ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ανακύκλωση αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) στο Δήμο Θεσσαλονίκης και κόστος λειτουργίας του ΣΜΑ Θεσσαλονίκης

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Κωνσταντίνα Καραμπατζάκη, Α.Ε.Μ.: Μ15293

Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Κομίλης, Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δ.Π.Θ.

Ξάνθη, 2026

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Ανακύκλωση αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) στο Δήμο Θεσσαλονίκης και κόστος λειτουργίας του ΣΜΑ Θεσσαλονίκης

Κωνσταντίνα Καραμπατζάκη, ΑΕΜ: Μ15293

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Εργασία Ειδίκευσης υποβλήθηκε στο Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης για την απόκτηση του τίτλου Μεταπτυχιακών Σπουδών Ειδίκευσης στις Επιστήμες της Περιβαλλοντικής Μηχανικής και Επιστήμης

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Κομίλης, Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δ.Π.Θ.

2ο Μέλος: Σπυρίδων Ντούγιας, Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δ.Π.Θ.

3ο Μέλος: Παράσχος Μελίδης, Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δ.Π.Θ.

Ξάνθη, 2026

DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEER

POSTGRADUATE COURSE:

ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND SCIENCE

MASTER DISSERTATION

Recycling of municipal solid waste (MSW) in the Municipality of Thessaloniki and operating costs of the Thessaloniki Waste Transfer Station

Konstantina Karabatzaki, Registration Number: M15293

A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master in Environmental Engineering and Science, Department of Environmental Engineering, Democritus University of Thrace

COMMITTEE OF EXAMINERS

Supervisor: Dimitrios Komilis, Professor, Department of Environmental Engineer Department, Democritus University of Thrace

Member 2: Spyridon Dougias, Professor, Department of Environmental Engineer Department, Democritus University of Thrace

Member 3: Paraschos Melides, Professor, Department of Environmental Engineer Department, Democritus University of Thrace

Xanthi, 2026

ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΑΡΧΩΝ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ

Η παρούσα εργασία με τίτλο «**Ανακύκλωση αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) στο Δήμο Θεσσαλονίκης και κόστος λειτουργίας του ΣΜΑ Θεσσαλονίκης**» είναι πρωτότυπη και πραγματοποιήθηκε από την φοιτήτρια του Τμήματος Κωνσταντίνα Καραμπατζάκη με Αρ. Μητρώου ΑΕΜ Μ15293 υπό την επίβλεψη του Δημήτριου Κομίλη. Η συγγραφή της εργασίας πραγματοποιήθηκε εξολοκλήρου από την φοιτήτρια Καραμπατζάκη Κωνσταντίνα υπό την καθοδήγηση και τις υποδείξεις του επιβλέποντα της.

Βεβαιώνεται ότι, κατά την εκπόνηση και τη συγγραφή της εργασίας της, η φοιτήτρια τήρησε τα προβλεπόμενα από τον νόμο και τον αντίστοιχο εσωτερικό κανονισμό του Τμήματος, σεβάστηκε πλήρως τις Αρχές της Ακαδημαϊκής Ηθικής και του Κώδικα Δεοντολογίας, οι οποίες απαγορεύουν την παραποίηση των ερευνητικών/πειραματικών αποτελεσμάτων, την αναφορά ψευδών στοιχείων, την κατάχρηση της διανοητικής ιδιοκτησίας τρίτων και τη λογοκλοπή και ότι έγινε με σεβασμό στις αρχές.

Περίληψη

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων συνιστά μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της ανθρωπότητας, για το λόγο αυτό έχουν ερευνηθεί και υιοθετηθεί πολλές μεθοδολογίες που βοηθούν στην βέλτιστη διαχείρισή τους. Στον Δήμο της Θεσσαλονίκης, γίνεται μια σημαντική προσπάθεια για την διαχείριση, σε καθημερινή βάση, μια σημαντικής ποσότητας αποβλήτων, η οποία αυξομειώνεται σημαντικά τα τελευταία χρόνια, λόγω των ιδιαιτέρων συνθηκών που έχει αντιμετωπίσει η πόλη, όπως η πανδημία του COVID – 19, η αύξηση της τουριστικής ροής, κ.ά. Σύμφωνα με τα στοιχεία, την τριετία 2021 – 2023, οι στόχοι για βέλτιστη διαχείριση των αποβλήτων δεν ήταν οι καλύτεροι δυνατοί με τα ποσοστά της ανακύκλωσης, της ανάκτησης και της εκτροπής των αποβλήτων να βαίνουν μειούμενα, παρά την μείωση της συνολικής ποσότητας των αποβλήτων. Επιπλέον τα λειτουργικά έξοδα του ΣΜΑ της πόλης αυξήθηκαν σημαντικά, επιβαρύνοντας την οικονομική κατάσταση του συστήματος διαχείρισης της πόλης. Με βάση τα παραπάνω στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ποσοτική αξιολόγηση της περιβαλλοντικής και οικονομικής απόδοσης του Σταθμού Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) στον Δήμο Θεσσαλονίκης, ο οποίος είναι ο βασικός εξυπηρετούμενος φορέας. Μέσα από την συλλογή δεδομένων, από τον αρμόδιο φορέα, και την περαιτέρω ανάλυση αυτών, γίνεται μια προσπάθεια υπολογισμού και αποτύπωσης της κατάστασης, όπως έχει διαμορφωθεί. Από την ανάλυση διαπιστώνεται ότι υπάρχουν προβλήματα αναφορικά με τον διαχωρισμό των διάφορων ρευμάτων, με πολλαπλές αιτίες όπως η ελλιπής ενημέρωση των πολιτών και η, ενδεχομένως, προβληματική διαχείριση, από την πλευρά του Δήμου. Τα συμπεράσματα της έρευνας, έχουν σαν αποτέλεσμα και την διαμόρφωση προτάσεων για την επίλυση των ζητημάτων που έχουν επισημανθεί.

Λέξεις Κλειδιά: Ρυθμοί παραγωγής, δείκτες ανακύκλωσης, αστικά στερεά απόβλητα, μεταφόρτωση, Δήμος Θεσσαλονίκης, διαχείριση

Abstract

Solid waste management is one of the greatest challenges facing humanity, for this reason many methodologies have been researched and adopted that help in their optimal management. In the Municipality of Thessaloniki, a significant effort is made to manage, on a daily basis, a huge amount of waste, which has fluctuated significantly in recent years, due to the special conditions that the city has faced, such as the COVID – 19 pandemics, the increase in tourist flow, etc. According to the data, in the three-year period 2021 – 2023, the targets for optimal waste management were not the best possible with the rates of recycling, recovery and diversion of waste decreasing, despite the reduction in the total quantity of waste. In addition, the operating costs of the city's Waste Transfer Point increased significantly, burdening the financial situation of the city's management system. Based on the above, the objective of this thesis is the quantitative evaluation of the environmental and economic performance of the Waste Transfer Station (WTS) in the Municipality of Thessaloniki, which is the main service provider. Through the collection of data from the competent body and their further analysis, an attempt is made to calculate and capture the situation as it has developed. The analysis shows that there are problems with the separation of the various streams, with multiple causes such as insufficient information from citizens and possibly problematic management on the part of the Municipality. The conclusions of the research also result in the formulation of proposals for resolving the issues that have been highlighted.

Keywords: Production rates, recycling indicators, municipal solid waste, transshipment, Municipality of Thessaloniki, management

Περιεχόμενα

Περίληψη 4

Abstract 6

Περιεχόμενα 7

Κατάλογος Γραφημάτων 9

Κατάλογος Εικόνων 10

Κατάλογος Πινάκων 11

Κατάλογος Εξισώσεων 12

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή 13

1.1 Γενικά Στοιχεία 13

1.2 Σκοπός της εργασίας 14

1.3 Στόχος της εργασίας 14

1.4 Καινοτομία της εργασίας 15

Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό πλαίσιο 16

2.1 Διαχείριση Απορριμμάτων 16

2.2 Περιοχή Μελέτης 16

2.2.1 Δήμος Θεσσαλονίκης 16

2.2.2 Διαχείριση Απορριμμάτων 16

2.2.2.1 Άξονες Στρατηγικής Διαχείρισης Αποβλήτων 18

2.2.2.2 Δράσεις και Πρωτοβουλίες Ανακύκλωσης 21

Κεφάλαιο 3: Ερευνητική μεθοδολογία 22

3.1 Μεθοδολογία 22

3.2 Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων 22

3.3 Τυπολόγιο 24

Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα & Συζήτηση 27

4.1 Αποτελέσματα Ποσοτήτων 27
4.1.1 Ποσότητες αποβλήτων 27
4.1.2 Δείκτες Διαχείρισης 28
4.2 Οικονομικά Αποτελέσματα 33
4.2.1 Έξοδα λειτουργίας ΣΜΑ 33
4.2.2 Μοναδιαίο κόστος λειτουργίας του ΣΜΑ 36
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα & Προτάσεις 40
5.1 Συμπεράσματα 40
5.2 Προτάσεις 41
Βιβλιογραφία 43

Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 1: Μηνιαίος ρυθμός παραγωγής ΑΣΑ ανά κάτοικο και ανά ρεύμα στον Δ. Θεσσαλονίκης (2021 – 2023) 27
Γράφημα 2: Ετήσια Έξοδα ΣΜΑ 33
Γράφημα 3: Ποσοστό συμμετοχής λειτουργικών εξόδων στα συνολικά έξοδα του ΣΜΑ Θεσσαλονίκης (2021 – 2023) 36
Γράφημα 4: Μοναδιαίο Κόστος λειτουργίας ΣΜΑ 37
Γράφημα 5: Προσαρμοσμένο μοναδιαίο κόστος λειτουργίας ΣΜΑ 38

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Θέσεις υφιστάμενων και μελλοντικών ΧΥΤΑ – Υ, ΣΜΑ, ΜΕΑ, ΚΔΑΥ και ΜΕΒΑ στην περιοχή ευθύνης του ΦοΣΔΑ Κεντρικής Μακεδονίας (ΦΟΣΔΑ ΑΕ, 2025) 21

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Ποιοτική σύσταση απορριμμάτων (2015).....17
Πίνακας 2: Ποσοστιαίοι δείκτες ανακύκλωσης, ανάκτησης, εκτροπής ΑΣΑ καθώς και ΜΠΑ για τον Δήμο Θεσσαλονίκης (2021 - 2023).....28
Πίνακας 3: Έξοδα λειτουργίας του ΣΜΑ Θεσσαλονίκης για τα έτη 2021, 2022 και 2023.....33
Πίνακας 4: Στοιχεία εξόδων ΣΜΑ και Μοναδιαίο Κόστος.....37

Κατάλογος Εξισώσεων

Εξίσωση 1: Τύπος υπολογισμού του ποσοστού ανακύκλωσης των ΑΣΑ 24
Εξίσωση 2: Τύπος υπολογισμού του ποσοστού ανάκτησης εντός ΚΔΑΥ 24
Εξίσωση 3: Τύπος υπολογισμού του ποσοστού εκτροπής.....25
Εξίσωση 4: Τύπος υπολογισμού της Μοναδιαίας Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ)26

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Γενικά Στοιχεία

Η Διαχείριση Αποβλήτων (ΔΑ) αποτελεί ένα ολοένα και πιο επιτακτικό θέμα παγκοσμίως. Καθορίζεται από παράγοντες όπως η αύξηση του πληθυσμού, η επιτάχυνση της αστικοποίησης, η παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη και η μεταβαλλόμενη αγοραστική συμπεριφορά των καταναλωτών (Sandoval-Reyes et al., 2024).

Το 2020, εκτιμήθηκε ότι ο παγκόσμιος πληθυσμός παρήγαγε 2,24 δισεκατομμύρια τόνους στερεών αποβλήτων, που αντιστοιχούν σε ένα αποτύπωμα 0,79 κιλών ανά άτομο ανά ημέρα (World Bank Group, 2022). Πλέον κάθε χρόνο, ο κόσμος παράγει πάνω από δύο δισεκατομμύρια τόνους αστικών αποβλήτων, αριθμός που αναμένεται να αυξηθεί κατά 73% σε σχεδόν τέσσερα δισεκατομμύρια τόνους έως το 2050 (Zhang et al., 2025). Όλοι αυτοί οι παράγοντες ασκούν πίεση στις υπάρχουσες υποδομές ΔΑ και στις τρέχουσες πρακτικές (Kaza et al., 2018), ενώ η διαχείριση αυτής της αύξησης θα αποτελέσει σημαντική επενδυτική και πολιτική πρόκληση για τις πόλεις σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος (Zhang et al., 2025).

Η αυξανόμενη παραγωγή αστικών στερών αποβλήτων (ΑΣΑ) στις ευρωπαϊκές και ελληνικές πόλεις συνιστά μια από τις σημαντικές περιβαλλοντικές και κοινωνικές προσκλήσεις του 21ου αιώνα (Valavanidis, 2023).

