην εμπορική ζώνη, οι κλίσεις είναι 0,38 L/t*km και 0.072 L/t*km αντίστοιχα έναντι της μεταφοράς όπου οι κλίσεις είναι 0,53 L/t*km και 0,08 L/t*km αντίστοιχα, γεγονός το οποίο είναι αναμενόμενο λόγω του αυξημένου φορτίου που μεταφέρουν προς το χώρο απόρριψης.



Διάγραμμα 18: Σύγκριση καταναλώσεων δύο ρευμάτων αποβλήτων για την μεταφορά της βιοτεχνικής ζώνης.

Το Διάγραμμα 18 παρουσιάζει τη κατανάλωση καυσίμου (L) ανά μάζα αποβλήτων (t) συναρτήσει της απόστασης (km) που διανύει το απορριμματοφόρο για τη μεταφορά δυο βασικών ρευμάτων αποβλήτων (σύμμεικτα, βιοαπόβλητα), για την βιοτεχνική ζώνη.

Όμοια με τη συλλογή έτσι και στην μεταφορά στην περίπτωση των βιοαποβλήτων έχουμε αυξημένη κατανάλωση (0,91 L/t*km) συγκριτικά με τα σύμμεικτα (0.09 L/t*km), το οποίο προφανώς οφείλεται στην μειωμένη ποσότητα συλλογής βιοαποβλήτων από τα απορριμματοφόρα. Να αναφερθεί ότι οι καταναλώσεις και των δύο ρευμάτων αποβλήτων κατά την μεταφορά είναι αρκετά μεγαλύτερες έναντι της συλλογής. Για παράδειγμα για την συλλογή των βιοαποβλήτων και σύμμεικτων στην βιοτεχνική ζώνη, οι κλίσεις είναι 0,72 L/t*km και 0.075 L/t*km αντίστοιχα έναντι της μεταφοράς όπου οι κλίσεις είναι 0,91 L/t*km και 0,09 L/t*km αντίστοιχα, γεγονός το οποίο είναι αναμενόμενο λόγω του αυξημένου φορτίου που μεταφέρουν προς το χώρο απόρριψης.

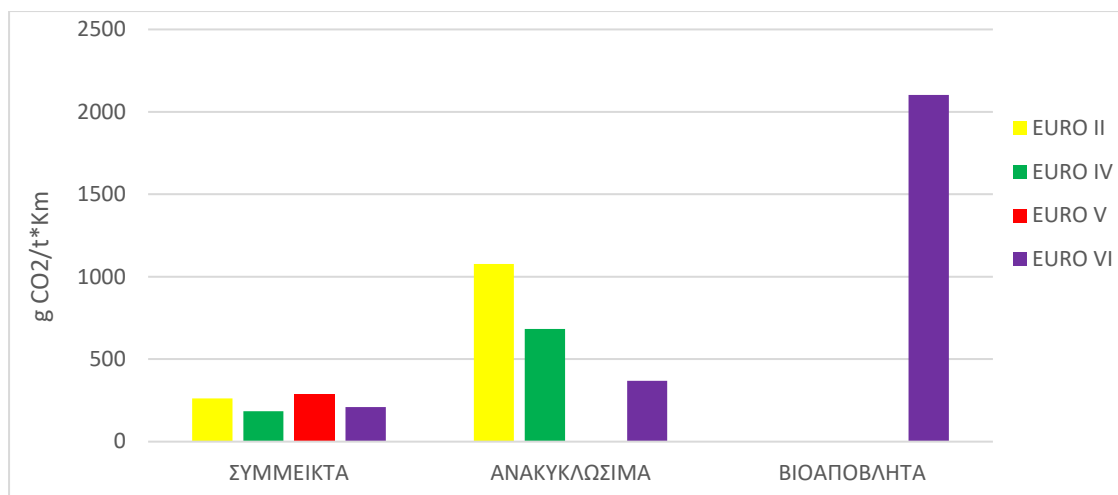
4.4 Εκπομπές ρύπων

4.4.1 Εκπομπές CO₂ (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)

Πίνακας 12: Εκπομπές CO₂ σύμμεικτων αποβλήτων, ανακυκλώσιμων και βιοαποβλήτων ανά κατηγορία EURO.

ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	
EURO	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ($\frac{g\ CO_2}{t \cdot Km}$)
EURO II	262.9
EURO IV	184.03
EURO V	289.19
EURO VI	210.32
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ	
EURO	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ($\frac{g\ CO_2}{t \cdot Km}$)
EURO II	1077.89
EURO IV	683.54
EURO V	-
EURO VI	368.06
ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ	
EURO	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ($\frac{g\ CO_2}{t \cdot Km}$)
EURO II	-
EURO IV	-
EURO V	-
EURO VI	2103.2

Σύμφωνα με τις τιμές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που υπολογίστηκαν στο Πίνακα 12 κατασκευάστηκε το Διάγραμμα 19.



Διάγραμμα 19: Εκπομπές CO₂.

Το Διάγραμμα 19 παρουσιάζει την ποσότητα των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (g CO₂) ανά μάζα αποβλήτου (t), ανά χιλιόμετρο συλλογής (km), σύμφωνα με τους τύπους των απορριμματοφόρων (Euro II, Euro IV, Euro V, Euro VI), για τα τρία ρεύματα αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα).

