



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

## Κοινωνικο-οικονομική Ανάλυση για την Εφαρμογή Δωρεάν Δημόσιων Συγκοινωνιών στην Αθήνα



**Χρυσανγή Βαγδατλή**

Επιβλέπων Καθηγητής: Γιώργος Γιαννής

Αθήνα, Ιούλιος 2023

## Ευχαριστίες

Στο δύσκολο ταξίδι της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας δεν μπορώ να πω πως βρέθηκα μόνη. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γιώργο Γιαννή, καθηγητή της σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για την ανάθεση και την επίβλεψη της διπλωματικής εργασίας καθώς και την υποστήριξη και καθοδήγηση του καθ' όλη την διάρκεια της.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς και εξίσου θερμά την Βιργινία Πετράκη, υποψήφια διδάκτορα στο ΕΜΠ, η οποία βρισκόταν αρωγός στην προσπάθεια αυτή. Την ευχαριστώ για την υπομονή της, την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση της σε όλα τα στάδια της διπλωματικής. Υπήρχε πάντα ένα κλίμα συνεργασίας και άμεσης ανταπόκρισης.

Τους ευχαριστώ ειλικρινά για την πολύτιμη βοήθειά τους, για όλα τα σχόλια, τις παραγωγικές προτάσεις τους κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, καθώς και για τον χρόνο που διέθεσαν για μένα.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον Βαγγέλη Γούλα, απόφοιτο της σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, ο οποίος διέθεσε στοιχεία της διπλωματικής του εργασίας για να αξιοποιηθούν στη δική μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου που με στήριζαν όλα αυτά τα χρόνια στις σπουδές μου. Χωρίς την ανιδιοτελή αγάπη και συμπαράσταση τους, τα πράγματα θα ήταν πολύ διαφορετικά.

Ιούλιος 2023

Χρυσανγή (Χρύσα) Βαγδατλή

# Κοινωνικο-οικονομική Ανάλυση για την Εφαρμογή Δωρεάν Δημόσιων Συγκοινωνιών στην Αθήνα

Χρυσανγή (Χρύσα) Βαγδατλή

Επιβλέπων Καθηγητής: Γιώργος Γιαννής

## Σύνοψη

Η θέσπιση δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών (ΔΔΣ) διερευνάται από πολλές πόλεις ως μια πιθανή οδός για τον έλεγχο και τη μείωση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προβλημάτων. Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση της κοινωνικο-οικονομικής σκοπιμότητας της εισαγωγής ΔΔΣ στην Αθήνα. Για το σκοπό αυτό, διενεργήθηκε Ανάλυση Κόστους-Οφέλους (CBA) για την αξιολόγηση των κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων της λειτουργίας των ΔΔΣ στην Αθήνα, μέχρι το έτος 2030. Στο πλαίσιο της ανάλυσης εξετάστηκαν τέσσερα Σενάρια, λαμβάνοντας υπόψη 0% (S0-do nothing), 50% (S1), 72,5% (S2) και 100% (S3) έκπτωση, στα κόμιστρα των εισιτηρίων των δημόσιων μεταφορών. Επιπλέον, αναπτύχθηκε ένα πολυωνυμικό λογιστικό μοντέλο για να διερευνηθεί, για καθένα από τα σενάρια S1-S3, η αποδοχή των Αθηναίων όσον αφορά τις ΔΔΣ έναντι του ΙΧ αυτοκινήτου, αξιοποιώντας δεδομένα από έρευνα ερωτηματολογίου δεδηλωμένης προτίμησης. Για τα S1-S3 εκτιμήθηκαν και εκφράστηκαν σε χρηματικές μονάδες, το επενδυτικό και το λειτουργικό κόστος, καθώς και οι επιπτώσεις στο χρόνο ταξιδιού, στην κατανάλωση καυσίμων, στην οδική ασφάλεια και στο περιβάλλον από την υπό εξέταση επένδυση. Λαμβάνοντας υπόψη το εκτιμώμενο κόστος και τα οφέλη από την εισαγωγή των ΔΔΣ στην Αθήνα, υπολογίστηκαν ο οικονομικός Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ERR), η οικονομική Καθαρή Παρούσα Αξία (ENPV) και η αναλογία οφέλους προς κόστους (B/C) για να αξιολογηθεί η οικονομική βιωσιμότητα του συστήματος έως το 2030. Τέλος, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας του δείκτη ENPV ως συνάρτηση κρίσιμων παραμέτρων. Η κοινωνικο-οικονομική ανάλυση κατέδειξε ότι η εισαγωγή των ΔΔΣ στην Αθήνα μπορεί να συμβάλει στην κοινωνική ευημερία, κυρίως λόγω της μετατόπισης του τρόπου μετακίνησης από τα ΙΧ οχήματα στις ΔΣ. Πιο συγκεκριμένα, το εξεταζόμενο σύστημα παρουσιάζει θετικό ENPV σε όλα τα σενάρια, από 519 εκατ. έως 592 εκατ. €, ERR>100% και B/C από 4,5 έως 6,4, υποδεικνύοντας την οικονομική βιωσιμότητα του σε βάθος χρόνου. Τέλος, τονίζεται ότι ακόμη και σε ακραίες μεταβολές των τιμών σημαντικών παραμέτρων, το ENPV παραμένει θετικό, εξασφαλίζοντας θετικό αντίκτυπο στην κοινωνία.

**Λέξεις-κλειδιά:** Δωρεάν Δημόσιες Συγκοινωνίες (ΔΔΣ), Ανάλυση Κόστους-Οφέλους (CBA), λογιστική παλινδρόμηση, Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ), ευαισθησία.

# Economic assessment of free public transport in Athens

Chryssa Vagdatli

Supervisor: George Yannis, Professor NTUA

## Abstract

The introduction of free public transport (FPT) is investigated from many cities as a potential path for the control and reduction of environmental, social and economic problems. This paper aims to investigate the socio-economic feasibility of introducing FPT in Athens. For this purpose, a social-economic analysis, in the context of a Cost Benefit Analysis (CBA), was conducted to assess the socio-economic impact of the FPT, up to the year 2030. In the framework of the CBA, four Scenarios were examined considering 0% (S0-do nothing), 50% (S1), 73% (S2) and 100% (S3) discount, respectively, on public transport tickets. Consequently, a multinomial logistic model was developed to investigate for each of the three Scenarios the level preferring Athenians the FPT over private car, using data from a stated preference questionnaire survey. For S1-S3 the investment and the operational costs along with the impact on travel time, fuel consumption, road safety and air pollution were estimated and monetized. Taking into account the estimated costs and benefits from the introduction of FPT in Athens, the Economic Internal Rate of Return (ERR), the Economic Net Present Value (ENPV) and the Cost Benefit Ratio B/C were calculated to assess the socio-economic viability of the scheme over the next seven years. Finally, a sensitivity analysis of the ENPV was conducted as a function of critical parameters and assumptions that have been made. This social-economic analysis demonstrated that the introduction of FPT in Athens can contribute to social welfare mainly due to the modal shift from private cars to public transport. More precisely, the examined scheme presents a positive ENPV from 503 mil. to 733 mil. €,  $ERR > 100\%$ , and a B/C ratio from 7 to 33 in all the Scenarios, indicating FPT feasibility over time. It must be noted that even in extreme price changes of significant input variables, the ENPV remains positive, ensuring a positive impact on society.