Η διαχείριση των ΑΣΑ για την πόλη της Θεσσαλονίκης, η οποία είναι η δεύτερη μεγαλύτερη στην Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια αποκτά βαρύνουσα σημασία λόγω του μεγέθους του πληθυσμούς της, της τουριστικής και εμπορικής δραστηριότητας, παράλληλα με την δυναμική αστική ανάπτυξη της πόλης, στοιχεία που είναι κοινά για όλες τις υπό ανάπτυξη περιοχές (Wowrzeczka, 2021).

Επιπλέον η ανάγκη εφαρμογής των ευρωπαϊκών οδηγιών που σχετίζονται με την υιοθέτηση της κυκλικής οικονομίας και στοχεύουν στη μείωση της εξάρτησης από την υγειονομική ταφή των απορριμμάτων, καθιστά επιτακτική την ανάγκη για αξιολόγηση και ανασχεδιασμό των τοπικών στρατηγικών διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων.

1.2 Σκοπός της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία συντάσσεται με σκοπό την ανάλυση και αξιολόγηση της διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) του Δήμου Θεσσαλονίκης, και ειδικότερα την μελέτη των ροών απορριμμάτων που διέρχονται από τον Σταθμό Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) Θεσσαλονίκης.

Η εργασία εστιάζει στην αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης της ανακύκλωσης και της εκτροπής στερεών αποβλήτων από την υγειονομική ταφή, λαμβάνοντας υπόψη τα ρεύματα σύμμεικτων απορριμμάτων και ανακυκλώσιμων υλικών (μπλε κάδοι), ενώ ταυτόχρονα θα γίνει πρόβλεψη για την μελλοντική ενσωμάτωση της χωριστής συλλογής των βιοαποβλήτων, με την εισαγωγή του καφέ κάδου. Παράλληλα, η εργασία στοχεύει στη διερεύνηση της οικονομικής διάστασης της λειτουργίας του ΣΜΑ, μέσω της ανάλυσης του κόστους ανά τόνο απορριμμάτων, προκειμένου να αποτυπωθεί η αποδοτικότητα της λειτουργίας του.

Η συλλογή και αξιολόγηση των πραγματικών δεδομένων οδηγεί στην σφαιρική προσέγγιση του ζητήματος, δίνοντας την δυνατότητά εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για τη βιωσιμότητα και τη βελτιστοποίηση του τοπικού συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της εθνικής και ευρωπαϊκής πολιτικής για την κυκλική οικονομία.

1.3 Στόχος της εργασίας

Κύριος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ποσοτική αξιολόγηση της περιβαλλοντικής και οικονομικής απόδοσης του Σταθμού Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) Θεσσαλονίκης στον Δήμο Θεσσαλονίκης, ο οποίος είναι ο βασικός εξυπηρετούμενος φορέας.

Συγκεκριμένα, στο περιβαλλοντικό σκέλος, η εργασία αποσκοπεί στον λεπτομερή υπολογισμό βασικών δεικτών διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ), όπως:

- το ποσοστό ανακύκλωσης,
- ο δείκτης εκτροπής από την ταφή και
- η μοναδιαία παραγωγή απορριμμάτων (kg/κατ.-έτος),

με βάση τα αναλυτικά ζυγολόγια εισόδου/εξόδου του ΣΜΑ και τα ποσοστά ανάκτησης υλικών στο ΚΔΑΥ.

Στο οικονομικό σκέλος, στόχος είναι ο υπολογισμός του κόστους λειτουργίας του ΣΜΑ σε €/t, μέσω ανάλυσης όλων των σχετικών λειτουργικών δαπανών (καύσιμα, συντήρηση, προσωπικό, ενέργεια, λοιπά κόστη) και το κόστος κατασκευής του ΣΜΑ λαμβάνοντας υπόψη ένα λογικό χρόνος ζωής και απόσβεσης του επενδυτικού αυτού κόστους.

Τέλος θα γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις προβλεπόμενες τιμές - στόχους της εθνικής και Ευρωπαϊκής πολιτικής (π.χ. 50–60% ανακύκλωση έως το 2025, 90% εκτροπή από ταφή έως το 2030), προκειμένου να αξιολογηθεί το επίπεδο συμμόρφωσης και να διατυπωθούν τεκμηριωμένες τεχνικοοικονομικές προτάσεις για την επίτευξη των εν λόγω στόχων.

1.4 Καινοτομία της εργασίας

Η καινοτομία της παρούσας εργασίας εντοπίζεται στην συνδυαστική προσέγγιση της αξιολόγησης της διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων με πραγματικά δεδομένα, η οποία συνδυάζει την ποσοτική ανάλυση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων (ζυγολόγια και οικονομικά στοιχεία) με τη διαμόρφωση δεικτών απόδοσης περιβαλλοντικού και οικονομικού χαρακτήρα.

Η εργασία αξιοποιεί για πρώτη φορά με συστηματικό τρόπο τα ζυγολόγια του ΣΜΑ Θεσσαλονίκης για την εξαγωγή τεκμηριωμένων ποσοστών ανακύκλωσης και εκτροπής από την ταφή, ενώ παράλληλα υπολογίζει τη μοναδιαία παραγωγή απορριμμάτων σε επίπεδο Δήμου, προσφέροντας πραγματική εικόνα του τρόπου διαχείρισης ΑΣΑ.

Επιπλέον, ο ενσωματωμένος υπολογισμός του κόστους λειτουργίας του ΣΜΑ ανά τόνο, λαμβάνοντας υπόψιν συνολικές δαπάνες και εκτίμηση του κόστους απόσβεσης της επένδυσης, συνιστά μια πρωτογενή και εφαρμόσιμη προσέγγιση οικονομικής αποτίμησης.

Μέσω της αναφερόμενης ανάλυσης, η εργασία συμβάλλει στη σύνδεση της τεχνικής διαχείρισης απορριμμάτων με την πολιτική επίτευξης στόχων κυκλικής οικονομίας.

Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό πλαίσιο

2.1 Διαχείριση Απορριμμάτων

Η εύρυθμη διαχείριση των στερεών αποβλήτων συνιστά κρίσιμο παράγοντα της περιβαλλοντικής διαχείρισης και της βιώσιμης ανάπτυξης, ιδιαίτερα σε περιόδους ταχείας ανάπτυξης των πόλεων και αύξησης της κατανάλωσης.

Οι μέθοδοι διαχείρισης των στερεών αποβλήτων θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν στα ακόλουθα στάδια (Achillas & Vlachokostas, 2025; Kafle et al., 2025; Kreith & Tchobanoglous, 2002):

1. μείωση στη πηγή και διαλογή,
2. συλλογή και μεταφορά,
3. επεξεργασία και αξιοποίηση, και
4. τελική διάθεση.

Ειδικότερα, οι κύριες μέθοδοι επεξεργασίας είναι οι ακόλουθες:

- Ανακύκλωση
- Κομποστοποίηση
- Αποτέφρωση (Καύση) ή ενεργειακή αξιοποίηση (waste-to-energy)
- Υγειονομική ταφή

2.2 Περιοχή Μελέτης

2.2.1 Δήμος Θεσσαλονίκης

Ο **Δήμος Θεσσαλονίκης** αποτελεί τον δεύτερο, πληθυσμιακά, δήμο της Ελλάδας, με έναν μόνιμο πληθυσμό που ανέρχεται σε 319.045 κατοίκους, με βάση την τελευταία εθνική απογραφή του 2021 (ΕΛΣΤΑΤ, 2022). Χωροταξικά περιλαμβάνει το ιστορικό κέντρο της πόλης της Θεσσαλονίκης και τις περιοχές γύρω από αυτό (Circular Greece, 2025).

2.2.2 Διαχείριση Απορριμμάτων

Ο Δήμος Θεσσαλονίκης έχει υιοθετήσει μια Στρατηγική Διαχείρισης Αποβλήτων, που ακολουθεί και τις κατευθύνσεις της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Απόβλητα, με κύριους άξονες την αναβάθμιση της εικόνας της πόλης, παράλληλα με τον εκσυγχρονισμό της

συλλογής και αποκομιδής, τη σταδιακή ανάπτυξη της διακριτής διαλογής στην πηγή, την ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης, τη λειτουργία πράσινων σημείων καθώς και τη δημιουργία δράσεων δημοσιότητας και ευαισθητοποίησης. Η υπεύθυνη Υπηρεσία για την υλοποίηση όλων αυτών είναι η Διεύθυνση Ανακύκλωσης και Διαχείρισης Αστικών Απορριμμάτων, αρμόδια επίσης για την εξασφάλιση της τακτικής συλλογής και της μεταφοράς των στερεών αποβλήτων από την πόλη μέσω του Σταθμού Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) Πυλαίας στον ΧΥΤΑ Μαυροράχης, την καθαριότητα των κοινόχρηστων χώρων, καθώς και τη διαχείριση-συντήρηση του τροχαίου υλικού του Δήμου (Circular Greece, 2025).

Αξίζει να αναφερθεί πως η βασική αρμοδιότητα αναφορικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων, σε επίπεδο περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, ανήκει στον Φο.Σ.Δ.Α. Κεντρικής Μακεδονίας (ΦοΣΔΑ ΚΜ), ο οποίος διαλειτουργεί τόσο με την Διοίκηση της Περιφέρειας όσο και με τον Δήμο (Στεργιούλας, 2022).

Στο πλαίσιο των παραπάνω, ο Δήμος Θεσσαλονίκης έχει ήδη εκπονήσει από το 2016, το Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Αποβλήτων (ΑΔΑ: 7ΔΦ4ΩΡ5-ΓΓ9), το οποίο αναθεωρήθηκε το 2022, αποσκοπώντας τόσο στην περιβαλλοντική όσο και στην κοινωνική αναβάθμιση της πόλης (Δήμος Θεσσαλονίκης, 2016; Ζεϊμπέκης, 2019).

Αξίζει να αναφερθεί πως με βάση τα επίσημα στοιχεία, η κατά κεφαλήν παραγωγή απορριμμάτων είχε διαμορφωθεί στα 514 Kg/κάτοικο/έτος (2018) (ΥΠΕΝ, 2021), ενώ η αντίστοιχη σύσταση των διαφόρων ρευμάτων των αποβλήτων είναι η ακόλουθη (Δήμος Θεσσαλονίκης, 2016; ΥΠΕΝ, 2021):

Πίνακας 1: Ποιοτική σύσταση απορριμμάτων (2015)

Ρεύμα Απορριμμάτων	**Ποσοστό (%)**
Γυαλί	4,3
Πλαστικό	13,9
Χαρτί/Χαρτόνι	22,2
Οργανικά	44,3
Μέταλλο	3,9
Ξύλο	4,6
Λοιπά ανακτήσιμα	1,6

Λοιπά	5,2

Τα παραπάνω στοιχεία βέβαια, αφορούν το σύνολο της χώρας και όχι αποκλειστικά τον Δήμο Θεσσαλονίκης, για τον οποίο δεν υπάρχουν υπολογισμένα τα αντίστοιχα στοιχεία.

2.2.2.1 Άξονες Στρατηγικής Διαχείρισης Αποβλήτων

Με βάση το παραπάνω Σχέδιο, η διαχείριση αποβλήτων του Δήμου Θεσσαλονίκης στηρίζεται σε δέκα θεματικούς άξονες (Δήμος Θεσσαλονίκης, 2016; Φωτιάδου, 2020):

1. **Εκσυγχρονισμός αποθήκευσης και μεταφοράς** - Περιλαμβάνει αναδιοργάνωση των κάδων, χρήση τεχνολογιών ICT (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών - ΓΣΠ), και βελτιστοποίηση διαδρομών συλλογής.

2. **Διαλογή στην Πηγή (ΔσΠ) και Ανακύκλωση** - Προβλέπεται ενίσχυση δράσεων ΔσΠ για ειδικά ρεύματα αποβλήτων (π.χ. ΑΗΗΕ, υλικά συσκευασίας, βιοαπόβλητα).

3. **Πρόληψη και Επαναχρησιμοποίηση** - Στόχος η μείωση παραγόμενων αποβλήτων μέσω αλλαγής καταναλωτικών συνηθειών και ενημέρωσης του κοινού. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται σε τρόφιμα, χαρτί, ΗΗΕ και συσκευασίες.

4. **Βιοαπόβλητα** - Χωριστή συλλογή βιοαποβλήτων από μεγάλους παραγωγούς και νοικοκυριά, με ενίσχυση της οικιακής κομποστοποίησης.

5. **Υποδομές για ξεχωριστά ρεύματα** - Δημιουργία μονάδων κομποστοποίησης, πράσινων σημείων, ΚΔΑΥ και κέντρων επαναχρησιμοποίησης. Μέχρι το 2016 λειτουργούσε μόνο το ΚΔΑΥ Σίνδου.

6. **Δημοσιότητα και Κοινωνική Συμμετοχή** - Επιτυχία της στρατηγικής προϋποθέτει ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών και ενεργή συμμετοχή τοπικών φορέων και οργανώσεων.