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι τιμές των εκπομπών για τα Euro II στην περίπτωση των σύμμεικτων αποβλήτων και των ανακυκλώσιμων είναι μεγαλύτερες συγκριτικά με τα υπόλοιπα Euro γεγονός το οποίο ήταν αναμενόμενο. Ωστόσο, αυτό δεν είναι απόλυτο καθώς όπως έχουμε αναφερθεί και παραπάνω, η κατανάλωση καυσίμου η οποία συνδέεται άμεσα με τις εκπομπές ρύπων εξαρτάται από πολλούς αστάθμητους παράγοντες.

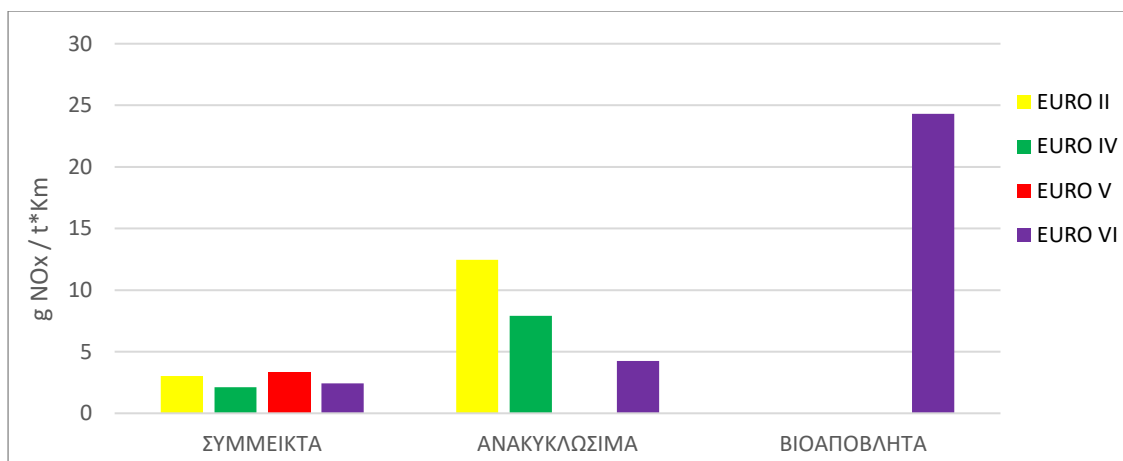
Ακόμη, αξίζει να σχολιάσουμε το γεγονός ότι στα ανακυκλώσιμα οι εκπομπές είναι πολύ μεγαλύτερες από τα σύμμεικτα απόβλητα για τα Euro II, IV και V, το οποίο πιθανότατα οφείλεται στην υψηλή κατανάλωση των απορριμματοφόρων για την συλλογή τους, λόγω του ότι χρειάζεται να διανύσουν μεγάλη απόσταση προκειμένου να γεμίσουν (και πολλές φορές δεν καταφέρνουν ούτε να γεμίσουν). Επίσης, σχετικά με τα βιοαπόβλητα τα οποία χρησιμοποιούν μόνο απορριμματοφόρα Euro VI λόγω της πρόσφατης εξέλιξης τους, παρατηρούμε ότι έχουν μια τρομερά μεγάλη τιμή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο ομοίως με παραπάνω οφείλεται στην υψηλή κατανάλωση καυσίμου κατά την συλλογή, λόγω της ελάχιστης συμμετοχής των πολιτών στην ξεχωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων.

4.4.2 Εκπομπές NO_x (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)

Πίνακας 13: Εκπομπές NO_x σύμμεικτων αποβλήτων, ανακυκλώσιμων και βιοαποβλήτων ανά κατηγορία EURO.

ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	
EURO	ΕΚΠΟΜΠΕΣ NO _x ($\frac{g\ NO_x}{t \cdot km}$)
EURO II	3,04
EURO IV	2,13
EURO V	3,34
EURO VI	2,43
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ	
EURO	ΕΚΠΟΜΠΕΣ NO _x ($\frac{g\ NO_x}{t \cdot km}$)
EURO II	12,46
EURO IV	7,90
EURO V	-
EURO VI	4,26
ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ	
EURO	ΕΚΠΟΜΠΕΣ NO _x ($\frac{g\ NO_x}{t \cdot km}$)
EURO II	-
EURO IV	-
EURO V	-
EURO VI	24,32

Σύμφωνα με τις τιμές των εκπομπών των οξειδίων του αζώτου NO_x που υπολογίστηκαν στο Πίνακα 13 κατασκευάστηκε το Διάγραμμα 20.



Διάγραμμα 20: Εκπομπές NO_x.

Το Διάγραμμα 20 παρουσιάζει την ποσότητα των οξειδίων του αζώτου (g NO_x) ανά μάζα αποβλήτου (t), ανά χιλιόμετρο συλλογής (km), σύμφωνα με τους τύπους των απορριμματοφόρων (Euro II, Euro IV, Euro V, Euro VI), για τα τρία ρεύματα αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα).

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι τιμές των εκπομπών για τα Euro II στην περίπτωση των σύμμεικτων αποβλήτων και των ανακυκλώσιμων είναι ελαφρώς μεγαλύτερες συγκριτικά με τα υπόλοιπα Euro γεγονός το οποίο ήταν αναμενόμενο λόγω της παλαιότητας τους. Ωστόσο, αυτό δεν είναι απόλυτο (όπως μπορούμε να δούμε στην περίπτωση των σύμμεικτων αποβλήτων στα Euro V τα οποία έχουν μεγαλύτερες εκπομπές από τα Euro V), καθώς όπως έχουμε αναφερθεί και παραπάνω, η κατανάλωση καυσίμου η οποία συνδέεται άμεσα με τις εκπομπές ρύπων εξαρτάται από πολλούς αστάθμητους παράγοντες.