**Keywords:** free public transport (FPT), Cost Benefit Analysis (CBA), logistic regression, Net Present Value (NPV), sensitivity

## Περίληψη

Η θέσπιση Δωρεάν Δημόσιων Συγκοινωνιών (ΔΔΣ) διερευνάται από πολλές πόλεις ως μια πιθανή οδός για τον έλεγχο και τη **μείωση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προβλημάτων** στα αστικά κέντρα. Οι ΔΔΣ μπορούν να λάβουν διάφορες μορφές, από τις μερικές ΔΔΣ, που περιλαμβάνουν περιορισμούς στην εφαρμογή τους και χρησιμοποιούνται ευρύτερα, μέχρι τις πλήρως ΔΔΣ. Τα τελευταία χρόνια, η εξέλιξη των πλήρως ΔΔΣ κυρίως σε μικρές ή μεσαίου μεγέθους πόλεις της Β. Αμερικής και της Ευρώπης, είναι ραγδαία. Οι τρεις κύριοι στόχοι των συστημάτων αυτών είναι (1) η μείωση των αστικών μετακινήσεων με ιδιωτικής χρήσης (ΙΧ) οχήματα και η ταυτόχρονη αύξηση των μετακινήσεων με Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ), (2) η βελτίωση της κοινωνικής ένταξης και (3) η ενίσχυση της αστικής και οικονομικής ανάπτυξης των πόλεων. Ωστόσο, πριν από την εφαρμογή του συστήματος ΔΔΣ, είναι αναγκαία η πραγματοποίηση λεπτομερούς αξιολόγησης για να διαπιστωθεί εάν αξίζει να αναληφθεί, από την άποψη της κοινωνικής ευημερίας.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αποσκοπεί στη **διερεύνηση της κοινωνικο-οικονομικής σκοπιμότητας της εισαγωγής και λειτουργίας των ΔΔΣ στην Αθήνα**. Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιείται Ανάλυση Κόστους-Οφέλους (CBA), για την αξιολόγηση των κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων των ΔΔΣ στην Αθήνα, μέχρι το έτος 2030. Στο πλαίσιο της ανάλυσης αναπτύσσονται τα ακόλουθα Σενάρια, λαμβάνοντας υπόψη 0% (S0-do nothing), 50% (S1), 72,5% (S2) και 100% (S3) έκπτωση, αντίστοιχα, στο κόμιστρο των ΔΣ. Επισημαίνεται ότι το σενάριο S0 αντιπροσωπεύει την υφιστάμενη κατάσταση, κατά την οποία δεν πραγματοποιείται έκπτωση στο κόμιστρο των ΔΣ. Επιπλέον, αναπτύσσεται ένα μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης για να διερευνηθεί για καθένα από τα τρία σενάρια ΔΔΣ (S1-S3) το επίπεδο αποδοχής των Αθηναίων μετακινούμενων όσον αφορά τις ΔΔΣ έναντι του ΙΧ αυτοκινήτου, χρησιμοποιώντας δεδομένα από έρευνα ερωτηματολογίου δηλωμένης προτίμησης.

Για τα S1-S3 εκτιμήθηκαν και εκφράστηκαν σε χρηματικές μονάδες, το επενδυτικό και το λειτουργικό κόστος, καθώς και οι επιπτώσεις στο χρόνο ταξιδιού, στην κατανάλωση καυσίμων, στην οδική ασφάλεια και στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Λαμβάνοντας υπόψη το εκτιμώμενο κόστος και τα οφέλη από την εισαγωγή των ΔΔΣ στην Αθήνα, υπολογίστηκαν ο οικονομικός Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ERR) και η οικονομική Καθαρή Παρούσα Αξία (ENPV) για να αξιολογηθεί η **οικονομική βιωσιμότητα** της λειτουργίας των ΔΔΣ στην Αθήνα έως το έτος 2030. Τέλος, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας του δείκτη ENPV ως συνάρτηση κρίσιμων παραμέτρων όπως το κοινωνικό επιτόκιο αναγωγής.

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της κοινωνικο-οικονομικής ανάλυσης, η οποία οδηγεί στο συμπέρασμα ότι στα S1-S3 παρουσιάζονται σημαντικά μεγαλύτερες κοινωνικο-οικονομικές ωφέλειες έναντι του κόστους.

Πίνακας 29 : Συνοπτικά αποτελέσματα ανάλυσης CBA ανά σενάριο

| Σενάριο                   | ENPV (€)    | ERR(%) | B/C  |
|---------------------------|-------------|--------|------|
| S1 Μείωση κομίστρου 50%   | 515.919.563 | >100%  | 6,46 |
| S2 Μείωση κομίστρου 72,5% | 540.500.076 | >100%  | 5,24 |
| S3 Μείωση κομίστρου 100%  | 592.985.724 | >100%  | 4,52 |

# Πίνακας περιεχομένων

|  |    |
|--|----|
| <u>Ευχαριστίες</u> .....   | 1  |
| <u>Σύνοψη</u> .....  | 2  |
| <u>Abstract</u> .....  | 3  |
| <u>Περίληψη</u> .....  | 4  |
| <u>Ευρετήριο Πινάκων</u> .....   | 8  |
| <b>1. <u>Εισαγωγή</u></b> .....  | 9  |
| <u>1.1 Γενική Ανασκόπηση</u> .....   | 9  |
| <u>1.2 Στόχος και Μεθοδολογία</u> .....  | 11 |
| <u>1.3 Δομή</u> .....  | 12 |
| <b>2° <u>Κεφάλαιο: Βιβλιογραφική ανασκόπηση</u></b> .....                                  | 13 |
| <u>2.1 Εισαγωγή</u> .....  | 13 |
| <u>2.2 Αποδοχή</u> .....   | 13 |
| <u>2.3.1 Η περίπτωση του Hasselt</u> .....   | 15 |
| <u>2.3.2 Η περίπτωση του Λουξεμβούργου</u> .....   | 16 |
| <u>2.3.3 Η περίπτωση του Aubagne</u> .....   | 16 |
| <u>2.3.4 Η περίπτωση του Τάλλιν</u> .....  | 16 |
| <u>2.4 Η επίδραση στην κοινωνία</u> .....  | 19 |
| <u>2.5 Η επίδραση στην κυκλοφορία</u> .....  | 21 |
| <u>2.6 Η επίδραση στην οδική ασφάλεια</u> .....  | 22 |
| <u>2.7 Σύνοψη</u> .....  | 26 |
| <b>3° <u>Κεφάλαιο: Υφιστάμενη κατάσταση των Δημόσιων Συγκοινωνιών στην Αθήνα</u></b> ..... | 28 |
| <u>3.1 Εισαγωγή</u> .....  | 28 |
| <u>3.2 Σύντομη ιστορική αναδρομή των Δημόσιων Συγκοινωνιών</u> .....                       | 28 |
| <u>3.3 Τιμολογιακή πολιτική</u> .....  | 29 |
| <u>3.4 Στόλος</u> .....  | 31 |
| <u>3.5 Οικονομικά και άλλα στοιχεία των αστικών συγκοινωνιών της Αθήνας</u> .....          | 32 |
| <b>4° <u>Κεφάλαιο: Θεωρητικό Υπόβαθρο</u></b> .....  | 34 |
| <u>4.1 Εισαγωγή</u> .....  | 34 |
| <u>4.2 Μαθηματικά Μοντέλα</u> .....  | 34 |
| <u>4.2.1 Γραμμική παλινδρόμηση (Linear Regression)</u> .....                               | 34 |
| <u>4.2.2 Λογιστική παλινδρόμηση (Logistic Regression)</u> .....                            | 35 |
| <u>4.3 Κριτήρια αποδοχής μοντέλου</u> .....  | 35 |
| <u>4.6 Ανάλυση Κόστους-Ωφελειών (CBA)</u> .....  | 38 |
| <b>5° <u>Κεφάλαιο: Κοινωνικο-Οικονομική Ανάλυση</u></b> .....                              | 40 |