7. **Θεσμική Υποστήριξη και Επιχειρησιακή Αναβάθμιση** - Περιλαμβάνει επικαιροποίηση του Κανονισμού Καθαριότητας και αποσαφήνιση των ρόλων μεταξύ Δήμου και ΦοΔΣΑ.

8. **Τιμολογιακά Εργαλεία** - Καθιέρωση σύγχρονης τιμολογιακής πολιτικής με οικονομικά κίνητρα για μείωση απορριμμάτων και εφαρμογή του τέλους ταφής.

9. **Διαχείριση σύμμεικτων απορριμμάτων και υπολειμμάτων** - Ενσωμάτωση πράσινων σημείων και δράσεων διαλογής στην πηγή για μείωση του όγκου των απορριμμάτων που καταλήγουν στον ΧΥΤΑ.

10. **Χρηματοδότηση και Πόροι** - Η υλοποίηση του σχεδίου απαιτεί σταθερή πρόσβαση σε εθνικά και ευρωπαϊκά κονδύλια για επενδύσεις σε υποδομές και δράσεις.

Επιπλέον, η στοχοθεσία του ισχύοντος ΠΕΣΔΑ Κεντρικής Μακεδονίας – το οποίο αναθεωρήθηκε το 2022, περιλαμβάνει τα ακόλουθα (Enviroplan et al., 2021; Στεργιούλας, 2022):

I. Για τα ΑΣΑ:
   a. Προετοιμασία προς επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση, μέσω χωριστής συλλογής των ανακυκλώσιμων και των βιοαποβλήτων, σε ποσοστό 50% της συνολικής ποσότητας των ΑΣΑ.
   b. Το υπόλοιπο ποσοστό θα οδηγείται σε δίκτυο ΜΕΑ, ως σύμμεικτο ρεύμα, με ένα ποσοστό αυτού να ανακτάται, ενώ το εναπομείναν 26 % θα καταλήγει σε υγειονομική ταφή.

II. Για τα βιοαπόβλητα:
   a. Θα πρέπει να υιοθετηθεί χωριστή συλλογή αυτών σε ποσοστό 40 % κ.β., η οποία θα υλοποιηθεί με τα ακόλουθα:
      i. Εκτροπή μέσω οικιακής κομποστοποίησης και
      ii. Εκτροπή μέσω δικτύου χωριστής συλλογής αστικών βιοαποβλήτων.
   b. Επιπλέον, θα πρέπει να καθιερωθεί χωριστή συλλογή του κλάσματος αυτού, από σημεία και εγκαταστάσεις κοινής ωφέλειας, εξυπηρέτησης κοινού και παραπλήσιων διεργασιών.

Ειδικότερα για τις υποδομές Ανακύκλωσης/Μεταφόρτωσης, προβλέπονται τα εξής (Enviroplan et al., 2021; Στεργιούλας, 2022):

- η δυνατότητα διατήρησης και εκσυγχρονισμού των υφιστάμενων ΚΔΑΥ ή δημιουργία νέων σε Περιφερειακές Ενότητες που δεν διαθέτουν,
- η κατασκευή Σταθμών Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ), που θα δέχονται σύμμεικτα ΑΣΑ, και αναλόγως της ανάπτυξης των συστημάτων ΔσΠ, και ακόμη περισσότερα ρεύματα. Η διατήρηση ή/και αναβάθμιση ενός αριθμού από

τους υφιστάμενους ΣΜΑ, θεωρείται επιβεβλημένη μαζί με δημιουργία νέων, όπου είναι απαραίτητο.

Αναφορικά με τα έργα τελικής διάθεσης ΑΣΑ, προτείνεται η χρήση των υφιστάμενων ΧΥΤ και η ολοκλήρωση κατασκευής των ήδη περιβαλλοντικά αδειοδοτημένων ή συμβασιοποιημένων έργων ή επεκτάσεων υφιστάμενων ΧΥΤ (Enviroplan et al., 2021; Στεργιούλας, 2022).

Αξίζει να σημειωθεί πως στον Δήμο Θεσσαλονίκης, το σύνολο των σύμμεικτων απορριμμάτων, μεταφέρονται με τα απορριμματοφόρα του Δήμου, είτε στον ΣΜΑ Πυλαίας ή στον ΣΜΑ Ευκαρπίας και ακολούθως στον ΧΥΤΑ Μαυροράχης, είτε απευθείας σε αυτόν. Τα πράσινα απόβλητα επίσης διατίθενται στο χώρο υγειονομικής ταφής.

Ειδικότερα για τον ΣΜΑ, η διαδικασία μεταφόρτωσης είναι ταχεία (διάρκειας ~4 λεπτών ανά όχημα), κατά την οποία τα απορρίμματα συμπιέζονται σε κλειστά μεταλλικά Containers των 10 τόνων. Τα Containers αυτά φορτώνονται σε τράκτορες και μεταφέρονται στη μονάδα τελικής διάθεσης (ΧΥΤΑ Μαυροράχης), εξοικονομώντας σημαντικούς λειτουργικούς πόρους και χρόνο μεταφοράς. Επιπλέον από τα υπόλοιπα τέσσερα σημεία/υπομονάδες κίνησης πραγματοποιούνται ροές και προς τα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ Σίνδου, ΚΔΑΥ Θέρμης).

Το κεντρικό αμαξοστάσιο λειτουργεί πολυεπίπεδα, καθώς υποστηρίζει μεταφορές προς τα ΚΔΑΥ, τον ΣΜΑ, καθώς και τον ΧΥΤΑ. Ιδιαίτερη μέριμνα δίνεται στη διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων, τα οποία, εφόσον χαρακτηρίζονται ως μη επικίνδυνα και μη τοξικά, μεταφέρονται σε κλειστά Containers απευθείας στη μονάδα τελικής διάθεσης. Παράλληλα, τα ογκώδη απορρίμματα οδηγούνται είτε στον ΧΥΤΑ είτε σε συνεργαζόμενους δήμους (όπως ο Δήμος Ωραιοκάστρου).

Αναφορικά με τον ΧΥΤΑ Μαυροράχης, ο οποίος βρίσκεται βορειοδυτικά της πόλης της Θεσσαλονίκης, αποτελεί ένα από τους μεγαλύτερους στην Ελλάδα, με συνολική χωρητικότητα, βάσει του σχεδιασμού, 7 εκ. τόνων απορριμμάτων, με διάρκεια ζωής 30 έτη, ενώ επιπλέον συνιστά το μοναδικό ΧΥΤ στερεών αστικών αποβλήτων στην Π.Ε. Θεσσαλονίκης, με καθημερινή πλήρωση , κατά μέσο όρο, 1400 τόνων απορριμμάτων (Enviroplan et al., 2021; Στεργιούλας, 2022).

Εικόνα 1: Θέσεις υφιστάμενων και μελλοντικών ΧΥΤΑ – Υ, ΣΜΑ, ΜΕΑ, ΚΔΑΥ και ΜΕΒΑ στην περιοχή ευθύνης του ΦοΣΔΑ Κεντρικής Μακεδονίας (ΦΟΣΔΑ ΑΕ, 2025)

2.2.2.2 Δράσεις και Πρωτοβουλίες Ανακύκλωσης

Ειδικότερα όσον αφορά τον τομέα της ανακύκλωση, ο Δήμος συνεργάζεται με την το Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης-Ανακύκλωσης αποβλήτων Συσκευασίας, Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ Α.Ε), ήδη από το 2011, με στόχο την εφαρμογή ενός Ολοκληρωμένου Προγράμματος Ανακύκλωσης Συσκευασιών. Επιπλέον υφίστανται συνεργασίες με διάφορα Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΣΕΔ). Επομένως υπάρχει η δυνατότητα για χωριστή συλλογή των ακόλουθων ρευμάτων (Δήμος Θεσσαλονίκης, 2016):

- Ανακυκλώσιμες συσκευασίες
- Γυαλί
- Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού
- Φορητές ηλεκτρικές στήλες
- Απόβλητα εκσκαφών και κατασκευών (ΑΕΚΚ)

Όλα τα παραπάνω βρίσκονται στην ευθύνη της Διεύθυνσης Ανακύκλωσης και Διαχείρισης Αστικών Απορριμμάτων.

Κεφάλαιο 3: Ερευνητική μεθοδολογία

Η παρούσα διπλωματική εργασίας αποσκοπεί στο να εξετάσει σε βάθος τη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) του Δήμου Θεσσαλονίκης καθώς και το κόστος λειτουργίας του αντίστοιχου ΣΜΑ Θεσσαλονίκης.

3.1 Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία τόσος για τη συλλογή όσο και την ανάλυση των δεδομένων με επιστημονικό τρόπο, παρουσιάζει πολλές μορφές, από τις οποίες επιλέχθηκε κατά περίπτωση η ορθότερη έτσι ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί η συγκέντρωση και η ανάλυση των απαραίτητων, κατά περίπτωση, στοιχείων. Για να επιτευχθεί η ορθή δόμηση της έρευνας ακολουθήθηκε μια σειρά από στάδια, (συλλογή επεξεργασία, ανάλυση) τα οποία μπορεί να είναι μεμονωμένα αλλά επηρεάζουν άμεσα το ένα το άλλο, καθώς στις περισσότερες των περιπτώσεων πραγματοποιούνται ταυτόχρονα.

3.2 Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων

Η παρούσα μελέτη βασίζεται σε ποσοτικά δεδομένα αποκομιδής απορριμμάτων καθώς και οικονομικών στοιχείων, που συλλέχθηκαν και αφορούν την περίοδο Ιανουάριος 2021 – Ιανουάριος 2023, από τα αρχεία λειτουργίας του ΣΜΑ Θεσσαλονίκης, ο οποίος εξυπηρετεί κυρίως ροές ΑΣΑ προερχόμενες από τον Δήμο Θεσσαλονίκης.

Αναφορικά με την επεξεργασία των παραπάνω δεδομένων που αφορούν τις ποσότητες των απορριμμάτων, σε πρώτη φάση ταξινομήθηκαν ανά μήνα και στη συνέχεια διαχωρίστηκαν σύμφωνα με την θέση αδειάσματος και το είδος απορρίμματος. Έτσι προέκυψαν τα φορτία (tons) και ο αριθμός των δρομολογίων που απαιτούνται για την μεταφορά τους.

Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να γίνει στα νοσοκομειακά απόβλητα. Οι ποσότητες που αναλύονται ακολούθως, αναφέρονται στα νοσοκομειακά απόβλητα αστικού τύπου, η συλλογή των οποίων γίνεται από τον δήμο με τη συνήθη μεθοδολογία. Τα μολυσματικά νοσοκομειακά απόβλητα, συλλέγονται με διαφορετικές διεργασίες και ακολουθούν διαφορετική διαχείριση που περιλαμβάνει αποστείρωση με ατμό και ακολούθως αποτέφρωση στην ειδική μονάδα των Λιοσίων ή άλλων χωρών (ΤΕΕ - ΚΜ, 2010).

Επιπλέον αναφορικά με κάποια ρεύματα αποβλήτων, όπως τα ΑΗΗΕ ή τα υφάσματα, δυστυχώς για τα συγκεκριμένα δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα, καθώς η διαχείρισή τους επαφίεται σε άλλους φορείς, οι οποίοι δεν κάνουν χρήση του υπό εξέταση ΣΜΑ.

Ειδικότερα όσον αφορά τα ποσοτικά δεδομένα των απορριμμάτων, και για την πλήρη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του συστήματος αποκομιδής και διαχείρισης των απορριμμάτων του Δήμου, αξίζει να γίνει μνεία στην δυναμικότητα του ΣΜΑ, η οποία ανέρχεται στους 900 τόνους ημερησίως, με δυνατότητα επέκτασης στους 1.200 τόνους, εφόσον προστεθεί τέταρτη πρέσα συμπίεσης, για την οποία υφίσταται ήδη η τεχνική υποδομή.

Εκτός των ποσοτικών δεδομένων, έγινε συλλογή και οικονομικών δεδομένων που αφορούν τα λειτουργικά έξοδα που σχετίζονται με τη λειτουργία του Σταθμού Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) στον Δήμο Θεσσαλονίκης για τα έτη 2021, 2022 και 2023. Τα δεδομένα βασίζονται σε πραγματικές καταγραφές και οικονομικές καταστάσεις που δόθηκαν από το δήμο. Περιλαμβάνουν επιμέρους κατηγορίες κόστους, όπως καύσιμα και λιπαντικά, συντηρήσεις οχημάτων, ασφάλιστρα, τέλη κυκλοφορίας, ανταλλακτικά και ελαστικά, που αποτελούν τα κύρια στοιχεία εξόδων για την λειτουργία-συντήρηση του στόλου και των λειτουργιών του ΣΜΑ. Η καταγραφή των αναφερόμενων εξόδων είναι απαραίτητη για την αξιολόγηση της οικονομικής αποδοτικότητας της διαχείρισης απορριμμάτων και την οργάνωση βιώσιμων πολιτικών κόστους-οφέλους.