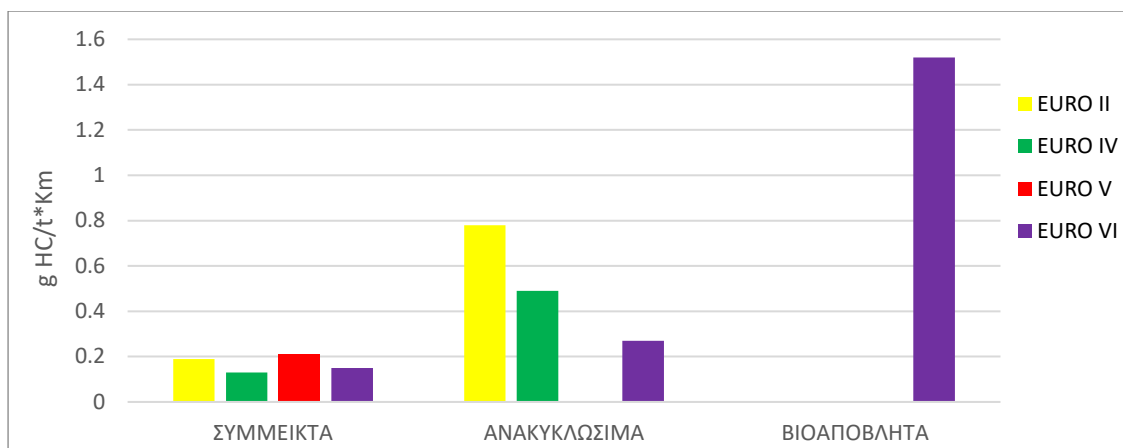
Ακόμη, αξίζει να σχολιάσουμε το γεγονός ότι στα ανακυκλώσιμα οι εκπομπές είναι πολύ μεγαλύτερες από τα σύμμεικτα απόβλητα για τα Euro II, IV και V, το οποίο πιθανότατα οφείλεται στην υψηλή κατανάλωση των απορριμματοφόρων για την συλλογή τους, λόγω του ότι χρειάζεται να διανύσουν μεγάλη απόσταση προκειμένου να γεμίσουν (και πολλές φορές δεν καταφέρνουν ούτε να γεμίσουν). Επίσης, σχετικά με τα βιοαπόβλητα τα οποία χρησιμοποιούν μόνο απορριμματοφόρα Euro VI λόγω της πρόσφατης εξέλιξης τους, παρατηρούμε ότι έχουν μια τρομερά μεγάλη τιμή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο ομοίως με παραπάνω οφείλεται στην υψηλή κατανάλωση καυσίμου κατά την συλλογή, λόγω της ελάχιστης συμμετοχής των πολιτών στην ξεχωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων.

4.4.3 Εκπομπές HC (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)

Πίνακας 14: Εκπομπές HC σύμμεικτων αποβλήτων, ανακυκλώσιμων και βιοαποβλήτων ανά κατηγορία EURO.

ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	
EURO	ΕΚΠΟΜΠΕΣ HC ($\frac{g \text{ HC}}{t \cdot km}$)
EURO II	0,19
EURO IV	0,13
EURO V	0,21
EURO VI	0,15
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ	
EURO	ΕΚΠΟΜΠΕΣ HC ($\frac{g \text{ HC}}{t \cdot km}$)
EURO II	0,78
EURO IV	0,49
EURO V	-
EURO VI	0,27
ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ	
EURO	ΕΚΠΟΜΠΕΣ HC ($\frac{g \text{ HC}}{t \cdot km}$)
EURO II	-
EURO IV	-
EURO V	-
EURO VI	1,52

Σύμφωνα με τις τιμές των εκπομπών των υδρογονανθράκων HC που υπολογίστηκαν στο Πίνακα 14 κατασκευάστηκε το Διάγραμμα 21.



Διάγραμμα 21: Εκπομπές HC.

Το Διάγραμμα 21 παρουσιάζει την ποσότητα των υδρογονανθράκων (g HC) ανά μάζα αποβλήτου (t), ανά χιλιόμετρο συλλογής (km), σύμφωνα με τους τύπους των απορριμματοφόρων (Euro II, Euro IV, Euro V, Euro VI), για τα τρία ρεύματα αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα).

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι τιμές των εκπομπών για τα Euro II στην περίπτωση των σύμμεικτων αποβλήτων και των ανακυκλώσιμων είναι ελαφρώς μεγαλύτερες συγκριτικά με τα υπόλοιπα Euro γεγονός το οποίο ήταν αναμενόμενο λόγω της παλαιότητας τους. Ωστόσο, αυτό δεν είναι απόλυτο (όπως μπορούμε να δούμε στην περίπτωση των σύμμεικτων αποβλήτων στα Euro V τα οποία έχουν μεγαλύτερες εκπομπές από τα Euro VI τα οποία είναι πιο σύγχρονα), καθώς όπως έχουμε αναφερθεί και παραπάνω, η κατανάλωση καυσίμου η οποία συνδέεται άμεσα με τις εκπομπές ρύπων εξαρτάται από πολλούς αστάθμητους παράγοντες.