|  |    |
|--|----|
| <u>5.1 Χρονικό πλαίσιο ανάλυσης</u> .....                      | 40 |
| <u>5.2 Σενάρια</u> .....                                       | 40 |
| <u>5.3 Δεδομένα Εισαγωγής και Παραδοχές</u> .....              | 41 |
| <u>5.3.1 Κυκλοφορικά Μεγέθη Υφιστάμενης Κατάστασης</u> .....   | 41 |
| <u>5.3.2 Αποδοχή των ΔΔΣ</u> .....                             | 42 |
| <u>5.4 Κοινωνικοοικονομικές Επιπτώσεις</u> .....               | 46 |
| <u>5.4.1. Επιπτώσεις στο Χρόνο Διαδρομής</u> .....             | 46 |
| <u>5.4.2. Επιπτώσεις στην κατανάλωση καυσίμου</u> .....        | 47 |
| <u>5.4.3 Επιπτώσεις στην Οδική Ασφάλεια</u> .....              | 49 |
| <u>5.4.4 Επιπτώσεις στο Περιβάλλον</u> .....                   | 50 |
| <u>5.5 Κόστος Επένδυσης και Λειτουργίας</u> .....              | 51 |
| <u>5.5.1: Κόστος επένδυσης</u> .....                           | 51 |
| <u>5.5.2: Λειτουργικά Κόστη</u> .....                          | 52 |
| <u>5.6 Διαμόρφωση πίνακα και μεθοδολογία CBA</u> .....         | 54 |
| <u>5.7 Αξιολόγησης Οικονομικής Απόδοσης</u> .....              | 55 |
| <b><u>6<sup>ο</sup> Κεφάλαιο Συμπεράσματα</u></b> .....        | 58 |
| <u>6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων</u> .....                          | 58 |
| <u>6.2 Συμπεράσματα</u> .....                                  | 59 |
| <u>6.3 Προτάσεις για την εφαρμογή των ΔΔΣ</u> .....            | 61 |
| <u>6.3 Προτάσεις για μελλοντική επέκταση της έρευνας</u> ..... | 60 |
| <b><u>Βιβλιογραφία</u></b> .....                               | 63 |

## Ευρετήριο εικόνων

*Εικόνα 1: Καταμερισμός κατά μέσο στο Τάλλιν (σύγκριση 2012 και 2013), Πηγή: (Cats, Susilo, & Reimal, 2016).....17*

*Εικόνα 2: Οι δημοφιλέστεροι προορισμοί των μετακινήσεων με σκοπό εμπορικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες στο Τάλλιν (σύγκριση 2012 και 2013), Πηγή: (Cats, Susilo, & Reimal, 2016) 18*

*Εικόνα 3: Λόγοι δυσaréσκειας επιβατικού κοινού των ΜΜΜ στο Τάλλιν (σύγκριση 2012 και 2013), Πηγή: (Cats, Susilo, & Reimal, 2016)..... 18*

*Εικόνα 4: Ποσοστό συμμετοχής σε ατύχημα με ποδηλάτη, Πηγή: (Otte, Jansch, & Johannsen, 2015) 24*

*Εικόνα 5: Αριθμός ατυχημάτων ανά τετράμηνο (Ιανουάριος 2013 - Μαΐος 2020), Πηγή: (ΕΛΣΤΑΤ, 2022).. 25*

*Εικόνα 6 : Υπολογισμός βαρδιών οδηγών Λεωφορείων και οχηματοχιλιόμετρων Λεωφορείων .....34*

*Εικόνα 7 : Οικονομικές επιπτώσεις στο χρόνο διαδρομής ανά σενάριο και μεταφορικό μέσο (ΙΧ, ΔΣ) 47*