Τα αναφερόμενα κόστη αντιπροσωπεύουν άμεσες δαπάνες λειτουργίας, δηλαδή έξοδα που σχετίζονται με την καθημερινή χρήση, συντήρηση και υποστήριξη του εξοπλισμού και των οχημάτων μεταφοράς απορριμμάτων. Δεν περιλαμβάνονται άλλες λειτουργικές ανάγκες, όπως εργατικό κόστος, ηλεκτρική ενέργεια, νερό ή γενικά διοικητικά έξοδα, τα οποία θα έπρεπε να συμπεριληφθούν προκειμένου να υλοποιηθεί μια πλήρης ανάλυση κόστους. Ωστόσο, η μελέτη στις βασικές τεχνικές κατηγορίες δαπανών δίνει μια σαφή εικόνα της δυναμικής του λειτουργικού κόστους του ΣΜΑ και επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ ετών, την αξιολόγηση των μεταβολών και την ανίχνευση πιθανών βελτιώσεων ή αποκλίσεων στη διαχείριση του συστήματος αποκομιδής και μεταφόρτωσης απορριμμάτων του δήμου.

Ο υπολογισμός και η παρακολούθηση των παραπάνω λειτουργικών εξόδων είναι απαραίτητα, τόσο από λογιστική πλευρά όσο και από διαχειριστική τεκμηρίωση. Να

επισημανθεί πως μπορεί να αποτελέσει θεμελιώδες εργαλείο στρατηγικού σχεδιασμού για τη μελλοντική αναβάθμιση της διαχείρισης αποβλήτων στον Δήμο Θεσσαλονίκης. Με συστηματική αξιολόγηση των τάσεων κόστους (π.χ. αύξηση στα καύσιμα, μείωση στις συντηρήσεις), η διοίκηση μπορεί να εντοπίσει τομείς με υψηλό λειτουργικό βάρος, να δημιουργήσει παρεμβάσεις ενεργειακής και τεχνικής αποδοτικότητας, και να διαμορφώσει πιο βιώσιμες επιλογές μεταφοράς και εξοπλισμού.

Επίσης, η σύνδεση των οικονομικών δεδομένων με επιχειρησιακούς δείκτες, όπως η ΜΠΑ ή οι ροές απορριμμάτων, επιτρέπουν την εκτίμηση κόστους ανά μονάδα υπηρεσίας. Με αυτό το τρόπο η λήψη αποφάσεων τεκμηριώνεται με δεδομένα και βοηθάει στην σωστή προσέλκυση χρηματοδοτήσεων ή και την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών που μειώνουν το κόστος και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του ΣΜΑ.

3.3 Τυπολόγιο

Προκειμένου να υπολογιστεί το σύνολο των δεικτών που είναι επιθυμητά στην παρούσα εργασία, θα γίνει χρήση ενός αριθμού μαθηματικών τύπων, οι οποίοι χρησιμοποιούνται κατά κόρον για τους εν λόγω υπολογισμούς.

Ειδικότερα για τον υπολογισμό του **ποσοστού ανάκτησης εντός ΚΔΑΥ και του ποσοστού ανακύκλωσης των ΑΣΑ**, θα χρησιμοποιηθούν οι ακόλουθοι τύποι (Παναγιωτακόπουλος, 2007):

Εξίσωση 1: Τύπος υπολογισμού του ποσοστού ανακύκλωσης των ΑΣΑ

$$x = \frac{Ανακύκλωση}{ΑΣΑ}\ x\ 100\% \quad (1)$$

x: Δείκτης ανακύκλωσης (σε %)

Ανακύκλωση: Ποσότητα ανακυκλώσιμων απορριμμάτων (kg/y) – δηλαδή η συνολική, τελική, ποσότητα απορριμμάτων που ανακυκλώνεται

ΑΣΑ: Ποσότητα συνολικών αστικών στερεών αποβλήτων (kg/y)

Εξίσωση 2: Τύπος υπολογισμού του ποσοστού ανάκτησης εντός ΚΔΑΥ

$$y = \frac{Ανακύκλωση}{ΚΔΑΥ} x\ 100\% \quad (2)$$

y: Δείκτης ανάκτησης εντός ΚΔΑΥ (σε %)
Ανακύκλωση: Ποσότητα ανακυκλώσιμων απορριμμάτων (kg/y)
ΚΔΑΥ: Ποσότητα ανακυκλώσιμων απορριμμάτων (kg/y) (Ανακύκλωση + Ποσότητα υπολειμμάτων (kg/y) (= τα υπολείμματα ανακυκλώσιμων που ανακτώνται στα ΚΔΑΥ)

Το **ποσοστό εκτροπής απορριμμάτων από την υγειονομική ταφή** συνιστά έναν περιβαλλοντικό δείκτη που μετρά το ποσοστό των απορριμμάτων που δεν καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ), αλλά αντίθετα ανακτώνται μέσω ανακύκλωσης, κομποστοποίησης, ενεργειακής αξιοποίησης ή άλλων μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων. Το συγκεκριμένο ποσοστό αποτελεί δείκτη-στόχο για την Ευρωπαϊκή Ένωση. στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας.

Επιπλέον, το συγκεκριμένο ποσοστό θεωρείται δείκτης αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των πολιτικών διαχείρισης αποβλήτων, καθώς καταγράφει την πρόοδο των χωρών στην επίτευξη των στόχων της κυκλικής οικονομία και προάγει νέες βιώσιμές πρακτικές (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

Εξίσωση 3: Τύπος υπολογισμού του ποσοστού εκτροπής

$$\omega = \frac{Εκτροπή}{ΑΣΑ} x100\% \quad (3)$$

ω: Δείκτης εκτροπής (σε %)
Εκτροπή: Ποσότητα εκτρεπόμενων ΑΣΑ (kg/y) (= ΑΣΑ – Απορρίμματα που οδηγούνται σε ταφή)
ΑΣΑ: Ποσότητα συνολικών αστικών στερεών αποβλήτων (kg/y)

Η **Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων** (ΜΠΑ) αποτελεί έναν καίριο δείκτη για τον σχεδιασμό και τη διαχείριση συστημάτων στερεών αποβλήτων. Ορίζει την ποσότητα απορριμμάτων που παράγει ένας κάτοικος (ή άλλη μονάδα αναφοράς) σε ένα έτος(Παναγιωτακόπουλος, 2007).

Η Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ) είναι σημαντικός δείκτης διότι χρησιμοποιείται για τον **σχεδιασμό μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων**, δικτύων συλλογής και μεταφοράς. Μας δίνει εικόνα για την αποτελεσματικότητα **πολιτικών πρόληψης και μείωσης απορριμμάτων** και τέλος είναι δείκτης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σύγκριση μεταξύ χωρών και περιοχών (Κούγκολος & Εμμανουήλ, 2020; Παναγιωτακόπουλος, 2007).

Εξίσωση 4: Τύπος υπολογισμού της Μοναδιαίας Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ)

$$ΜΠΑ = \frac{ΑΣΑ}{Πληθυσμός} \quad (4)$$

ΜΠΑ: Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (kg/cap/y)

ΑΣΑ: Ποσότητα συνολικών αστικών στερεών αποβλήτων (kg/y)

Πληθυσμός: Ο πληθυσμός της υπό μελέτη περιοχής (cap)

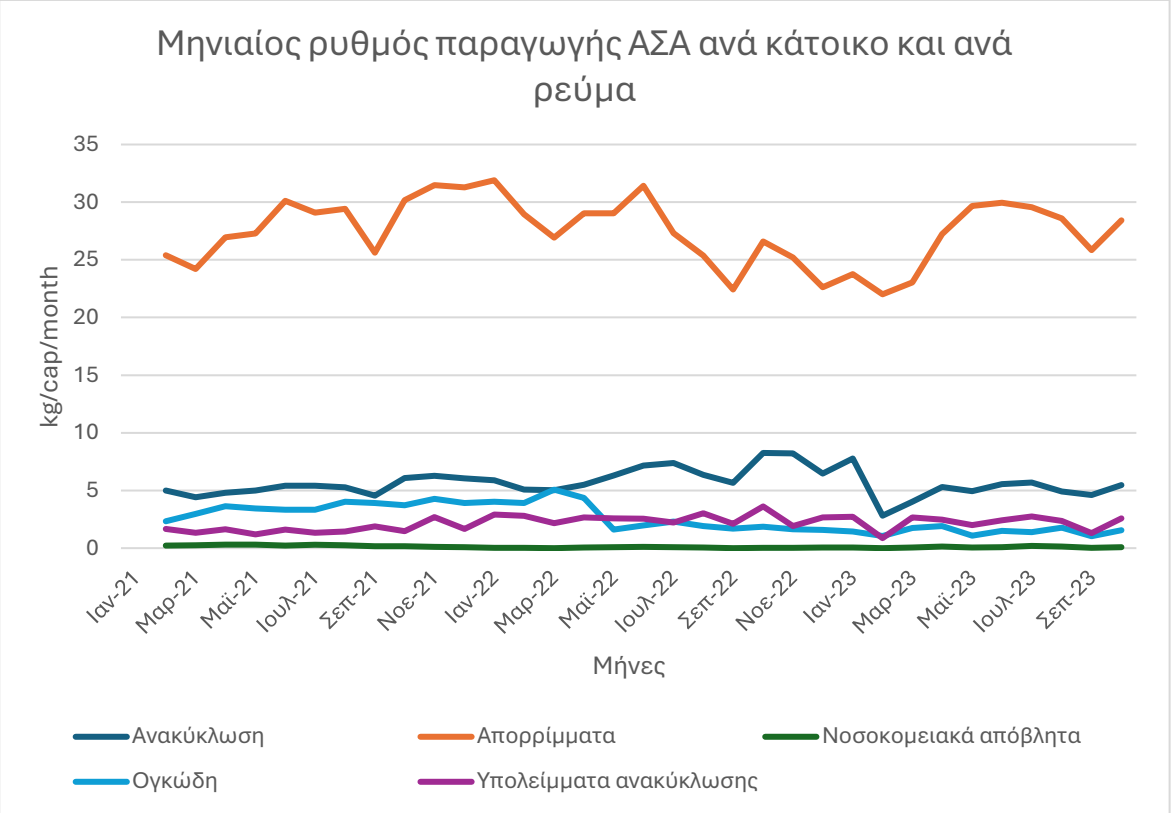
Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα & Συζήτηση

Στο ακόλουθο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των αναλύσεων των διαθέσιμων στοιχείων τόσο για τις ποσότητες των απορριμμάτων όσο και των οικονομικών στοιχείων που αφορούν στον ΣΜΑ Θεσσαλονίκης.

4.1 Αποτελέσματα Ποσοτήτων

4.1.1 Ποσότητες αποβλήτων

Από τα διαθέσιμα στοιχεία, φαίνεται πως η συνολική ποσότητα απορριμμάτων που συλλέχθηκε στον Δήμο Θεσσαλονίκης, είναι ιδιαίτερα σημαντική.



Γράφημα 1: Μηνιαίος ρυθμός παραγωγής ΑΣΑ ανά κάτοικο και ανά ρεύμα στον Δ. Θεσσαλονίκης (2021 – 2023)

Όπως γίνεται αντιληπτό και από το παραπάνω γράφημα, οι ρυθμοί παραγωγής αποβλήτων κινούνται σε υψηλά επίπεδα το 2021 αγγίζοντας, συνολικά και τους 10.000 τόνους σε μηνιαία βάση, περίπου 30 kg αποβλήτων ανά κάτοικο. Το 2022, και ιδιαίτερα μετά τον Μάιο, φαίνεται πως αρχίζει μια σταδιακή μείωση των ποσοτήτων, η οποία

φτάνει στο ελάχιστό της περίπου στο τέλος της ίδιας χρονιάς. Αντίθετα από τον Ιανουάριο του 2023, η ποσότητες των αποβλήτων αρχίζουν σταδιακά να αυξάνονται, αγγίζοντας σχεδόν ξανά τους 10.000 τόνους συνολικά,περίπου 30 kg αποβλήτων ανά κάτοικο, τον Σεπτέμβριου του ίδιου έτους.

Παρόμοια είναι επίσης η πορεία που καταγράφουν τα επιμέρους ρεύματα αποβλήτων, φυσικά σε μικρότερες ποσότητες πάντα.

Θέλοντας να ερμηνεύσουμε το παραπάνω αποτέλεσμα, φαίνεται ότι οι ποσότητες του 2021, είναι αυξημένες, λόγω και της μεγάλης ποσότητες απορριμμάτων μιας χρήσης που προέρχονται από τα μέτρα ατομικής προστασίας για την πανδημία του COVID – 19. Οι ποσότητες αυτές μειώθηκαν αισθητά το 2022, πιθανόν λόγω της επιστροφής στην κανονικότητα, ενώ το 2023 φαίνεται ότι η αύξηση του βιοτικού επιπέδου πιθανόν έχει οδηγήσει σε μια υπερκατανάλωση αγαθών με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη παραγωγή αποβλήτων, ενώ η αύξηση της τουριστικής κίνησης στην πόλη, μπορεί επίσης να έχει σημαντικό αντίκτυπο στις καταγεγραμμένες ποσότητες.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί στο παραπάνω γράφημα, η σημαντική μείωση που καταγράφεται στις ποσότητες των αποβλήτων κάθε Αύγουστο, λόγω των καλοκαιρινών διακοπών των κατοίκων.