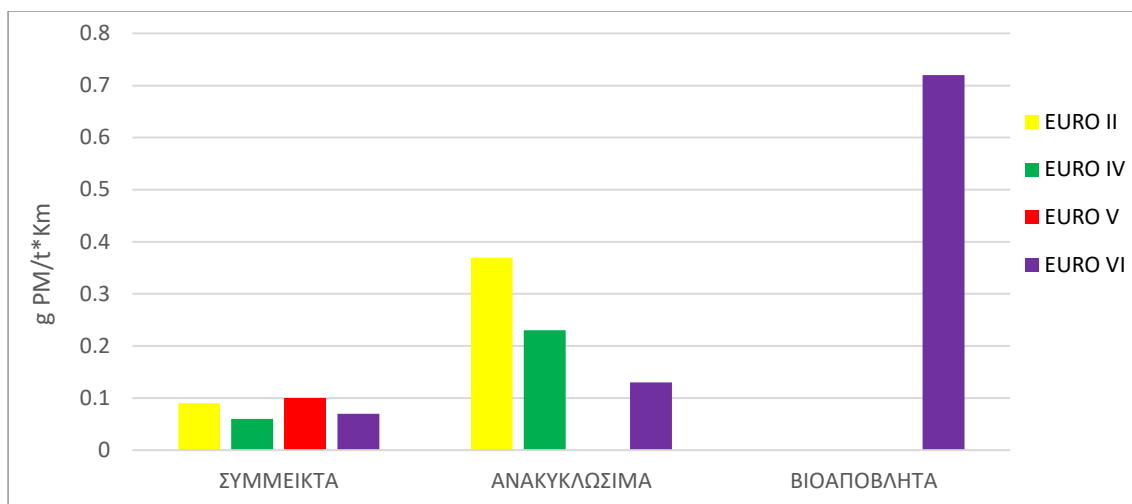
Ακόμη, αξίζει να σχολιάσουμε το γεγονός ότι στα ανακυκλώσιμα οι εκπομπές είναι πολύ μεγαλύτερες από τα σύμμεικτα απόβλητα για τα Euro II, IV και V, το οποίο πιθανότατα οφείλεται στην υψηλή κατανάλωση των απορριμματοφόρων για την συλλογή τους, λόγω του ότι χρειάζεται να διανύσουν μεγάλη απόσταση προκειμένου να γεμίσουν (και πολλές φορές δεν καταφέρνουν ούτε να γεμίσουν). Επίσης, σχετικά με τα βιοαπόβλητα τα οποία χρησιμοποιούν μόνο απορριμματοφόρα Euro VI λόγω της πρόσφατης εξέλιξης τους, παρατηρούμε ότι έχουν μια τρομερά μεγάλη τιμή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο ομοίως με παραπάνω οφείλεται στην υψηλή κατανάλωση καυσίμου κατά την συλλογή, λόγω της ελάχιστης συμμετοχής των πολιτών στην ξεχωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων.

4.4.4 Εκπομπές PM (Σύμμεικτα απόβλητα-Ανακυκλώσιμα-Βιοαπόβλητα)

Πίνακας 15: Εκπομπές PM σύμμεικτων αποβλήτων, ανακυκλώσιμων και βιοαποβλήτων ανά κατηγορία EURO.

ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	
EURO	ΕΚΠΟΜΠΕΣ PM ($\frac{g \text{ PM}}{t \cdot km}$)
EURO II	0,09
EURO IV	0,06
EURO V	0,10
EURO VI	0,07
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ	
EURO	ΕΚΠΟΜΠΕΣ PM ($\frac{g \text{ PM}}{t \cdot km}$)
EURO II	0,37
EURO IV	0,23
EURO V	-
EURO VI	0,13
ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ	
EURO	ΕΚΠΟΜΠΕΣ PM ($\frac{g \text{ PM}}{t \cdot km}$)
EURO II	-
EURO IV	-
EURO V	-
EURO VI	0,72

Σύμφωνα με τις τιμές των εκπομπών των μικροσωματιδίων PM που υπολογίστηκαν στο Πίνακα 15 κατασκευάστηκε το Διάγραμμα 22.



Διάγραμμα 22: Εκπομπές PM.

Το Διάγραμμα 22 παρουσιάζει την ποσότητα των σωματιδίων (g PM) ανά μάζα αποβλήτου (t), ανά χιλιόμετρο συλλογής (km), σύμφωνα με τους τύπους των απορριμματοφόρων (Euro II, Euro IV, Euro V, Euro VI), για τα τρία ρεύματα αποβλήτων (σύμμεικτα, ανακυκλώσιμα, βιοαπόβλητα).

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι τιμές των εκπομπών για τα Euro II στην περίπτωση των σύμμεικτων αποβλήτων και των ανακυκλώσιμων είναι ελαφρώς μεγαλύτερες συγκριτικά με τα υπόλοιπα Euro γεγονός το οποίο ήταν αναμενόμενο λόγω της παλαιότητας τους. Ωστόσο, αυτό δεν είναι απόλυτο (όπως μπορούμε να δούμε στην περίπτωση των σύμμεικτων αποβλήτων στα Euro V τα οποία έχουν μεγαλύτερες εκπομπές από τα Euro VI τα οποία είναι πιο σύγχρονα), καθώς όπως έχουμε αναφερθεί και παραπάνω, η κατανάλωση καυσίμου η οποία συνδέεται άμεσα με τις εκπομπές ρύπων εξαρτάται από πολλούς αστάθμητους παράγοντες.