*Εικόνα 8: Συσχέτιση οχηματο-χιλιόμετρων/ταξιδιών στις ΔΣ..48*



## Ευρετήριο Πινάκων

|  |           |
|--|-----------|
| <u>Πίνακας 1: Εκπομπές διαφόρων αερίων ανάλογα με το μέσο μεταφοράς, Πηγή: (Tuisk &amp; Prause, 2019)...</u>   | <u>10</u> |
| <u>Πίνακας 2: Στοιχεία ατυχημάτων στην Ελλάδα (σύγκριση 2019 και 2020), Πηγή: (ΕΛΣΤΑΤ, 2022)...</u>  | <u>25</u> |
| <u>Πίνακας 3: Συγκεντρωτικός πίνακας με το ποσοστό αλλαγής μέσου ανά περιοχή.....</u>  | <u>26</u> |
| <u>Πίνακας 4: Στόλος οχημάτων του ΟΑΣΑ (2015-2020), Πηγή: (ΟΑΣΑ, 2021) .....</u>   | <u>31</u> |
| <u>Πίνακας 5: Δυναμικό προσωπικού ΟΑΣΑ (2015-2020), Πηγή: (ΟΑΣΑ, 2021).....</u>  | <u>33</u> |
| <u>Πίνακας 6: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t της Κατανομής Student .....</u>  | <u>36</u> |
| <u>Πίνακας 7: Κόστη και Οφέλη.....</u>   | <u>40</u> |
| <u>Πίνακας 8 : Αρχικές υφιστάμενες κυκλοφοριακές συνθήκες (2018), Πηγή: (ΟΑΣΑ, 2019).....</u>  | <u>41</u> |
| <u>Πίνακας 9: Ταξίδια ανά μέσο για το έτος 0 (2023.....</u>  | <u>41</u> |
| <u>Πίνακας 10 : Μέρος του αρχείου Excel που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα R-Studio .....</u>   | <u>42</u> |
| <u>Πίνακας 11: Αποτελέσματα Λογιστικής Παλινδρόμησης .....</u>   | <u>43</u> |
| <u>Πίνακας 12: Ποσοστά αλλαγής κύριου μέσου ανά έτος από IX σε ΔΔΣ (2023-2030) .....</u>   | <u>44</u> |
| <u>Πίνακας 13: Στοιχεία σύνθεσης κυκλοφορίας και αριθμού ταξιδιών έτους 0 (2023) .....</u>   | <u>45</u> |
| <u>Πίνακας 14: Κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις στον χρόνο διαδρομής ανά έτος λόγω της εισαγωγής ΔΔΣ στην Αθήνα .....</u>                              | <u>46</u> |
| <u>Πίνακας 15: Κατανάλωση καυσίμου ανά μέσο .....</u>  | <u>48</u> |
| <u>Πίνακας 16 : Κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις στην κατανάλωση καυσίμου ανά έτος λόγω της εισαγωγής ΔΔΣ στην Αθήνα για IX και ΔΣ αντίστοιχα.....</u> | <u>49</u> |
| <u>Πίνακας 17: Αριθμός τραυματιών και νεκρών στην Αθήνα (2019) Πηγή: (ΕΛΣΤΑΤ, 2021).....</u>   | <u>49</u> |
| <u>Πίνακας 18: Οικονομικές επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια ανά έτος από την εφαρμογή των ΔΔΣ στην Αθήνα:.....</u>                                       | <u>50</u> |
| <u>Πίνακας 19: Εκπομπές NOx ανά τύπο επιβατικού οχήματος, Πηγή: (Holland, Pye, Watkiss, &amp; Droste-Franke, 2005)...</u>                              | <u>51</u> |
| <u>Πίνακας 20: Οικονομικές επιπτώσεις από τις εκπομπές CO2 ανά έτος λόγω της εφαρμογή ΔΔΣ στην Αθήνα</u>   | <u>51</u> |
| <u>Πίνακας 21: Οικονομικές επιπτώσεις από τις εκπομπές NOx ανά έτος λόγω της εφαρμογή ΔΔΣ στην Αθήνα..</u>   | <u>51</u> |
| <u>Πίνακας 22: Αριθμός απαιτούμενων λεωφορείων βάσει γραμμικής παλινδρόμησης ανά έτος σε σχέση με έτος μηδέν (2023)....</u>                            | <u>52</u> |
| <u>Πίνακας 23: Κόστη συντήρησης και λειτουργίας συστήματος και μηχανικού εξοπλισμού ανά έτος και σενάριο..</u>   | <u>55</u> |
| <u>Πίνακας 24: Αποτελέσματα CBA για το Σενάριο 1.....</u>  | <u>56</u> |
| <u>Πίνακας 27: Αποτελέσματα CBA για το Σενάριο 2.....</u>  | <u>56</u> |
| <u>Πίνακας 28: Αποτελέσματα CBA για το Σενάριο 3.....</u>  | <u>57</u> |
| <u>Πίνακας 29 : Αποτελέσματα ENPV με ανάλυση ευαισθησίας στο SDR. ....</u>   | <u>57</u> |
| <u>Πίνακας 30 : Αποτελέσματα ENPV με ανάλυση ευαισθησίας στο ποσοστό αποδοχής.....</u>   | <u>57</u> |
| <u>Πίνακας 31 : Συνοπτικά αποτελέσματα ανάλυσης CBA ανά σενάριο.....</u>   | <u>58</u> |

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Γενική Ανασκόπηση

Η αύξηση της χρήσης ΙΧ οχημάτων στα σύγχρονα αστικά κέντρα, έχει προκαλέσει **πλήθος προβλημάτων** στο αστικό τοπίο εκ των οποίων τα πιο βασικά είναι:

- Κυκλοφοριακές συνθήκες: κυκλοφοριακή συμφόρηση, καθυστερήσεις, προβλήματα στη στάθμευση
- Ανθρώπινη υγεία και ευ-ζην: συχνότατα ατυχήματα με τραυματίες και νεκρούς, αύξηση άγχους λόγω της ηχορύπανσης και των κυκλοφοριακών συνθηκών
- Περιβάλλον: οικολογική καταστροφή, ηχορύπανση, αφαίμαξη του ορυκτού πλούτου της Γης, για να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο των οχημάτων, εκπομπές βλαβερών αερίων (αέρια του θερμοκηπίου).

Στις μέρες μας η εφαρμογή και λειτουργία Δωρεάν Δημόσιων Συγκοινωνιών (ΔΔΣ) είναι ένα θέμα που απασχολεί πολλές χώρες διεθνώς, ως μια πιθανή οδός για τον έλεγχο και τη **μείωση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προβλημάτων**.

Παράλληλα, παρατηρούνται **φαινόμενα που δυσχεραίνουν τη χρήση και λειτουργία των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (MMM)**, όπως είναι:

- Η αστικοποίηση και ο υπερπληθυσμός των πόλεων: Αυτά τα φαινόμενα έχουν οδηγήσει κατά περιπτώσεις σε πόλεις, οι οποίες το υφιστάμενο σύστημα Δημόσιων Συγκοινωνιών είναι σε μεγάλο βαθμό κορεσμένο.
- Η άνεση και ο μικρότερος χρόνος μετακίνησης που προσφέρουν τα ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητα (ΙΧ) και τα ταξί σε σύγκριση με τις Δημόσιες Συγκοινωνίες (ΔΣ). Αυτά τα φαινόμενα για να υπερνικηθούν, θα έπρεπε είτε το σύστημα ΔΣ να παρέχει βελτιωμένες υπηρεσίες, είτε να έχει σημαντικά μικρότερο κόστος για τον μετακινούμενο.
- Η χρήση άλλων ατομικών μέσων μεταφοράς, με θετικό οικολογικό πρόσημο. Πραγματοποιούνται όλο και συχνότερα μετακινήσεις στη σημερινή εποχή με ποδήλατα και πατίνια (συμβατικά ή ηλεκτρικά), ακόμη και πεζή μετακινήσεις. Αυτή τη μορφή μετακίνησης, λόγω του θετικού οικολογικού και υγειονομικού της αντίκτυπου, δεν κρίνεται σκόπιμο να γίνουν προσπάθειες να μειωθεί. Συχνά, όμως, θεωρείται ότι αυτά τα μέσα δεν είναι ιδιαίτερα ασφαλή, λόγω της κακής οδηγικής συμπεριφοράς και των μηδαμινών μέσων προστασίας που οι επιβάτες τους φέρουν. Επομένως, τα MMM είναι πιθανότατα μια πιο ασφαλής επιλογή.