4.1.2 Δείκτες Διαχείρισης

Κάνοντας χρήση του παραπάνω τυπολογίου, πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός διαφόρων δεικτών, αναφορικά με την διαχείριση των απορριμμάτων στον Δήμο Θεσσαλονίκης για τα έτη 2021 – 2023, τα αποτελέσματα των οποίων δίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 2: Ποσοστιαίοι δείκτες ανακύκλωσης, ανάκτησης, εκτροπής ΑΣΑ καθώς και ΜΠΑ για τον Δήμο Θεσσαλονίκης (2021 - 2023)

Έτος	Ποσοστό Ανακύκλωσης (%)	Ποσοστό Ανάκτησης (%)	Ποσοστό Εκτροπής (%)	ΜΠΑ (kg/cap/y)
2021	13,55	75,47	19,40	473
2022	17,25	71,84	25,02	459
2023	13,71	69,30	18,37	361

Ποσοστό Ανακύκλωσης

Ειδικότερα, όσον αφορά τον τομέα της ανακύκλωσης, η Ελλάδα, σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές οδηγίες και τις εθνικές στρατηγικές για τη διαχείριση αποβλήτων, έχει θέσει ως στόχο την επίτευξη τουλάχιστον 50% ανακύκλωσης των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) έως το 2025 και 60% έως το 2030. Οι αναφερόμενοι στόχοι αφορούν τη συνολική επικράτεια αλλά και επιμέρους περιοχές όπως η Θεσσαλονίκη, που αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες αστικές συγκεντρώσεις της χώρας και αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις στη διαχείριση απορριμμάτων.

Λαμβάνοντας υπόψη το παραπάνω, διαπιστώνεται ότι κατά το 2021, η Θεσσαλονίκη ανακύκλωσε 13,55% των απορριμμάτων της, ποσοστό που είναι 36,45% χαμηλότερο από τον στόχο του 50% που έχει τεθεί για το 2025 και 46,45% χαμηλότερο από το 60% για το 2030.

Το 2022, παρατηρήθηκε αύξηση της ανακύκλωσης στο 17,25%, που δείχνει πιθανή βελτίωση των υποδομών και της συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών. Παρόλα αυτά, η επίδοση εξακολουθεί να είναι πολύ μακριά από τον στόχο.

Το 2023, το ποσοστό ανακύκλωσης έπεσε στο 13,71%, δείχνοντας ότι η βελτίωση του 2022 δεν κατάφερε να διατηρηθεί. Αυτό υποδηλώνει ότι υπήρχαν προβλήματα στη σταθερότητα των προγραμμάτων ανακύκλωσης ή ότι δεν υπήρξαν νέα μέτρα για την ενίσχυση της διαδικασίας.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται πως ο Δήμος Θεσσαλονίκης βρίσκεται μακριά από τους στόχους που έχει θέση η χώρα στον τομέα της ανακύκλωσης. Για να αυξηθεί το ποσοστό ανακύκλωσης απαιτούνται σημαντικές παρεμβάσεις. Ειδικότερα πρέπει να γίνει αναβάθμιση των υποδομών διαλογής, να αυξηθούν οι μπλε κάδοι και να δημιουργηθούν πράσινα σημεία ανακύκλωσης ειδικών ρευμάτων (πλαστικά, μπαταρίες, γυαλί κτλ.). Επιπλέον θα πρέπει να αυξηθεί η κρατική χρηματοδότηση ώστε να μπορέσει ο δήμος να βελτιώσει το υπάρχον δίκτυο διαλογής και επεξεργασίας αποβλήτων. Σημαντικό είναι επίσης να αναπτυχθεί το δίκτυο καφέ κάδων και της κομποστοποίησης των οργανικών αποβλήτων. Επιπλέον θα πρέπει να δοθούν κίνητρα στις επιχειρήσεις και στους πολίτες ώστε να αποκτήσουν πιο ενεργό ρόλο στην ανακύκλωση αλλά και στην επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων, με σκοπό την προαγωγή της κυκλικής οικονομίας.

Ποσοστό ανάκτησης εντός ΚΔΑΥ

Εντός του ΚΔΑΥ υπάρχει η δυνατότητα για την ανάκτηση σημαντικού ποσοστού των ανακυκλώσιμων υλικών, με την προϋπόθεση αυτά να πληρούν τις προδιαγραφές καθαριότητας που συνιστώνται.

Με βάση την ανάλυση των στοιχείων για τα έτη 2021, 2022 και 2023 για τον Δήμο Θεσσαλονίκης, φαίνεται πως η ανάκτηση των υλικών, βαίνει διαρκώς μειούμενη τα έτη αυτά.

Όπως διαπιστώνεται, το 2021, το ποσοστό ανάκτησης υπερβαίνει το 75%, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην ενημέρωση των πολιτών και την σχολαστικότητά τους ως προς την διαλογή, ενώ εντός και του ΚΔΑΥ φαίνεται ότι γίνεται σημαντική προσπάθεια για την ανάκτηση. Πιθανόν επίσης λόγω και του εγκλεισμού λόγω της πανδημίας την χρονιά αυτή, οι κάτοικοι ήταν περισσότερο προσεκτικοί ως προς την διαλογή των απορριμμάτων τους.

Το 2022 το ποσοστό μειώθηκε κάτω από 72%. Η μείωση αυτή πιθανόν να οφείλεται στην επαναφορά παλαιότερων συνηθειών των κατοίκων αναφορικά με την διαλογή, που δεν επιτρέπουν την ανάκτηση, ενώ μπορεί να υπάρχει και κάποιο ζήτημα στην μονάδα ΚΔΑΥ που να έχει μείωση την λειτουργικότητά της.

Το 2023 η πτώση του ποσοστού είναι ακόμη μεγαλύτερη, και πλέον δεν φτάνει ούτε το 70%. Η υιοθέτηση μη φιλικών προς την ανακύκλωση συνηθειών, φαίνεται πως επέστρεψε στους κατοίκους της πόλης, ενώ μπορεί να υπάρχουν και ζητήματα στην διαλογή του μηχανισμού στις αντίστοιχες μονάδες.

Αναφορικά με τους κατοίκους, θα πρέπει να συζητηθεί η εκπαίδευση και η ενημέρωση των πολιτών για το ζήτημα της διαλογής των ανακυκλώσιμων υλικών και της σημασίας της όλης διεργασίας. Επιπλέον θα πρέπει να υπάρξει μέριμνα για τις υποδομές του ΚΔΑΥ στην περίπτωση που θεωρούνται πλέον παρωχημένες και θα πρέπει ενδεχομένως να αναβαθμιστούν ή να ενδυναμωθεί το εργατικό δυναμικό σε αυτές.

Ποσοστό Εκτροπής

Το ποσοστό της εκτροπής των απορριμμάτων από την υγειονομική ταφή, έχει υπολογιστεί με τη χρήση του παραπάνω τυπολογίου (εξίσωση 3).

Όπως διαπιστώνεται και στο παραπάνω πίνακα, τα ποσοστά εκτροπής απορριμμάτων από την υγειονομική ταφή, είναι χαμηλά.

Ειδικότερα για το 2021, χρονιά ακόμη πανδημίας, το ποσοστό δεν υπερβαίνει το 20%, γεγονός όμως που ίσως συνάδει με τη φύση των αποβλήτων , κυρίως υγειονομικών από οικιακή χρήση, την περίοδο εκείνη. Επιπλέον φαίνεται ότι τα ογκώδη δεν οδηγούνται προς διαφορετική διαχείριση, γεγονός που επιδεινώνει το παραπάνω ποσοστό.

Το 2022 φαίνεται πως είναι μια πιο επιτυχημένη χρονιά διαχείρισης διότι το ποσοστό κυμάνθηκε στο 25%. Η τάση αυτή υποδεικνύει πως υπάρχει μια αποτελεσματική διαχείριση απορριμμάτων τη χρονιά αυτή, πιθανόν λόγω αξιοποίησης οργανικών και άλλων υλικών, αν λάβουμε υπόψη την μείωση του ποσοστού ανακύκλωσης αλλά και του μειωμένου αριθμού απορριμμάτων γενικότερα.

Το 2023 φαίνεται χρονιά μια μείωση μεν του ποσοστού, όμως θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι λείπουν τα στοιχεία για τους τρεις τελευταίους μήνες του έτους. Φαίνεται λοιπόν ότι το ποσοστό επιστρέφει λίγο κάτω από το 20%, γεγονός που υποδηλώνει ότι πιθανόν υπάρχει έλλειψη ενημέρωσης των πολιτών σχετικά με την ανακύκλωση, γεγονός που φαίνεται και παραπάνω, αλλά ενδεχομένως να τίθεται ζήτημα με τις υποδομές του φορέα διαχείρισης οι οποίες έχουν σαν αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η δυνατότητα εκτροπής των απορριμμάτων.

Στα παραπάνω θα πρέπει να ληφθεί υπόψη πως η Ελλάδα έχει θέσει ως εθνικό στόχο την επίτευξη 90% εκτροπής απορριμμάτων από την ταφή έως το 2030, λαμβάνοντας υπόψιν τις κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τις στρατηγικές κυκλικής οικονομίας. Σύμφωνα με το παραπάνω, ο Δήμος Θεσσαλονίκης απέχει σημαντικά από την επίτευξη του παραπάνω στόχου, και θα πρέπει να λάβει μέτρα προκειμένου να επιτύχει το παραπάνω ποσοστό στο λίγο αυτό διάστημα που μένει για την επίτευξή του.

Μοναδιαία Παραγωγή Αποβλήτων (ΜΠΑ)

Λαμβάνοντας υπόψιν τον επίσημο πληθυσμό που έχει καταγραφεί μόνο στον Δήμο Θεσσαλονίκης (κεντρικό), ο οποίος ανέρχεται 319.045 κατοίκους, πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός της Μοναδιαίας Παραγωγής Αποβλήτων.

Ειδικότερα, λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των αποβλήτων κάθε έτους στην πόλη της Θεσσαλονίκης, υπολογίστηκε ότι το έτος 2021 η ΜΠΑ ισούται με 473 kg/cap/year, το έτος 2022 σε 458 kg/cap/year και το έτος 2023 σε 361 kg/cap/year.

Όπως γίνεται αντιληπτό, με βάση τα στοιχεία από το 2021 στο 2022 υπάρχει μια πτώση του δείκτη σχεδόν κατά 15 κιλά ανά άτομο. Αν και το 2021 ήταν μια ακόμη χρονιά

πανδημίας COVID-19, φαίνεται ότι υπήρχε μια σημαντική παραγωγή αποβλήτων, η οποία ενδεχομένως να αποδίδεται στη μεγάλη χρήση ατομικών μέτρων προστασίας από τον ιό, όπως γάντια, μάσκες και άλλα μέσα ατομικής προστασίας, καθώς και κιτ ελέγχου, τα οποία ήταν μίας χρήσης και απορρίπτονταν στα απλά οικιακά απορρίμματα στις περισσότερες περιπτώσεις.

Η μείωση που καταγράφεται το 2022, πιθανόν να οφείλεται στην διακοπή χρήση μέσων ατομικής προστασίας κατά της πανδημίας, και την επαναφορά στις πρότερες καταναλωτικές συνήθειες, ίσως και σε μια εγκράτεια αναφορικά με την απόρριψη απορριμμάτων.

Τα δεδομένα για το έτος 2023, τα οποία αφορούν τους 10 πρώτους μήνες του έτους, δείχνουν μια σημαντική μείωση της ΜΠΑ, η οποία υποχωρεί στα 361 kg/cap/y.

Η πτώση αυτή μπορεί να οφείλεται στην μεταβολή διαφόρων παραγόντων, όπως:

- μείωση των αποβλήτων που καταλήγουν στον ΣΜΑ ή γενικότερη βελτίωση της διαχείρισης απορριμμάτων στον Δήμο.
- αλλαγές στις ροές μεταφοράς απορριμμάτων ή στη μεθοδολογία καταγραφής των φορτίων.
- Έλλειψη δεδομένων για τους δύο τελευταίους μήνες του έτους, οι οποίοι περιλαμβάνουν περιόδους μεγάλη εμπορικής δραστηριότητας, η οποία ευθύνεται, ως ένα βαθμό, για σημαντική παραγωγή αποβλήτων.

Η μείωση του ΜΠΑ το έτος 2023 είναι σημαντικό στοιχείο το οποίο θα πρέπει να εξεταστεί αν είναι συγκυριακή πτώση ή αποτελεί τάση η οποία θα διαρκέσει. Για να διαπιστωθεί τι από τα παραπάνω μπορεί να ισχύει χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση με βάση ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία.