Ακόμη, αξίζει να σχολιάσουμε το γεγονός ότι στα ανακυκλώσιμα οι εκπομπές είναι πολύ μεγαλύτερες από τα σύμμεικτα απόβλητα για τα Euro II, IV και V, το οποίο πιθανότατα οφείλεται στην υψηλή κατανάλωση των απορριμματοφόρων για την συλλογή τους, λόγω του ότι χρειάζεται να διανύσουν μεγάλη απόσταση προκειμένου να γεμίσουν (και πολλές φορές δεν καταφέρνουν ούτε να γεμίσουν). Επίσης, σχετικά με τα βιοαπόβλητα τα οποία χρησιμοποιούν μόνο απορριμματοφόρα Euro VI λόγω της πρόσφατης εξέλιξης τους, παρατηρούμε ότι έχουν μια τρομερά μεγάλη τιμή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο ομοίως με παραπάνω οφείλεται στην υψηλή κατανάλωση καυσίμου κατά την

συλλογή, λόγω της ελάχιστης συμμετοχής των πολιτών στην ξεχωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων.

5. Συμπεράσματα και μελλοντικές προτάσεις

5.1 Συμπεράσματα

- ❖ Η κατανάλωση καυσίμου κατά την συλλογή και μεταφορά των βιοαποβλήτων, σε λίτρα καυσίμου (L) ανά μάζα αποβλήτου (t) είναι μεγαλύτερη, λόγω της μικρής συμμετοχής των πολιτών στην ξεχωριστή διαλογή των βιοαποβλήτων. Ακολούθως, είναι τα ανακυκλώσιμα με μικρότερη κατανάλωση (περίπου 40% μικρότερη των βιοαποβλήτων) και τέλος ακολουθούν τα σύμμεικτα απόβλητα τα οποία έχουν μια σχετικά μικρή κατανάλωση (περίπου 92% μικρότερη των βιοαποβλήτων) λόγω του ότι είναι η «εύκολη» λύση για όλους τους πολίτες, η απόρριψη όλων των απορριμμάτων στον πλησιέστερο κάδο.
- ❖ Οι μικρότερες καταναλώσεις σύμμεικτων αποβλήτων προέκυψαν στην εμπορική ζώνη καθώς εκεί υπάρχει πληθώρα κόσμου, απορρίπτονται μεγάλες ποσότητες από εμπορικά καταστήματα και η συλλογή είναι εύκολη. Ακόμη παρατηρήθηκε στην εμπορική ζώνη ως προς τα ανακυκλώσιμα, μεγαλύτερη κατανάλωση έναντι της αστικής ζώνης, το οποίο πιθανόν οφείλεται στο ότι η συμμετοχή των μαγαζιών στον διαχωρισμό των αποβλήτων είναι περιορισμένη ή υπάρχει μεγαλύτερη μάζα σύμμεικτων αποβλήτων.
- ❖ Επιπρόσθετα, προκύπτει ότι οι τέσσερις βασικές κατηγορίες κινητήρων απορριμματοφόρων (EURO II, EURO IV, EURO V, EUROVI), δεν επηρεάζουν σημαντικά την κατανάλωση καυσίμου. Αυτό που επηρεάζει την κατανάλωση καυσίμου κατά την συλλογή και μεταφορά αποβλήτων είναι το στυλ οδήγησης κάθε οδηγού αλλά και η κλίσεις του εδάφους στην περιοχή συλλογής.
- ❖ Οι τέσσερις βασικές κατηγορίες απορριμματοφόρων (EURO II, EURO IV, EURO V, EUROVI), επηρεάζουν σημαντικά τις εκπομπές των απορριμματοφόρων. Προφανώς λόγω της παλαιότητας των EURO II, εκεί είχαμε και τις μεγαλύτερες εκπομπές. Να αναφερθεί ότι στην περίπτωση των βιοαποβλήτων, κυριαρχεί το γεγονός ότι η κατανάλωση είναι σημαντικά μεγαλύτερη (περίπου 10 φορές μεγαλύτερη ως προς τα σύμμεικτα και ανακυκλώσιμα) και έτσι οι εκπομπές παρότι χρησιμοποιούνται μόνο απορριμματοφόρα EURO VI, είναι αρκετά υψηλές.
- ❖ Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο κυρίαρχος ρύπος που εκπέμπεται κατά την συλλογή των αποβλήτων είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO₂, (εκπέμπονται περίπου 2629 g CO₂, ανά λίτρο καυσίμου (L)), στην συνέχεια ακολουθούν τα οξείδια του αζώτου NO_x, (εκπέμπονται περίπου 30,4 g NO_x, ανά λίτρο καυσίμου (L)), μετά οι

υδρογονάνθρακες HC (εκπέμπονται περίπου 1,9 g HC ανά λίτρο καυσίμου (L)) και τέλος τα μικροσωματίδια PM (εκπέμπονται περίπου 0,9 g PM ανά λίτρο καυσίμου (L)).

5.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

- ❖ Χρήση απορριμματοφόρων υποδοχής δύο ή τριών ρευμάτων αποβλήτων προκειμένου να εξοικονομηθεί καύσιμο και να ελαχιστοποιηθούν οι εκπομπές ρύπων.



Εικόνα 22: Απορριμματοφόρο συλλογής δύο ρευμάτων αποβλήτων.