Κρίνεται αδύνατο αυτή τη στιγμή, οι παραπάνω δυσμένειες να εξαλειφθούν εντελώς, πάντως, η χρήση MMM μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την υφιστάμενη κατάσταση. Πρόκειται για μέσα που χρησιμοποιούν σημαντική ποσότητα καυσίμου και εκπέμπουν αέριους ρύπους, μεταφέροντας, όμως, κατά μέσο όσο αρκετές δεκάδες ανθρώπων, την στιγμή που ένα κοινό επιβατικό όχημα μετακινεί μόλις ένα έως τέσσερα άτομα.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι μετρήσεις που έγιναν για το 2019 για τις εκπομπές αερίων και η διαφορά ανάμεσα στο αυτοκίνητο και όλα τα χερσαία αστικά MMM είναι έκδηλη. Γι' αυτό, κρίνεται τόσο σημαντική η μεγαλύτερη διείσδυση των MMM στην καθημερινότητα των ανθρώπων στο αστικό τοπίο.

Πίνακας 1: Εκπομπές διαφόρων αερίων ανάλογα με το μέσο μεταφοράς, Πηγή: (Tuisk & Prause, 2019)

|                                  |       | Private car   | Long distance |       |       | Urban/short distance |       |            |
|----------------------------------|-------|---------------|---------------|-------|-------|----------------------|-------|------------|
|                                  |       |               | Bus           | Train | Plane | Bus                  | Train | Metro/tram |
| Greenhouse gases                 | g/Pkm | 140           | 32            | 38    | 214   | 75                   | 63    | 65         |
| CO                               | g/Pkm | 0.61          | 0.04          | 0.02  | 0.14  | 0.05                 | 0.04  | 0.04       |
| Volatile organic compounds (VOC) | g/Pkm | 0.14          | 0.02          | 0.00  | 0.04  | 0.03                 | 0.01  | 0.00       |
| NO <sub>x</sub>                  | g/Pkm | 0.35          | 0.18          | 0.05  | 0.57  | 0.32                 | 0.18  | 0.06       |
| Particulate matter               | g/Pkm | 0.004         | 0.003         | 0.00  | 0.005 | 0.002                | 0.002 | 0.00       |
| Utilisation rate                 | g/Pkm | 1.5 pers./car | 60%           | 53%   | 80%   | 21%                  | 27%   | 19%        |

Πρόκειται επίσης, για ασφαλή μέσα μεταφοράς, που κινούνται με σταθερές μέσες ταχύτητες σε γνώριμες, προσχεδιασμένες διαδρομές εντός της πόλης. Τα καταγεγραμμένα ατυχήματα με ΜΜΜ στη χώρα μας δείχνουν μηδενικούς νεκρούς και λίγους τραυματίες το έτος 2019 (ΕΛΣΤΑΤ, 2021). Είναι σαφές ότι αν κινούνταν στους δρόμους των πόλεων περισσότερα οχήματα ΜΜΜ και λιγότερα ΙΧ θα σημειωνόταν βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

Σε αρκετά κράτη επιχειρείται να βελτιστοποιηθεί το σύστημα Δημόσιων Συγκοινωνιών ΔΣ, δηλαδή να παρέχεται μεταφορικό έργο πιο οικονομικό, πιο γρήγορο, πιο ασφαλές και με κατά το δυνατόν μικρότερους χρόνους διαδρομής, γεγονός που θα αύξανε την ελκυστικότητα των ΜΜΜ. Η αναβάθμιση αυτή, όμως, απαιτεί επενδύσεις και συντονισμένες προσπάθειες εκ μέρους της Πολιτείας και των εταιριών που οργανώνουν τις συγκοινωνίες. Οι φορείς αυτοί φέρεται να κατεργάζονται ορισμένα μέτρα προς αυτόν τον στόχο, ένα από τα οποία είναι η γενναία μείωση ή και η πλήρης απαλοιφή των κομίστρων στα ΜΜΜ, παρέχοντας (εν μέρει ή ολικά) Δωρεάν Δημόσιες Συγκοινωνίες (ΔΔΣ, Free Fare Public Transport – FFPT).

Οι «εντελώς» ΔΔΣ μπορούν να οριστούν ως αυτές που προσφέρουν πλήρη εξάλειψη εισιτηρίων για τη συντριπτική πλειοψηφία των αστικών μετακινήσεων εντός της ίδιας πόλης και για τους περισσότερους κατοίκους για διάστημα τουλάχιστον 12 μηνών. Οι «μερικώς δωρεάν» ΔΔΣ αφορούν σε συστήματα μεταφορών που έχουν κάποιον περιορισμό στην εφαρμογή, χρονικό ή χωρικό περιορισμό, κατά μέσο. Επιπλέον, πολύ συχνή κατηγορία «μερικώς» ΔΔΣ είναι και αυτές που εφαρμόζονται υπό όρους με κοινωνικά κριτήρια. Ακριβέστερα (Kębłowski, 2017):

- **Προσωρινές ΔΔΣ:** Για διάστημα μικρότερο του ενός έτους.
- **ΔΔΣ χρονικού περιορισμού:** Τέτοιες είναι οι συγκοινωνίες που προσφέρονται δωρεάν για συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα αλλά επαναλαμβανόμενα (συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, Σαββατοκύριακα), όπως, για παράδειγμα, στην πόλη Τσενγκντού (Κίνα), όπου οι μετακινήσεις είναι εντελώς δωρεάν πριν τις 7 π.μ. ή την Σιγκαπούρη, όπου είναι δωρεάν πριν τις 7:45 π.μ.
- **ΔΔΣ χωρικού περιορισμού ή περιορισμού του μέσου μεταφοράς:** Πρόκειται για μετακινήσεις εντός μιας συγκεκριμένης ζώνης και όχι ολόκληρης της πόλης, όπως στο πανεπιστημιακό campus της Καλιφόρνιας. Σε άλλες περιπτώσεις, είναι δωρεάν η χρήση ενός μεταφορικού μέσου σε ένα δίκτυο που έχει πολλά ΜΜΜ. Στη Μελβούρνη, παραδείγματος χάριν, έχει οριστεί μία «ζώνη δωρεάν μετακινήσεων τραμ» (συνδυασμός των δύο περιορισμών).

- **ΔΔΣ με «κοινωνικό» περιορισμό:** Αυτή η μέθοδος είναι σίγουρα η πιο συνηθισμένη και χρησιμοποιείται ήδη σε όλα σχεδόν τα κράτη και τα δίκτυα δημόσιων συγκοινωνιών. Πρόκειται για την κατάργηση των κομίστρων σε ορισμένες ευάλωτες κοινωνικές ομάδες, όπως άνεργοι, άτομα με ειδικές ανάγκες (ΑμεΑ), πολίτες με ιδιαίτερα χαμηλό εισόδημα και ηλικιωμένοι.