Αν η πτώση αποδειχθεί σταθερή και διατηρήσιμη, θα μπορούσε να υποδηλώνει την επίτευξη των εθνικών και ευρωπαϊκών στόχων για το 2025 και το 2030, διότι θα αποδειχθεί ότι αντικατοπτρίζει δομική αλλαγή στο σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων. Σε αυτή την περίπτωση, ο Δήμος Θεσσαλονίκης θα έχει ένα σημαντικό προβάδισμα για να πετύχει ή και να υπερκαλύψει τους στόχους για το 2025 και το 2030, τόσο σε επίπεδο πρόληψης όσο και σε επίπεδο εκτροπής από την ταφή.

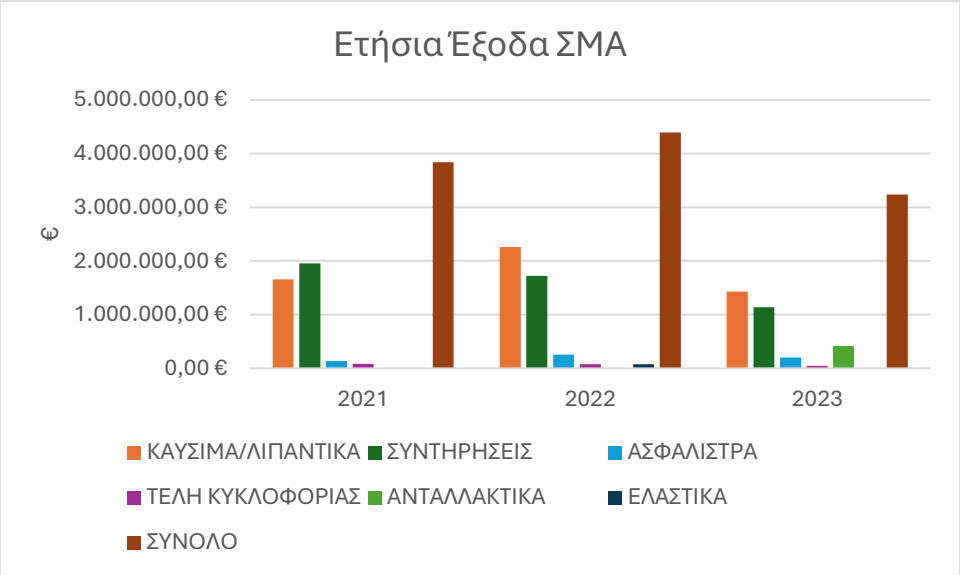
4.2 Οικονομικά Αποτελέσματα

4.2.1 Έξοδα λειτουργίας ΣΜΑ

Από την ανάλυση των οικονομικών στοιχείων που αφορούν τον ΣΜΑ και ειδικότερα των λειτουργιών του (καύσιμα οχημάτων, συντήρηση και ασφάλιση οχημάτων, εργατικό κόστος, άλλα κόστη συντήρησης του ΣΜΑ, ηλεκτρικό ρεύμα, κόστος ύδατος, άλλα κόστη), προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας με συγκεντρωμένα τα έξοδα του ΣΜΑ για τα έτη 2021, 2022, 2023.

Πίνακας 3: Έξοδα λειτουργίας του ΣΜΑ Θεσσαλονίκης για τα έτη 2021, 2022 και 2023

Λειτουργικά έξοδα	2021	2022	2023
Καύσιμα/λιπαντικά	1.655.984,84 €	2.260.285,37 €	1.428.394,10 €
Συντηρήσεις	1.954.193,24 €	1.725.449,93 €	1.139.675,18 €
Ασφάλιστρα	138.687,15 €	256.103,07 €	202.217,27 €
Τέλη κυκλοφορίας	86.306,00 €	77.572,54 €	50.534,70 €
Ανταλλακτικά	0,00 €	0,00 €	413.673,05 €
Ελαστικά	3.025,60 €	75.473,22 €	0,00 €
Σύνολο	3.838.196,83 €	4.394.884,13 €	3.234.494,30 €



Γράφημα 2: Ετήσια Έξοδα ΣΜΑ

Ειδικότερα:

Η κατηγορία **Καύσιμα / Λιπαντικά** θεωρείται κοστοβόρα στη λειτουργία του ΣΜΑ Θεσσαλονίκης, αντιπροσωπεύοντας ένα σημαντικό ποσοστό του συνολικού ετήσιου λειτουργικού κόστους. Το 2021 καταγράφηκε δαπάνη 1.655.984,84 €, ενώ το 2022 το κόστος εκτινάχθηκε στα 2.260.285,37 €, παρουσιάζοντας αύξηση περίπου 36%,

γεγονός που πιθανώς οφείλεται στον συνδυασμό παγκόσμιας ενεργειακής κρίσης και εντατικοποίησης των δρομολογίων αποκομιδής και μεταφοράς. Αντιθέτως, το 2023 σημειώνεται έντονη πτώση στο κόστος, που περιορίζεται σε 1.428.394,10 €, δηλαδή μείωση σχεδόν 37% σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Αυτή η κάμψη πιθανόν συνδέεται με τη γενική μείωση του όγκου απορριμμάτων (όπως αποτυπώθηκε και στη ΜΠΑ), με συνέπεια λιγότερα δρομολόγια, μειωμένη κατανάλωση καυσίμου και αποδοτικότερη χρήση του στόλου. Η κατηγορία αυτή αποτελεί κρίσιμο δείκτη αποδοτικότητας, καθώς η διακύμανσή της αντανακλά όχι μόνο τις διεθνείς τιμές ενέργειας αλλά και το επίπεδο οργάνωσης της τοπικής διαχείρισης αποβλήτων.

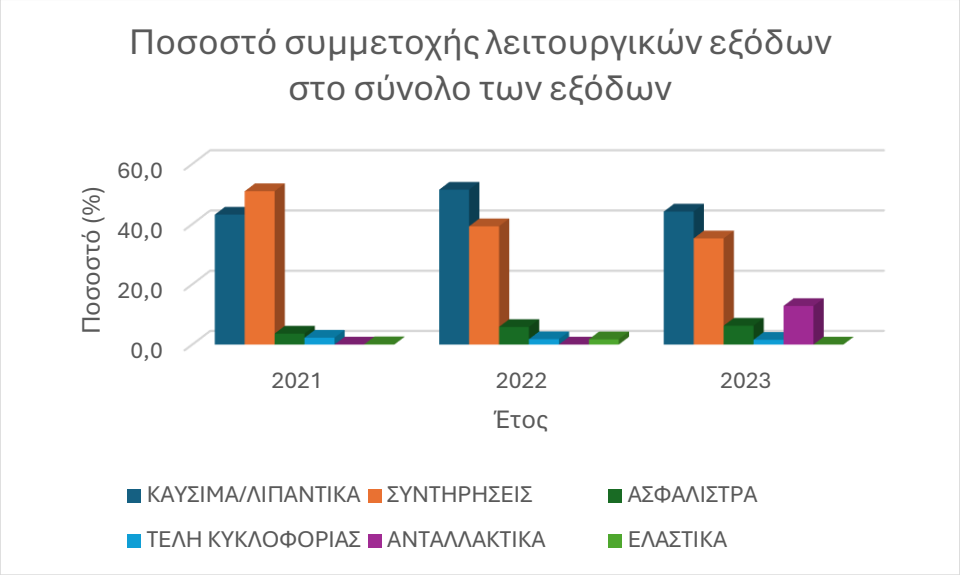
Οι **Συντηρήσεις** καταγράφουν σταθερά υψηλές δαπάνες, καθώς περιλαμβάνουν όλες τις εργασίες επισκευής, τεχνικής υποστήριξης και λειτουργικής φροντίδας του στόλου και του εξοπλισμού του ΣΜΑ Θεσσαλονίκης. Το 2021 αποτέλεσε το κορυφαίο έτος δαπάνης με συνολικό κόστος 1.954.193,24 €, πιθανότατα λόγω αυξημένων αναγκών συντήρησης. Ίσως εξαιτίας περιορισμένης λειτουργίας κατά την πανδημία ή λόγω παλαιότητας του εξοπλισμού. Το 2022 σημειώθηκε ελαφρά μείωση στα 1.725.449,93 € (περίπου −12%), ενώ το 2023 παρατηρείται αισθητή κάμψη, με τις δαπάνες να περιορίζονται στα 1.139.675,18 € (περίπου −34% από το 2022). Η πτωτική αυτή πορεία μπορεί να συνδέεται είτε με βελτιστοποίηση των προγραμμάτων συντήρησης, είτε με παράταση της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού χωρίς ουσιαστικές παρεμβάσεις, κάτι που ενδέχεται να υποκρύπτει αναβολή απαραίτητων εργασιών καθώς τα δεδομένα μας για το έτος 2023 σταματούν στον μήνα Οκτώβριο. Σε κάθε περίπτωση, η κατηγορία αυτή αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την ασφάλεια, αξιοπιστία και μακροχρόνια βιωσιμότητα του συστήματος μεταφοράς απορριμμάτων και απαιτεί συνεχή και στρατηγική παρακολούθηση.

Οι κατηγορίες **Ασφάλιστρα και Τέλη Κυκλοφορίας** αποτελούν πάγια έξοδα για τη λειτουργία του στόλου του ΣΜΑ, καθώς σχετίζονται με τη νομική και διοικητική συμμόρφωση του Δήμου Θεσσαλονίκης ως προς τη χρήση των οχημάτων. Τα ασφάλιστρα παρουσίασαν αύξηση από 138.687,15 € το 2021 σε 256.103,07 € το 2022 (+85%), πιθανώς λόγω επανεκτίμησης ασφαλιστικών συμβολαίων, αυξημένων απαιτήσεων κάλυψης ή προσθήκης νέων οχημάτων στον στόλο. Το 2023 καταγράφηκε μικρή πτώση στα 202.217,27 €, παραμένοντας ωστόσο σε υψηλότερα επίπεδα από το 2021. Αντίστοιχα, τα τέλη κυκλοφορίας μειώνονται σταδιακά (από 86.306,00 € το 2021 σε 50.534,70 € το 2023), κάτι που μπορεί να αποδοθεί σε απόσυρση παλαιότερων

βαρέων οχημάτων, χρήση οχημάτων με μειωμένα τέλη ή εφαρμογή περιβαλλοντικών κινήτρων. Η οργάνωση αυτών των εξόδων επιτρέπει καλύτερο προϋπολογισμό λειτουργίας, ενώ τυχόν αλλαγές στα ποσά αντανακλούν είτε αναδιάρθρωση στόλου είτε διοικητικές αποφάσεις περί κόστους και κάλυψης.

Η κατηγορία **Ανταλλακτικά** εμφανίζει ενδιαφέρουσα μεταβολή στο κόστος, καθώς δεν καταγράφηκε καμία σχετική δαπάνη τα έτη 2021 και 2022, ενώ το 2023 καταχωρείται για πρώτη φορά σημαντικό ποσό ύψους 413.673,05 €. Τα έτη 2021 και 2022 δεν γινόταν καταγραφή των δεδομένων που αφορούσαν την συγκεκριμένη κατηγορία για αυτό παρουσίαζαν μηδενική τιμή. Οι ανάγκες αυτές καλύπτονταν με συμβάσεις μέσα στο πλαίσιο των συντηρήσεων. Σε κάθε περίπτωση, η επένδυση σε ανταλλακτικά το 2023 είναι ενδεικτική της ανάγκης για συντήρηση ή αποκατάσταση φθοράς, γεγονός που καθιστά την κατηγορία αυτή κρίσιμη για την αδιάλειπτη και ασφαλή λειτουργία των μεταφορικών και τεχνικών μέσων του ΣΜΑ.

Στα **Ελαστικά** παρουσιάζεται έντονη διακύμανση κατά την τριετία που μελετάμε. Το 2021 καταγράφηκε ελάχιστο κόστος (3.025,60 €), πιθανώς για αντικαταστάσεις σε μεμονωμένα οχήματα. Το έτος 2022, το ποσό εκτοξεύεται στα 75.473,22 €, γεγονός που δείχνει μαζική προμήθεια ή ανανέωση ελαστικών σε μεγάλο μέρος του στόλου. Αντίθετα, το 2023 δεν καταγράφεται καμία σχετική δαπάνη, γεγονός που υποδηλώνει ότι η ανάγκη είχε καλυφθεί πλήρως το προηγούμενο έτος ή ότι οι αλλαγές θα πραγματοποιηθούν τέλος του έτους όπου δεν έχουμε δεδομένα για τους δύο τελευταίους μήνες του έτους. Σε κάθε περίπτωση η έντονη διακύμανση υποδηλώνει πως τα ελαστικά είναι κόστος χωρίς προγραμματισμό και προκύπτει από τις άμεσες ανάγκες λόγω φθοράς τους. Κρίνετε σωστό να υπάρξει μακροπρόθεσμος σχεδιασμός προμηθειών και πρόβλεψη ανανεώσεων, ιδίως σε στόλους βαρέων οχημάτων με αυξημένες απαιτήσεις φθοράς και ασφάλειας.