- ❖ Σταδιακή αναβάθμιση όλων των απορριμματοφόρων, σε απορριμματοφόρα κατηγορίας EURO VI με σκοπό την ελαχιστοποίηση των εκπομπών.
- ❖ Βελτιστοποίηση διαδρομών συλλογής με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) προκειμένου να έχουμε λιγότερη κατανάλωση καυσίμου άρα και λιγότερες εκπομπές ρύπων.
- ❖ Ανάλυση κύκλου ζωής (LCA) της ολοκληρωμένης διαχείρισης των βιοαποβλήτων με έξυπνα συστήματα ελέγχου κάδων.
- ❖ Βελτιστοποίηση σημείου εγκατάστασης σταθμού μεταφόρτωσης απορριμμάτων (ΣΜΑ).
- ❖ Μελέτη καταναλώσεων για τη συλλογή και μεταφορά αποβλήτων υγειονομικών μονάδων.

6. Βιβλιογραφία

Ξένη βιβλιογραφία

- Agyeman J., Evans B., Kates R.W. (1998) Greenhouse gases special: Thinking locally in science, practice and policy. *Local Environment*, 3(3), 382-383.
- Ali S. M., Pervaiz A., Afzal B., Hamid N., Yasmin A. (2014). Open dumping of municipal solid waste and its hazardous impacts on soil and vegetation diversity at waste dumping sites of Islamabad city. *Journal of King Saud University-Science* 26(1), 59–65.
- Annepu R. K. (2013). Observations from India's Waste Crisis. Waste-to-Energy Research and Technology Council. Columbia University.
- Asian Productivity Organization (APO) (2007) Solid Waste Management: Issues and Challenges in Asia.
- Arsova, L. (2010). Anaerobic Digestion of Food Wastes. Master's thesis. Columbia University. Available on Google.
- Barker T., Pollitt H., Summerton S. (2007). The Macroeconomic Effect of Unilateral Environmental Tax Reforms in Europe, 1995–2012. Paper presented at the Eighth Global Conference on Environmental Taxation Innovation, Technology and Employment: Impacts of Environmental Fiscal Reforms and Other Market-Based Instruments, October 18–20, 2007. Munich, Germany.
- Be Waste Wise. (2013). Solid waste management and climate change: Be waste wise: <http://wastewise.be/2013/08/solid-waste-management-and-climate-change/>
- Bebb J., Kersey, J. (2003). Potential Impacts of Climate Change on Waste Management. Report of the R&D Project X1–042. Entec UK Limited, Environmental Agency, Bristol, United Kingdom: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290358/sx1-042-tr-e-e.pdf
- Bogner J., Abdelrafie M.-Ahmed Diaz C., Faaij A., Gao Q., Hashimoto S., Mareckova K., Pipatti R., Zhang T. Waste management. In B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, and L. A. Meyer (eds.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Bulkeley H. (2000). Down to earth: Local government and greenhouse policy in Australia, *Australian Geographer*, 31(3), 289–308.

- Chaturvedi B. (2010). Mainstreaming Waste Pickers and the Informal Recycling Sector in the Municipal Solid Waste, Handling and Management Rules. A Discussion Paper. Women in Informal Employment: Globalizing and Organizing (WIEGO).
- Chintan (2009). Cooling Agents: An Analysis of Climate Change Mitigation by the Informal Recycling Sector in India. Report prepared in association with The Advocacy Project, Washington, D.C.
- Collier U. (1997). Local authorities and climate protection in the EU: Putting subsidiarity into practice, *Local Environment* 2(1), 39–57.
- Corsten M., Worrell E., Rouw M. van Duin A. (2013). The potential contribution of sustainable waste management to energy use and greenhouse gas emission reduction in the Netherlands. *Resources, Conservation and Recycling* 77, 13–21.
- Crivellari H. M. T., Dias S. M., de S. Pena A. (2008). Informação e trabalho: Uma leitura sobre os catadores de material reciclável a partir das bases públicas de dados. *Catadores na cena urbana*.
- DeAngelo B., Harvey L. D. (1998). The jurisdictional framework for municipal action to reduce greenhouse gas emissions: Case studies from Canada, USA and Germany, *Local Environment* 3(2), 111–136.
- Dong J., Ni M., Chi Y., Zou D., Fu C. (2013). Life cycle and economic assessment of source-separated MSW collection with regard to greenhouse gas emissions: A case study in China. *Environmental Science and Pollution Research International* 20(8), 5512–5524.
- Environmental Design of Industrial Products (EDIP). (2004). Lifecycle Assessment Database. Developed by the Danish Environmental Protection Agency in 1996, 2nd update. EDIP, Copenhagen, Denmark.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2009). National Waste Report for 2007.
- Environmental Protection Agency (EPA 2006). Global anthropogenic non-CO₂ greenhouse gas emissions: 1990–2020. Office of Atmospheric Programs, Climate Change Division.
- European Environment Agency (EEA). (2013). Managing Municipal Solid Waste – A Review Of Achievements In 32 European Countries. European Environment Agency EEA Report no. 2/2013.
- European Union (EU). (2010). Being wise with waste: The EU's approach to waste management: <http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/WASTE%20BROCHURE.pdf>