**Η πανδημία Covid-19** επηρέασε σε μεγάλο βαθμό τη συμπεριφορά και τις επιλογές των μετακινούμενων. Αρχικά, με τα συνεχή lock-downs και την καθιέρωση της εξ αποστάσεως εργασίας, μειώθηκαν δραματικά οι μετακινήσεις τόσο με ΙΧ αυτοκίνητα, όσο και με τα ΜΜΜ. Σήμερα, μετά από μία εποχή, όπου αναφέρθηκε έντονη μείωση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και οι μεγαλουπόλεις «είδαν» την ατμόσφαιρά τους καθαρότερη, ξεκίνησαν εκ νέου οι συχνότερες μετακινήσεις, αλλά πλέον ακόμα περισσότερα άτομα επιλέγουν το ΙΧ αντί ενός μαζικού μέσου, για να προφυλαχθούν από τη μετάδοση του ιού. Τα έτη 2020 και 2021, για τη Βρετανία ήταν τα έτη με τη χαμηλότερη χρήση των ΜΜΜ των τελευταίων δεκαετιών, ακόμα και σε περιόδους χωρίς εφαρμογή αυστηρών μέτρων κατά της πανδημίας ((ITF, 2021); (Μπόλκας, 2022)).

Διανύεται μία περίοδος, κατά την οποία **οι δημόσιες μεταφορές χρειάζονται μία ενίσχυση** και ένα μέτρο προς αυτήν την κατεύθυνση που μπορεί να είναι η μείωση ή η κατάργηση των εισιτηρίων. Συνδυαστικά με το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ενεργειακής κρίσης, με τα κόστη των καυσίμων να διαμορφώνουν μία δύσκολη κατάσταση για τους χρήστες ΙΧ αυτοκινήτων, είναι πιθανότατα μία ιδανική συνθήκη, για να λάβουμε μέτρα προς την ώθηση των μετακινούμενων προς τα ΜΜΜ (Rapid Transition Alliance, 2021).

Η **εφαρμογή ΔΔΣ**, προφανώς μπορεί να προσελκύσει μεγαλύτερο πλήθος μετακινούμενων με ΔΣ, με κίνητρο το μικρότερο κόστος μετακίνησης από αυτό του ΙΧ ή άλλων ατομικών μέσων. Παράλληλα, πρόκειται για ένα μέτρο που βασίζεται στην κοινωνική ευαισθησία του κράτους απέναντι σε όσους διαθέτουν χαμηλά εισοδήματα και άλλες ειδικές ομάδες πολιτών, οι οποίοι δυσκολεύονται στη χρήση ΙΧ (ΑμεΑ, νέοι – φοιτητές/μαθητές, ηλικιωμένοι, έγκυες, άνεργοι, κ.α.). Στόχος, επομένως, των ΔΔΣ είναι να περιορίσουν τα προαναφερθέντα προβλήματα και να ωθήσει περισσότερους ανθρώπους στη χρήση των ΜΜΜ.

## 1.2 Στόχος και Μεθοδολογία

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η **διερεύνηση της κοινωνικο-οικονομικής βιωσιμότητας της λειτουργίας των Δωρεάν Δημόσιων Συγκοινωνιών (ΔΔΣ) στην Αθήνα**. Συγκεκριμένα, με την παρούσα εργασία επιδιώκεται να απαντηθούν τα ακόλουθα ερωτήματα:

- Πώς λειτούργησε το μέτρο των ΔΔΣ σε άλλες πόλεις και ποιες οι κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις;
- Πώς θα μπορούσε να αξιοποιηθεί αυτό το μέτρο στην Αθήνα;
- Ποιες οι οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις του εν λόγω μέτρου στην Αθήνα;
- Η εφαρμογή και λειτουργία των ΔΔΣ στην Αθήνα, αποτελεί οικονομικά βιώσιμο μέτρο σε βάθος χρόνου;

Προκειμένου να απαντηθούν τα παραπάνω ερωτήματα, αρχικά, πραγματοποιείται **βιβλιογραφική ανασκόπηση** πάνω στη διεθνή εμπειρία ΔΔΣ με σκοπό τη διερεύνηση της λειτουργίας και των επιπτώσεων που επιφέρει η εφαρμογή των ΔΔΣ σε πόλεις που ήδη έχει εφαρμοστεί και την

ανταπόκριση του κοινού σε αυτό. Στη συνέχεια, για την επίτευξη των στόχων της εργασίας πραγματοποιείται εκτενής έρευνα της υφιστάμενης κατάστασης στις μεταφορές στην Αθήνα. Παράλληλα, μέσω ερωτηματολογίου δεδηλωμένης προτίμησης, που απαντήθηκε από Αθηναίους μετακινούμενους με κύριο μέσο μεταφοράς το ΙΧ όχημα, αναπτύσσεται μοντέλο της αποδοχής των ΔΔΣ, συναρτήσει της έκπτωσης του κομίστρου.

Με βάση το μοντέλο αποδοχής προκύπτουν **τέσσερα σενάρια** συναρτήσει της έκπτωσης του κομίστρου. Το πρώτο αποτελεί το μηδενικό σενάριο (S0) (χωρίς έκπτωση κομίστρου) και τα υπόλοιπα αντιστοιχούν σε εκπτώσεις από 50% έως 100% (S1-S3). Για κάθε Σενάριο εκτιμώνται και εκφράζονται σε χρηματικές μονάδες οι επιπτώσεις που θα επιφέρουν οι ΔΔΣ στο περιβάλλον, στην οδική ασφάλεια, στην κατανάλωση καυσίμου και στον χρόνο ταξιδιού έως το έτος 2030.

Για τα S1-S3 εκτιμήθηκαν και εκφράστηκαν σε χρηματικές μονάδες, το επενδυτικό και το λειτουργικό κόστος, καθώς και οι επιπτώσεις στο χρόνο ταξιδιού, στην κατανάλωση καυσίμων, στην οδική ασφάλεια και στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Λαμβάνοντας υπόψη το εκτιμώμενο κόστος και τα οφέλη από την εισαγωγή του ΔΔΣ στην Αθήνα, υπολογίστηκαν ο Οικονομικός Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ERR) και η Οικονομική Καθαρή Παρούσα Αξία (ENPV) για να εκτιμηθεί η **οικονομική βιωσιμότητα** της λειτουργίας των ΔΔΣ στην Αθήνα, για μια δεκαετία.

### 1.3 Δομή

Η παρούσα έκθεση, μετά από αυτό το εισαγωγικό μέρος, δομείται ως εξής:

- **2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Βιβλιογραφική ανασκόπηση, όπου παρουσιάζονται έρευνες της διεθνούς βιβλιογραφίας, επιστημονικές εργασίες οι οποίες προσπαθούν να αποτυπώσουν τα αποτελέσματα και τις επιπτώσεις ενός τέτοιου μέτρου και παραδείγματα εφαρμογής ΔΔΣ σε διάφορες χώρες.
- **3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης. Σε αυτό το κεφάλαιο, πρόκειται να παρουσιαστούν στατιστικά δεδομένα και πληροφορίες από τους αρμόδιους φορείς, που εμπλέκονται με το συγκοινωνιακό δίκτυο των Αθηνών. Καθορίζεται το προϋπάρχον πλαίσιο, εντός του οποίου πρόκειται να γίνει η αλλαγή προς τις ΔΔΣ, έτσι ώστε να προκύψει η σύγκριση της τωρινής με τη μελλοντική κατάσταση.
- **4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Θεωρητικό υπόβαθρο και μαθηματική προσέγγιση των μεθοδολογιών. Εκλογή της χρησιμοποιούμενης μεθόδου
- **5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα τέσσερα υπό εξέταση σενάρια και αναπτύσσεται η κοινωνικό-οικονομική ανάλυση. Σε αυτό το κεφάλαιο επιχειρείται να εκτιμηθεί η οικονομική βιωσιμότητα του μέτρου, υπολογίζοντας τον δείκτη εσωτερικής απόδοσης (ERR) και την οικονομική Καθαρή Παρούσα Αξία (ENPV) αυτής της επένδυσης.
- **6<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Στο τελευταίο κεφάλαιο εξάγονται και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της ανάλυσης. Το κεφάλαιο καταλήγει σε προτάσεις για μελλοντική επέκταση της έρευνας.