Γράφημα 3: Ποσοστό συμμετοχής λειτουργικών εξόδων στα συνολικά έξοδα του ΣΜΑ Θεσσαλονίκης (2021 – 2023)

Η ποσόστωση των επιμέρους κατηγοριών στο συνολικό κόστος, για κάθε έτος, φαίνεται και πιο ξεκάθαρα, με τη βοήθεια του παραπάνω γραφήματος. Οι διαφοροποιήσεις που υφίστανται κάθε έτος ανά κατηγορία, και αναλύθηκαν παραπάνω, διακρίνονται περισσότερο εμφανώς εδώ, δίνοντας σαφέστερη εικόνα των λειτουργικών διαφοροποιήσεων ανά έτος.

Συγκεντρωτικά βλέπουμε πως το συνολικό κόστος συντήρησης του ΣΜΑ Δήμου Θεσσαλονίκης (περιλαμβάνοντας καύσιμα, συντηρήσεις, ανταλλακτικά, ασφάλειες κ.λπ.) κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα κατά την περίοδο 2021–2023, με κορύφωση το 2022 (άνω των 4,3 εκατ. €) και παρουσιάζει μείωση το 2023, γεγονός που αντανακλά πιθανές βελτιώσεις στη λειτουργία, περιορισμό της ΜΠΑ, ή και συγκυριακές αποκλίσεις. Το γεγονός ότι μεγάλο μέρος του κόστους προέρχεται από ορυκτά καύσιμα και τεχνική υποστήριξη παλαιού στόλου δείχνει την ανάγκη για μια πιο στρατηγική και βιώσιμη προσέγγιση στον τεχνικό σχεδιασμό και την ενεργειακή διαχείριση.

4.2.2 Μοναδιαίο κόστος λειτουργίας του ΣΜΑ

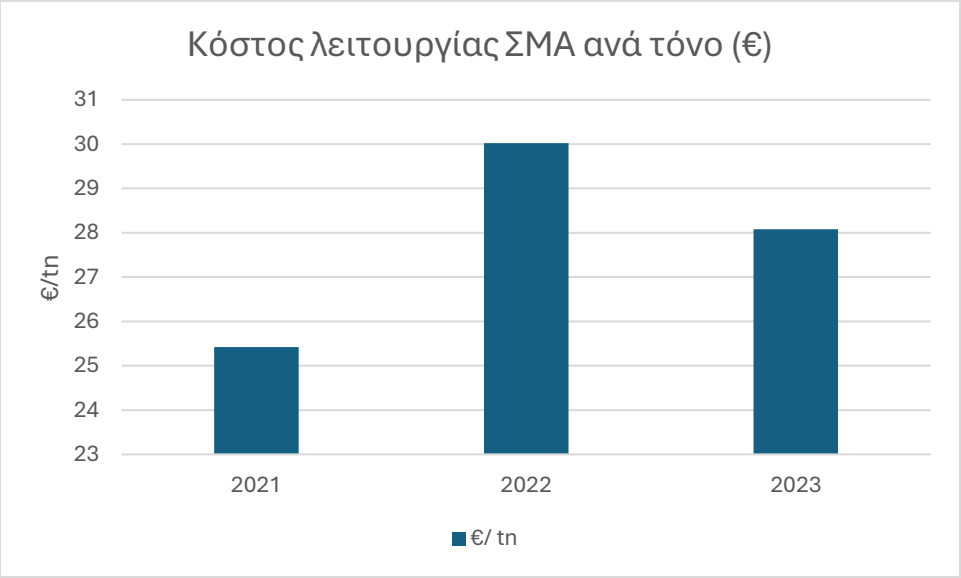
Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω οικονομικά δεδομένα θα γίνει ο υπολογισμός του κόστους λειτουργίας του ΣΜΑ σε ευρώ ανά τόνο αποβλήτων (€/t), καθώς αποτελεί έναν κρίσιμο δείκτη αποδοτικότητας και βιωσιμότητας της διαχείρισης απορριμμάτων.

Για το λόγο αυτό υπολογίστηκε η ποσότητα των απορριμμάτων συνολικά σε τόνους και τα δρομολόγια που απαιτήθηκαν για την συλλογή τους. Έχοντας υπολογίσει και το έξοδα λειτουργίας - συντήρησης προέκυψε ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 4: Στοιχεία εξόδων ΣΜΑ και Μοναδιαίο Κόστος

Έτος	Φορτία (t)	Δρομολόγια	Συνολικά έξοδα (€)	Μοναδιαίο Κόστος (€/ t)
2021	150991,2	42547	3838196,83	25,4
2022	146395,3	40309	4394884,13	30
2023	115196,5	29934	3234494,3	28

Εκ του αποτελέσματος, διαπιστώνεται πως στη τριετία μελέτης, ο δείκτης παρουσιάζει διακυμάνσεις.



Γράφημα 4: Μοναδιαίο Κόστος λειτουργίας ΣΜΑ

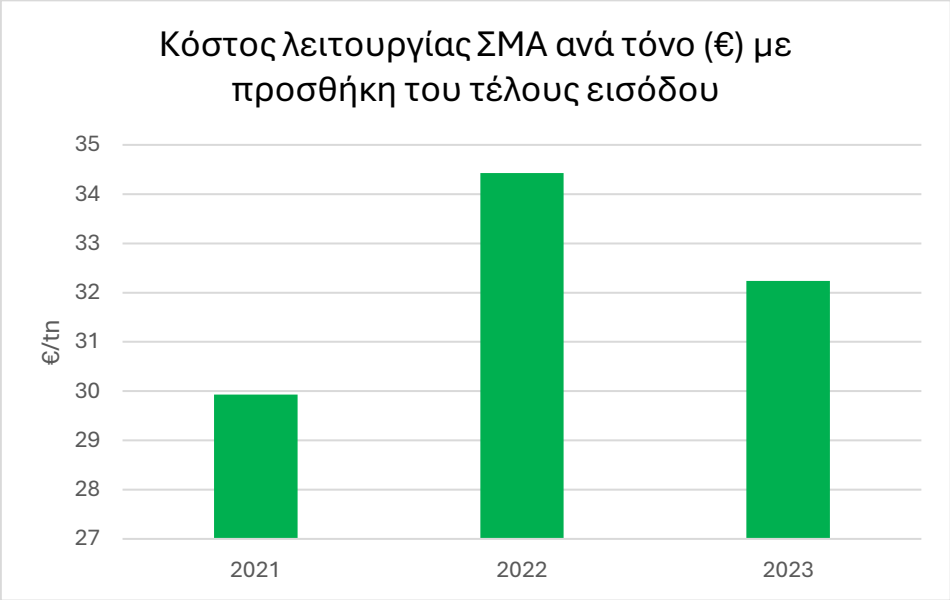
Αναλυτικά, το 2021 παρουσιάζεται το χαμηλότερο κόστος ανά τόνο, κάτι που μπορεί να οφείλεται στο υψηλότερο συνολικό φορτίο (150.991,2 τόνοι) και στη καλύτερη κατανομή εξόδων ανά δρομολόγιο, με αποτέλεσμα το χαμηλό κόστος λειτουργίας ανά τόνο.

Το 2022, αν και το φορτίο είναι παρόμοιο, το κόστος αυξάνεται σημαντικά στα 30,02 €/t, λόγω αύξησης των καυσίμων, ασφάλιστρων και εξόδων ελαστικών, όπως φάνηκε στις προηγούμενες αναλύσεις.

Το 2023, παρατηρείται μείωση του συνολικού κόστους, πιθανόν επειδή η συνολική ποσότητα φορτίου είναι αισθητά μειωμένη (115.196,5 τόνοι) εξαιτίας της απώλειας δύο μηνών από τα δεδομένα. Αντίθετα όμως το κόστος ανά τόνο παραμένει υψηλό

(28,08 €/t). Αυτό καταδεικνύει ότι, παρότι μειώνεται ο όγκος απορριμμάτων, δεν συνοδεύεται πάντοτε από ανάλογη μείωση στο κόστος λειτουργίας.

Το ακόλουθο γράφημα παρουσιάζει το προσαρμοσμένο κόστος λειτουργίας του ΣΜΑ Δήμου Θεσσαλονίκης ανά τόνο (€) για τα έτη 2021, 2022 και 2023, αφού έχει προστεθεί το τέλος εισόδου των 16 €/τόνο, το οποίο αποτελεί ρυθμιστικό κόστος διάθεσης, που προβλέπεται από το θεσμικό πλαίσιο, και επιβαρύνει επιπλέον τη λειτουργία των σταθμών μεταφόρτωσης.



Γράφημα 5: Προσαρμοσμένο μοναδιαίο κόστος λειτουργίας ΣΜΑ

Το έτος 2021 το συνολικό κόστος λειτουργίας με την ενσωμάτωση του τέλους εισόδου, ανέρχεται περίπου στα 30 €/τόνο. Πρόκειται για το χαμηλότερο επίπεδο της τριετίας, γεγονός που αποδίδεται στον υψηλό συνολικό όγκο αποβλήτων (άνω των 150.000 τόνων), καθώς και σε συγκρατημένες λειτουργικές δαπάνες συγκριτικά με τα έτη που ακολουθούν. Παρά τις κανονικές ανάγκες σε καύσιμα και συντηρήσεις, η ισορροπημένη κατανομή κόστους στα δρομολόγια και η απουσία έκτακτων δαπανών (π.χ. ανταλλακτικά, ελαστικά) οδήγησε σε ικανοποιητική σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας για τον ΣΜΑ.

Το έτος 2022 καταγράφεται η μεγαλύτερη αύξηση κόστους ανά τόνο, το οποίο εκτοξεύεται πάνω από τα 34 €/τόνο, κυρίως εξαιτίας της ραγδαίας αύξησης του λειτουργικού κόστους (καύσιμα +600.000 €, ασφάλιστρα +85%, ελαστικά +72.000 €). Αν και η συνολική ποσότητα αποβλήτων παρέμεινε σχεδόν ίδια με το 2021, η

εκτόξευση εξόδων ανά κατηγορία και η προσθήκη του τέλους εισόδου ανέβασαν αισθητά το μοναδιαίο κόστος. Το 2022 αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα έτους όπου οι εξωτερικές κρίσεις (ενεργειακή, πληθωριστική) και οι εντατικές ανάγκες συντήρησης στόλου οδήγησαν σε μειωμένη οικονομική αποδοτικότητα.

Το έτος 2023, το κόστος ανά τόνο μειώνεται ελαφρώς σε περίπου 32 €/τόνο, χωρίς ωστόσο να επανέλθει στα επίπεδα του 2021. Η σημαντική μείωση στη συνολική ποσότητα απορριμμάτων (περίπου −30.000 τόνοι) συνδυάστηκε με μείωση των δαπανών σε καύσιμα, συντηρήσεις και ελαστικά, αλλά η εμφάνιση υψηλής δαπάνης σε ανταλλακτικά (413.000 €) ανέκοψαν την περαιτέρω μείωση του μοναδιαίου κόστους. Παρότι υπάρχουν δείγματα καλύτερης ενεργειακής αποδοτικότητας, το υψηλό κόστος ανά τόνο δείχνει την ανάγκη διατήρησης ισορροπίας μεταξύ ποσότητας, εξόδων και οργανωτικής ευελιξίας.

Κάνοντας μια μικρή σύγκριση, μπορεί να διαπιστωθεί πως το κόστος λειτουργίας του παραπάνω ΣΜΑ, είναι σημαντικά μικρότερο έναντι του κόστους λειτουργίας του αντίστοιχου ΣΜΑ Σχιστού στην Αττική. Ειδικότερα, σύμφωνα με τα στοιχεία του ΕΣΔΝΑ, το κόστος διαχείρισης των ΑΣΑ για το 2023, αλλά και το 2024, υπολογίστηκε στα 47,9 €/τόνο, ποσό το οποίο είναι σημαντικά υψηλότερο, συγκριτικά με τον υπό μελέτη ΣΜΑ. Βέβαια θα πρέπει να αξιολογηθούν και οι όποιες διαφορές υπάρχουν, όπως οι ποσότητες των ΑΣΑ, οι αποστάσεις και πολλά άλλα. Σε κάθε περίπτωση, το κόστος είναι αρκετά χαμηλότερο έναντι του συγκρινόμενου ΣΜΑ (ΡΑΑΕΥ, 2025).