- Friedrich E., Trois C. (2013). GHG emission factors developed for the collection, transport and landfilling of municipal waste in South African municipalities. *Waste Management* 33(4), 1013–1026.
- Fruergaard T., Astrup T., Ekvall T. (2009). Energy use and recovery in waste management and implications for accounting of greenhouse gases and global warming contributions. *Waste Management and Research* 27.
- Furedy C. (2004). Urban organic solid waste: Reuse practices and issues for solid waste management in developing countries. In I. Baud, J. Post, and C. Furedy (Eds.), *Solid Waste Management and Recycling: Actors, Partnerships, and Policies in Hyderabad, India and Nairobi, Kenya* (197–212).
- Gertsakis J., Lewis H. (2003). Sustainability, and the waste management hierarchy. A discussion paper on the waste management hierarchy and its relationship to sustainability. Ecorecycle Victoria.
- Guerrero L. A., Maas G. Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management* 33(1), 220–232.
- Habib K., Schmidt J. H. Christensen P. (2013). A historical perspective of global warming potential from municipal solid waste management. *Waste Management* 33(9), 1926–1933.
- Hoornweg D., Bhada-Tata P., Kennedy C. (2015). Peak waste: When is it likely to occur? *Journal of Industrial Ecology* 19 (1), 117–128.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). Summary for Policymakers. In Solomon, Qin S. D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M. and Miller H. L. (eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press
- International Labor Office (ILO)/International Programme on the Elimination of Child Labor (IPEC). (2004). *Addressing the Exploitation of Children in Scavenging (Waste Picking): A Thematic Evaluation of Action on Child Labour*.
- International Labor Organization Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). Solid waste disposal. In *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5: Waste* (chapter 3). National Greenhouse Gas Inventories Programme.

- Karak T., Bhagat R. M., Bhattacharyya P. (2012). Municipal solid waste generation, composition, and management: The world scenario. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 42(15), 1509–1630.
- Kates R. W., Mayfield M. W., Torrie R. D., Witcher B. (1998). Methods for estimating greenhouse gases from local places. *Local Environment* 3(3), 279–297.
- Kaufman S. M. Themelis N. J. (2010). Using a direct method to characterize and measure flows of municipal solid waste in the United States. *Journal of AI, and Waste Management Associations* 2009(59), 1386–1390.
- Larsen A. W., Vrgoc M., Christensen T. H. and Lieberknecht P. (2009). Diesel consumption in waste collection and transport and its environmental significance. *Waste Management, and Research* 27, 652–659.
- Marcotullio P. J., Sarzynski A., Albrecht J. Schulz N. (2014). A top-down regional assessment of urban greenhouse gas emissions in Europe. *Ambio* 43(7), 957–968.
- Marshall R. E. Farahbakhsh K. (2013). Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management* 33(4), 988–1003.
- McDougall F., White P. R., Franke M. Hindle P., 2001. *Integrated Solid Waste Management: A Lifecycle Inventory*, second ed. Blackwell Science.
- Menikpura S.N.M., Sang-Arun J., Bengtsson M. (2013) Integrated solid waste management: An approach for enhancing climate co-benefits through resource recovery. *Journal of Cleaner Production*, 58, 34-42.
- Mogensen B., Holbech, A. (2007). *Miljøøkonomisk vurdering af indsamling af dagrenovation og papir 2005* (Environmental Economic Assessment of Collection of Household and Paper Waste 2005, in Danish). PricewaterhouseCoopers and R98, Copenhagen, Denmark.
- Mohee R., Bundhoo, M. A. Z. (2015). A comparative analysis of solid waste management in developed and developing countries. In R. Mohee, and T. Simelane, T. (eds.), *Future Directions of Municipal Solid Waste Management in Africa*. Africa Institute of South Africa.
- Monni S., Pipatti R., Lehtila A., Savolainen I., Syri, S. (2006). *Global Climate Change Mitigation Scenarios for Solid Waste Management*. VTT Publications, No. 603, 51. ESPOO Technical Research Centre of Finland.

- Nordone A. J., White P. R., McDougall F., Parker G., Carmendia A., Franke, M. (1999). Integrated waste management. In Smith, C. S. R., Cheeseman, C., and Blakey, N. (eds.), Waste management and minimization. Encyclopedia of Life Support Systems (ELOSS) and United Nations Education, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
- O'Meara M. (1999). Reinventing Cities for People and the Planet. Worldwatch Institute. OECD. (2012). Greenhouse gas emissions and the potential for mitigation from materials management within OECD countries: <http://www.oecd.org/env/waste/50034735.pdf>
- Osterr Wasser-und Abfallw. 65: 42: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00506-012-0052-4>
- Oteng-Ababio M. (2014). Rethinking waste as a resource: Insights from a low-income community in Accra, Ghana City, Territory and Architecture. Accra Ghana 1, 10.
- Potdar A., Singh A., Unnikrishnan S., Naik N., Naik M., Nimkar I. (2015) Innovation in solid waste management through Clean Development Mechanism in India and other countries. Process Safety and Environmental Protection, 101, 160-169.
- Potter B., Binns T., Elliott J., Smith, D. (2008). Geographies of Development: An Introduction to Development Studies. Pearson/Prentice Hall.
- Price J. L. (2001). The landfill directive and the challenge ahead: Demands and pressures on the householder. Resources, Conservation and Recycling 32, 333–348.
- Rayner S., Malone, E. L. (1997). Zen and the art of climate maintenance. Nature 390, 332–334.
- Renou S., Givaudan J. G., Poulain S., Dirassouyan F., Moulin, P. (2008). Landfill leachate treatment: Review and opportunity. Journal of Hazardous Materials 150(3), 468–493.
- Rypdal K., Winiwarter, W. (2001). Uncertainties in greenhouse gas emission inventories, evaluation, comparability and implications. Environmental Science and Policy 4, 107–116.
- Sansom M. (2009). Refusing to be Cast Aside: Waste Pickers Organizing Around the World. WIEGO.
- Sánchez A., Artola A., Font X., Gea T., Barrena R., Gabriel D., Sánchez-Monedero M. A., Roig A., Cayuela M. L., Mondini C. (2015). Greenhouse gas emissions from organic waste composting. Environmental Chemistry Letters 13(3), 223–238.
- Sasaki S., Araki T. (2014). Estimating the possible range of recycling rates achieved by dump waste pickers. The case of Bantar Gebang in Indonesia. Waste Management Research 32, 474–481.