## 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

### 2.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, παρουσιάζονται έρευνες το αντικείμενο των οποίων παρουσιάζει συνάφεια με αυτό της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται επιστημονικές εργασίες που μελετάνε και **αναλύουν τα οφέλη αλλά και τα κόστη από την εφαρμογή του μέτρου ΔΔΣ** στην κοινωνία, στο περιβάλλον και στην οικονομία. Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά οι σχετικές έρευνες καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν σε κάθε τομέα. Σήμερα περισσότερες από 100 πόλεις σε όλο τον κόσμο προσφέρουν δωρεάν μετακινήσεις στους πολίτες τους. Μερικές από αυτές είναι το Ταϊχούνγκ του Ταιβάν, το Μαϊάμι των ΗΠΑ και το Βερένιε της Σλοβενίας και πολλές άλλες, η καθεμία με τα δικά της χαρακτηριστικά (Rapid Transition Alliance, 2021).

### 2.2 Αποδοχή

Σαφώς, όπως κάθε θέμα στο οποίο εμπλέκεται το ζήτημα της οικονομίας, οι εφαρμογές των ΔΔΣ έχουν **ένθερμους υποστηρικτές αλλά και πολέμιους**, που στέκονται στις προβληματικές του ζητήματος. Ένα μέρος αυτών είναι πιθανόν να βασίζονται σε ιδεολογικές αγκυλώσεις και κρίνεται σκόπιμο να μη γίνει εκτενής αναφορά στην αμιγώς πολιτική οπτική των ΔΔΣ. Μερικές απόψεις, όμως, που εναντιώνονται στην εφαρμογή των ΔΔΣ, βασίζονται σε λογικά οικονομικά κριτήρια και οι βασικότερες εξ αυτών, συνοπτικά, είναι:

- Οι χρήστες των μέσων είναι περισσότερο **ευαίσθητοι στον χρόνο μετακίνησης** από ότι στο κόστος. Με άλλα λόγια, μία μείωση της τιμής στο κόμιστρο των MMM δεν προσθέτει σημαντικά περισσότερους χρήστες σε αυτά τα μέσα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, το μέτρο των δωρεάν δημόσιων μεταφορών να είναι ανεπαρκές ως προς τους στόχους, που συνήθως τίθενται. Επιπλέον, αυτό ενισχύει το επιχείρημα ότι πρέπει να παραμείνει το εισιτήριο στα ίδια επίπεδα αλλά με βελτίωση των συνθηκών μετακίνησης (ταχύτητα, ασφάλεια, άνεση, συχνότητα δρομολογίων) (Cervero, 1990).
- Η μεταβολή που προκαλείται **στην οικονομική κατάσταση** των οργανισμών που είναι υπεύθυνοι για τις δημόσιες συγκοινωνίες είναι συνήθως προς το χειρότερο, γιατί τα χρήματα, που θα συγκεντρώνονταν από τα εισιτήρια των μετακινούμενων, είναι απαραίτητο να βρεθούν από άλλες πηγές. Έτσι, το κράτος συχνά επιδοτεί τους οργανισμούς για το ποσό αυτό. Όμως, οι δωρεάν μετακινήσεις προκαλούν αύξηση στις συνολικές μετακινήσεις. Επομένως, αυξάνεται το κόστος περαιτέρω (λόγω των περισσότερων δρομολογίων, των συχνότερων συντηρήσεων/επισκευών, του μεγαλύτερου κόστους στα καύσιμα). Ο συνδυασμός των παραπάνω κάνει τη λύση των ΔΔΣ οικονομικά μη βιώσιμη, συνήθως (Storchmann, 2003).
- Μία από τις πρώτες έρευνες σχετικά με το θέμα των δωρεάν συγκοινωνιών ήταν αυτή του Baum (1973). Αρκετές μεταγενέστερες μελέτες επηρεάστηκαν από αυτήν και καταλήγουν στο συμπέρασμα των **«άσκοπων ή άχρηστων μετακινήσεων»**. Όπως προαναφέρθηκε, βασικός σκοπός των ΔΔΣ είναι η μείωση της χρήσης ΙΧ. Στην αρχική κατάσταση, με μη δωρεάν μετακινήσεις, χρησιμοποιούν τα MMM οι άνθρωποι που έχουν κάποιο λόγο

μετακίνησης (εργασία, αναψυχή, από και προς την κατοικία τους). Αίροντας το κόστος του εισιτηρίου, παρατηρήθηκε ότι αυξήθηκε δραματικά η χρήση των ΜΜΜ, παράλληλα, όμως, δε μειώθηκε η χρήση των αυτοκινήτων σημαντικά. Αυτό σημαίνει για κάποιους ότι ο πληθυσμός που θα στραφεί προς τις ΔΔΣ είναι κυρίως τα παιδιά, μαθητές και φοιτητές που χρησιμοποιούσαν το ποδήλατο και ηλικιωμένοι. Ένα μεγάλο μέρος αυτών των ατόμων, δηλαδή, δε θα χρησιμοποιούσαν το ΙΧ ούτε στην αρχική κατάσταση και συνηθίζουν να κάνουν χρήση του λεωφορείου ή του μετρό για μετακινήσεις που πιθανότατα δε θα έκαναν καθόλου, αν υπήρχε κόμιστρο. Αυτή η παρατήρηση οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι ΔΔΣ βοηθούν, εν μέρει, στο θέμα της οδικής ασφάλειας, το οποίο θα αναλυθεί περισσότερο παρακάτω, αλλά όχι στον τομέα του περιβάλλοντος και της οικονομίας (Duhamel, 2004).