Τα παραπάνω αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η βιωσιμότητα του κόστους λειτουργίας εξαρτάται όχι μόνο από τον περιορισμό εξόδων, αλλά και από την αποτελεσματική διαχείριση του όγκου και των ροών των απορριμμάτων. Ειδικότερα για την επίτευξη ενός βιώσιμου και ανταγωνιστικού μοναδιαίου κόστους λειτουργίας για τον ΣΜΑ του Δήμου Θεσσαλονίκης, απαιτείται ένας συνδυασμό τεχνικής αναβάθμισης, διοικητικής οργάνωσης και μακροπρόθεσμου σχεδιασμού. Παράλληλα, για να θεωρηθεί το εν λόγω κόστος βιώσιμο, θα πρέπει να συνδέεται με τις περιβαλλοντικές δεσμεύσεις και τους στόχους για το 2025 και 2030. Τέλος η ενσωμάτωση του τέλους εισόδου καθιστά ακόμη πιο επιτακτική την ανάγκη για βελτιστοποίηση της λειτουργίας του ΣΜΑ.

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα & Προτάσεις

5.1 Συμπεράσματα

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων συνιστά μία από τις πλέον δύσκολες εξισώσεις στον τομέα της περιβαλλοντικής διαχείρισης, καθώς απαιτεί συνδυασμό μεθόδων — από την πρόληψη και διαλογή, μέχρι την επεξεργασία, την ανακύκλωση, την ανάκτηση και την τελική διάθεση. Η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου εξαρτάται από το είδος των αποβλήτων, τις τοπικές συνθήκες (π.χ. υποδομές, θεσμικό πλαίσιο, κοινωνική κουλτούρα) και τις οικονομικές δυνατότητες.

Ειδικότερα για τον Δήμο Θεσσαλονίκης, με βάση τα στοιχεία της περιόδου 2021 – 2023, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν σοβαρά ζητήματα στην διαχείριση των αποβλήτων και ειδικότερα στην υιοθέτηση περισσότερο φιλοπεριβαλλοντικών πρακτικών.

Αν και η συνολική ποσότητα αποβλήτων φαίνεται πως μειώνεται, (ΜΠΑ (2021) = 473 kg/cap/y και ΜΠΑ (2023) = 361 kg/cap/y) τα αντίστοιχα ποσοστά ανακύκλωσης (13,7% από 25%), ανάκτησης (69,3% από 75%), και εκτροπής (18,37% από 19,4%) μειώνονται επίσης. Αυτό δείχνει ένα σημαντικό κενό που υπάρχει είτε στην εκπαίδευση των πολιτών αναφορικά με τη βέλτιστη διαχείριση των αποβλήτων, είτε στις υποδομές διαχείρισης.

Επιπλέον σε οικονομικό επίπεδο, η διαχείριση του ΣΜΑ Θεσσαλονίκης, το οποίο δέχεται σε πρώτη φάση τα απόβλητα της πόλης, παρουσιάζει σημαντικά έξοδα, τα οποία αφορούν στον στόλο των οχημάτων αποκομιδής αλλά και στην λειτουργία της δομής γενικότερα.

Στα παραπάνω έρχεται να προστεθεί και η οικονομική επιβάρυνση που υπάρχει για τα απόβλητα που οδηγούνται για ταφή, γεγονός που επιβαρύνει σημαντικά τόσο τον δημοτικό προϋπολογισμό, όσο και τους κατοίκους γενικότερα, με διαμορφούμενη τιμή κόστους στα 32 €/t ΑΣΑ.

Όλα τα παραπάνω, δείχνουν πως η πόλη, δεν είναι ακόμη σε θέση να «πιάσει» τους ευρωπαϊκούς και εθνικούς στόχους του 2025 και 2030 – δηλαδή αύξηση της

ανακύκλωσης, μείωση των απορριμμάτων, εκτροπή από την ταφή και περιορισμός του ανθρακικού αποτυπώματος.

5.2 Προτάσεις

Για την βελτιστοποίηση της υφιστάμενης κατάστασης και την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί θα μπορούσαν να υιοθετηθούν διάφορα μέτρα, τόσο σε επίπεδο πολιτών, όσο και σε επίπεδο υποδομών.

Ειδικότερα:

- **Υιοθέτηση Ανταποδοτικού Συστήματος Διαχείρισης Αποβλήτων:** Υιοθέτηση ενός συστήματος που θα επιβραβεύει τους πολίτες για τη συμμετοχή τους στην ανακύκλωση, προσφέροντάς τους κίνητρα όπως εκπτώσεις σε επιχειρήσεις ή στα δημοτικά τέλη ή δωρεάν επιταγές εξαργύρωσης σε εκδηλώσεις. Για τις επιχειρήσεις, οι οποίες (καταστήματα υγειονομικού ενδιαφέροντος, ξενοδοχεία κτλ.) παράγουν εκ των πραγμάτων μεγάλη ποσότητα αποβλήτων, η αύξηση της ανακύκλωσης θα μπορούσε να επιβραβευτεί με μείωση των δημοτικών τελών.
- **Ανάπτυξη Ψηφιακής Πλατφόρμας:** Δημιουργία μιας πλατφόρμας όπου οι πολίτες θα μπορούν να ενημερώνονται για τις ανακυκλώσιμες ποσότητες, ή τις ποσότητες οργανικών αποβλήτων σε δεύτερο χρόνο, που παραδίδουν, να παρακολουθούν την πρόοδό τους και να λαμβάνουν ανταμοιβές.
- **Ενίσχυση Συνεργασιών:** Συνεργασία με τοπικές επιχειρήσεις και φορείς για την παροχή κινήτρων στους πολίτες, ενισχύοντας έτσι την τοπική οικονομία και την περιβαλλοντική συνείδηση.
- **Δημιουργία προγραμμάτων ενημέρωσης:** Η δημιουργία προγραμμάτων ενημέρωσης, τόσο προς τους πολίτες όσο και προς τα σχολεία, θα μπορούσε να ενισχύσει την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των πολιτών και να βοηθήσει τόσο στην μείωση των απορριπτόμενων ποσοτήτων όσο και την βέλτιστη διαχείριση των ρευμάτων των αποβλήτων.

Επιπλέον όσον αφορά στην διαχείριση των υποδομών του ΣΜΑ, προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η κατάσταση, θα μπορούσαν να προταθούν τα ακόλουθα:

- Σταδιακή αντικατάσταση των οχημάτων αποκομιδής με ηλεκτρικά ή υβριδικά, μέσο χρηματοδοτικών εργαλείων (ΕΣΠΑ, Ταμείο Ανάκαμψης), για δραστική μείωση καυσίμων και ρύπων.
- Ψηφιοποιήσει της διαχείρισης στόλου μέσω GPS, τηλεματικής και εργαλείων πρόβλεψης συντήρησης (predictive maintenance) ώστε να περιοριστούν οι έκτακτες βλάβες και το κόστος ανταλλακτικών.
- Βελτιστοποίηση δρομολογίων και συγχρονισμός ΣΜΑ με χωριστή συλλογή (καφέ κάδος, ανακυκλώσιμα), ώστε να μειωθούν τα φορτία προς μεταφόρτωση.
- Ενίσχυση πράσινων πρακτικών στον ίδιο τον ΣΜΑ, όπως χρήση ΑΠΕ (π.χ. φωτοβολταϊκά) για τη λειτουργία του ή συστήματα συλλογής βρόχινου νερού για το καθαρισμό οχημάτων και κάδων.
- Μακροπρόθεσμος προγραμματισμός συντηρήσεων και ανταλλακτικών, με βάση την προβλεπόμενη χρήση και το κύκλο ζωής του εξοπλισμού.

Γενικότερα η υιοθέτηση προγραμμάτων επιβράβευσης και η υλοποίηση προγραμμάτων επιμόρφωσης, μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στην μείωση των αποβλήτων αλλά και στην αύξηση των ποσοστών εναλλακτικής διαχείρισης των διαφόρων ρευμάτων στον Δήμο Θεσσαλονίκης, ενισχύοντας ταυτόχρονα την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, τη συμμετοχή των πολιτών και καθιστώντας εφικτό το στόχο που έχει θέση η χώρα για το έτος 2030.

Επιπλέον η συστηματική αναδιοργάνωση του τρόπου λειτουργίας του ΣΜΑ, θα ενισχύσει ουσιαστικά την ικανότητα του Δήμου να επιτύχει τους ευρωπαϊκούς και εθνικούς στόχους του 2030, τόσο σε επίπεδο περιβαλλοντικής συμμόρφωσης όσο και σε επίπεδο αποτελεσματικής διαχείρισης δημόσιων πόρων.

Βιβλιογραφία

Achillas, C., & Vlachokostas, C. (2025). Integrated Waste Management in the Circular Economy Era: Insights from Research and Practice. *Energies*, *18*(3), 728. https://doi.org/10.3390/en18030728

Circular Greece. (2025). *Δήμος Θεσσαλονίκης*. https://circulargreece.gr/el/etairoi/dimos-thessalonikis/

Enviroplan, ΕΠΕΜ, & ΕΡΤΑ. (2021). *Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Κεντρικής Μακεδονίας—2η Αναθεώρηση*. ΦοΣΔΑ Κ.Μ. https://fodsakm.gr/wp-content/uploads/2021/08/PESDA_KM.pdf

Kafle, S., Karki, B. K., Sakhakarmy, M., & Adhikari, S. (2025). A Review of Global Municipal Solid Waste Management and Valorization Pathways. *Recycling*, *10*(3), 113. https://doi.org/10.3390/recycling10030113

Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. World Bank. http://hdl.handle.net/10986/30317

Kreith, F., & Tchobanoglous, G. (Eds.). (2002). *Handbook of solid waste management* (2nd ed). McGraw-Hill.

Sandoval-Reyes, M., He, R., Semeano, R., & Ferrão, P. (2024). Mathematical optimization of waste management systems: Methodological review and perspectives for application. *Waste Management*, *174*, 630–645. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.10.006

Valavanidis, A. (2023). *Global Municipal Solid Waste (MSW) in Crisis. Two billion tonnes of MSW every year, a worrying worldwide environmental problem*. *1*, 1–28.

World Bank Group. (2022). *Solid Waste Management*. https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management

Wowrzeczka, B. (2021). City of Waste—Importance of Scale. *Sustainability*, *13*(7), 3909. https://doi.org/10.3390/su13073909

Zhang, M., Ionkova, K., & Boukerche, S. (2025). How the World Bank is tackling the growing global waste crisis. *World Bank Blogs*.

https://blogs.worldbank.org/en/sustainablecities/how-the-world-bank-is-tackling-the-growing-global-waste-crisis

Δήμος Θεσσαλονίκης. (2016). *Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Αποβλήτων Δήμου Θεσσαλονίκης* (No. ΑΔΑ: 7ΔΦ4ΩΡ5-ΓΓ9). https://thessaloniki.gr/wp-content/uploads/2016/12/topiko-sxedio-diaxeirisis-apovliton.pdf

ΕΛΣΤΑΤ. (2022). *Αποτελέσματα Απογραφής Πληθυσμού Κατοικιών ΕΛΣΤΑΤ 2021*.

Ζεϊμπέκης, Ν. (2019). *Στρατηγική Συλλογής Απορριμμάτων του Δ. Θεσσαλονίκης*. https://www.collectors2020.eu/wp-content/uploads/2019/07/1.-Thessaloniki%E2%80%99s-waste-management-strategy-v5-GR-%CE%9C%CE%95-%CE%A3%CE%97%CE%9C%CE%95%CE%99%CE%A9%CE%A3%CE%95%CE%99%CE%A3.pdf

Κούγκολος, Α., & Εμμανουήλ, Χ. (2020). *Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων*. Τζιόλας.

Παναγιωτακόπουλος, Δ. Χ. (2007). *Βιώσιμη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων* (2η έκδ). Ζυγός.

ΡΑΑΕΥ. (2025). *ΕΙΔΙΚΟΣ ΔΙΑΒΑΘΜΙΔΙΚΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΝΟΜΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ - ΕΔΣΝΑ Επικαιροποιημένη Έκθεση Αξιολόγησης Διαχειριστικής Επάρκειας 2024*. ΡΑΑΕΥ. https://www.raaey.gr/apovlita/wp-content/uploads/2025/08/No-12.2025_%CE%95%CE%94%CE%A3%CE%9D%CE%91_%CE%95%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B7%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%BF.pdf

Στεργιούλας, Γ. (2022). *Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων – Διαχείριση οργανικού κλάσματος και κομποστοποίηση. Η περίπτωση του Δήμου Θεσσαλονίκης* [Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης]. https://ikee.lib.auth.gr/record/339937

ΤΕΕ - ΚΜ. (2010). *Διαχείριση Ιατρικών Αποβλήτων στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας*. ΤΕΕ. https://tkm.tee.gr/wp-content/uploads/2018/02/oe_iatrika_apoblhta_1.pdf

ΥΠΕΝ. (2021). *Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων*. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2021/02/%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CE%95%CE%A3%CE%94%CE%91.pdf

ΦΟΣΔΑ ΑΕ. (2025). *ΦοΣΔΑ ΑΕ*. https://fodsakm.gr/

Φωτιάδου, Κ. (2020). *Διαχείριση και αξιοποίηση αστικών στερεών αποβλήτων στο Δήμο Θεσσαλονίκης—Η περίπτωση του παλαιόχαρτου*. ΕΑΠ.