- Saxena K. (2009). Greenhouse Gas Emissions: Estimation and Reduction. Asian Productivity Organization.
- Schamber P., Suarez F., Vades E. (Eds.). (2007). Recicloscopio: Miradas sobre recuperadores Urban de residuos de Americ Latina. Ediciones de La Unla.
- Scheinberg A., Simpson M. H., Gupt, Y. (2010). Economic Aspects of the Informal Sector in Solid Waste, Final Report and Annexes. GIZ (German International Co-operation), the CWG (Collaborative Working Group on Solid Waste Management in Low- and Middle-income Countries, and the German Ministry of Foreign Affairs, Eschborn, Germany: www.GIZ.de.
- Securities and Exchange Commission (SEC). (2006). Commision Staff Working Document, Annex to the Communication on the Promotion of the Inland Waterways Transport, COM 20066 final. Commission European Communities, Brussels, Belgium. Siebel, M., Rotter, V., Nabenda, A., et al. (2013).
- Simpson-Hebert M., Mitrovic A., Zajic G., Petrovic M. (2005). A Paper Life: Belgrade's Roma in the Underworld of Waste Scavenging and Recycling. WEDC, Loughborough University.
- Spielmann M., Kagi T., Stradler P., Tietje, O. (2004). Life Cycle Inventories of Transport Services. ECOINVENT Report No. 14.
- Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dubendorf, Switzerland Statistics Denmark. (2008). StatBank Denmark: <http://www.statbank.dk/statbank5a/default.asp?w=1280>
- Troschinetz A. M., Mihelcic J. R. (2009). Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. Waste Management 29(2), 915–923.
- UNEP. (2005). Solid waste management [http:// www.unep.org/ietc/Portals/136/SWM-Vol1-Part1-Chapters1to3.pdf](http://www.unep.org/ietc/Portals/136/SWM-Vol1-Part1-Chapters1to3.pdf).
- UNEP. (2006). CD4CDM, capacity development for CDM. UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development: <http://www.cd4cdm.org>
- UNEP. (2010). Waste and Climate Change: Global Trends and Strategy Framework. UNEP.
- UNFCCC. (2005). Caring for climate 2005: A guide to the climate change convention and the Kyoto Protocol: http://unfccc.int/resource/docs/publications/caring2005_en.pdf.
- UN-Habitat. (2010). Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries. United Nations Centre for Human Settlements.

UN-Habitat. (2011). Cities and climate change: Global report on human settlements:
<http://unhabitat.org/books/cities-andclimate-change-global-report-on-human-settlements-2011-abridged/>

UN-Habitat. (2014). World urbanization prospects:
<http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>

USAID. (2012). Solid waste management: Addressing climate change impacts on infrastructure.:
https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1865/Infrastructure_SolidWasteManagement.pdf

van de Klundert A., Anschutz, J. (2001). Integrated sustainable waste management – the concept: Tools for decision-makers. In A. Schein- berg (ed.), Experiences from the Urban Waste Expertise Programme (1995–2001). Urban Waste Expertise Programme, Netherlands.

World Bank. (2012). What a waste: A global review of solid waste management. Urban Development Series Knowledge Papers
http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf

Xevgenos D., Papadaskalopoulou C., Panaretou V., Moustakas K., Malamis, D. (2015). Success stories for recycling of MSW at municipal level: A review. Waste and Biomass Valorization 32 (1), 58–73.

HYDROMAK KIRCHHOFF GRUPPE:

<https://www.hidromak.com/en/p/product/14/eco-twin-rear-loader-refuse-collection-truck-body-multi-chamber-vehicles>

Ελληνική βιβλιογραφία

Πανελλαδικό σύστημα ανακύκλωσης ΑΕΚΚ – Διαχείριση αποβλήτων εκσκαφών κατασκευών και κατεδαφίσεων:

<https://anakem.gr/%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CF%83%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B5%CF%8E%CE%BD-%CE%B1%CF%80%CE%BF%CE%B2%CE%BB%CE%AE%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%B1%CE%B5%CE%BA%CE%BA/>

Τρανούλης Τάκης, Για μια Ρόγα Σταφύλι. Δεύτερη έκδοση Αθήνα 1989. Αυτοβιογραφικό μυθιστόρημα από τα χρόνια της ζωής του στο Περιστέρι, γύρω στο 1926, και τη σκληρή δουλειά στα καμίνια της περιοχής:

http://ergatikilesxiperisteriou.blogspot.com/2013/04/blog-post_109.html

Επιχειρησιακή οργάνωση των Δήμων του ΑΣΔΑ για την πολιτική προστασία & την αντιμετώπιση φυσικών & περιβαλλοντικών κινδύνων, Δρ. Ευθύμης Λέκκας, 2010

Ιστοσελίδα Δήμου Περιστερίου: <https://www.peristeri.gr/>

Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας – Διαχείριση αποβλήτων απορριμμάτων :
http://www.kee.gr/perivallontiki/teacher8_4.html

Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων, Εφημερίδα της Κυβερνήσεως , Τεύχος Πρώτο, Δεκέμβριος 2014.