- Στην έκδοση του Κέντρου Μελετών για τον Αστικό Σχεδιασμό, τις Μεταφορές και τις Δημόσιες Εγκαταστάσεις συγκεντρώνονται οι απόψεις Γάλλων μηχανικών, ακαδημαϊκών, πολιτικών και απλών πολιτών στο ζήτημα των δωρεάν ΜΜΜ. Η συντριπτική πλειοψηφία τους εκφράζει **ανησυχία σχετικά με την οικονομική βιωσιμότητα**. Επιπλέον, όμως, τονίζεται από πολλούς πως, όπως κάθε αγαθό στη σύγχρονη φιλελεύθερη οικονομία, έτσι και οι δημόσιες μεταφορές, οφείλουν να έχουν ένα «σωστό» αντίτιμο. Ειδάλλως, χάνουν την αξία τους και δεν είναι ανταγωνιστικές. Αντί για μείωση εισιτηρίου, προτείνεται η αύξηση των δρομολογίων, οι πιο γρήγορες και ασφαλείς μετακινήσεις (με ανανέωση του εκάστοτε στόλου), τη μείωση της τιμής του κομίστρου μόνο για ειδικές κοινωνικές ομάδες, κ.α. (CERTU, 2010).

Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι το κόστος από τα έσοδα των εισιτηρίων που τώρα πρέπει να επωμιστεί το κράτος ή η υπεύθυνη υπηρεσία. Ο Miguel Ruiz-Montañez αναπτύσσοντας ένα μοντέλο χρηματοδότησης των δημόσιων συγκοινωνιών σε μεγάλες μεσαίες και μικρές πόλεις διαπίστωσε ότι όσο αυξάνεται το μέγεθος και η πολυπλοκότητα του αστικού συγκοινωνιακού δικτύου, **οι ανάγκες χρηματοδότησης** αυξάνονται σε πολλαπλάσιο βαθμό (Ruiz-Montañez, 2017). Επομένως, εύλογα εγείρονται ερωτήματα σχετικά με την βιωσιμότητα των ΔΔΣ.

Μάλιστα σε μία χώρα όπως η Ελλάδα με σαφώς επιβαρυνμένο κρατικό υπολογισμό, η συζήτηση περί υποστήριξης ενός τέτοιου έργου από τα δημόσια ταμεία μπορεί να μοιάζει μέχρι και ανυπόστατη σε μερικούς. Εντούτοις, όπως κάθε μέτρο κοινωνικής ή οικονομικής πολιτικής, έτσι και η υποστήριξη ενός τέτοιου δικτύου δημόσιων συγκοινωνιών και μεταφορών αποτελεί πρωτίστως αντικείμενο πολιτικής βούλησης. Έτσι το ζήτημα χρήζει περαιτέρω διερεύνησης και μελέτης.

Συγκεκριμένα ο Γεώργιος Α. Γιαννόπουλος σε μελέτη του το 1978 και έπειτα το 2019 αναφέρει μια σειρά από **πιθανούς χρηματοοικονομικούς πόρους** που μπορούν να εξυπηρετήσουν ένα τέτοιο έργο, όπως φαίνεται ακολούθως:

- 1) Κρατικές επιχορηγήσεις των φορέων. Αυτές μπορεί να προέρχονται από τη γενική ή τοπική φορολογία. Στην πρώτη περίπτωση (όπως συμβαίνει μέχρι σήμερα) οι επιδοτήσεις επιβαρύνουν όλους ανεξαιρέτως τους πολίτες της χώρας, ενώ στη δεύτερη βαρύνουν τους κατοίκους της περιοχής στην οποία λειτουργεί το σύστημα.
- 2) Έσοδα από εμπορικές δραστηριότητες (π.χ. διαφημίσεις, κ.α.).
- 3) Επιβολή φόρου υπέρ των ΔΣ στα καύσιμα των αυτοκινήτων που κινούνται στην συγκεκριμένη περιοχή (αυτό δεν σημαίνει κατ' ανάγκη αύξηση της τιμής των καυσίμων γιατί μπορεί να γίνει με αντίστοιχη μικρή μείωση του εισπρακτέου σήμερα φόρου υπέρ του Δημοσίου που είναι αρκετά μεγάλος – πάνω από το 65% της τιμής του καυσίμου).
- 4) Ιδιωτικά κεφάλαια (δωρεές ή δάνεια)

Παρ' ότι υπάρχουν αυτοί οι τρόποι χρηματοδότησης των ΜΜΜ, πρέπει να τονιστεί ότι παραμένει **δύσκολη η εξεύρεση** τέτοιων πηγών. Ειδικά σε μία χώρα όπως η Ελλάδα, που θεωρείται ότι κατέχει μία από τις θέσεις των χωρών με τη μεγαλύτερη φορολογία μετά από τα χρόνια της οικονομικής κρίσης, η επιλογή της αύξησης της γενικής ή της δημοτικής φορολογίας μοιάζει δύσκολη και πρόκειται να αντιμετωπιστεί με αρνητική οπτική από τους πολίτες. Το κόστος, δηλαδή, είναι σημαντικό για την Πολιτεία, για τις υπεύθυνες εταιρίες – οργανισμούς, που διαχειρίζονται τις δημόσιες μεταφορές και για τον κάθε πολίτη ξεχωριστά.

Η λήψη της απόφασης, λοιπόν, για ΔΔΣ στην Αθήνα και σε κάθε άλλο αστικό τοπίο, είναι μια δέσμευση που πρέπει να γίνει από πολλούς διαφορετικούς φορείς και για πολλά χρόνια. Μία δέσμευση που θα ξεπερνά τα όρια της πολιτικής απόφασης αλλά θα πρέπει να συγκεραστούν τα συμφέροντα πολλών διαφορετικών παραγόντων της κοινωνίας. «Τα οικονομικά είναι πάντα πολιτικο-οικονομικά (...) και όλες οι σχολές της σκέψης στα οικονομικά, (...) είναι ποικιλίες πολιτικών και οικονομικών μεθόδων» (Söderbaum, 2018). Γίνεται σαφές ότι δεν αρκεί η θεσμική απόφαση της δημιουργίας των ΔΔΣ, αλλά χρειάζεται **οικονομικό πλάνο** εξεύρεσης πόρων, αλλαγή νοοτροπίας, κατάλληλη διαχείριση των νέων δεδομένων (νέους μετακινούμενους στα ΜΜΜ, πιθανή αύξηση στόλου, κ.α.).

Υπό την έννοια αυτή, οι ΔΔΣ δεν αποτελούν απαραίτητως τη βέλτιστη λύση για την επίλυση όλων των προβλημάτων των δημόσιων μεταφορών, του περιβάλλοντος και της κοινωνίας. Οι ΔΔΣ είναι μια πολιτική και δημοκρατική εναλλακτική λύση, η οποία μπορεί να δράσει μαζί με άλλες αποφάσεις και πολιτικές για να μετατρέψει μια δημόσια υπηρεσία, όπως αυτή των δημόσιων συγκοινωνιών, σε κάτι πραγματικά δημόσιο (Bhatta & Drennan, 2003).

### 2.3.1 Η περίπτωση του Hasselt

Το Hasselt του Βελγίου είναι ένα **από τα απαισιόδοξα παραδείγματα**. Πρόκειται για μία πόλη με 75.000 κατοίκους, που ξεκίνησε να προσφέρει δωρεάν μετακινήσεις το 1997. Στόχος ήταν κυρίως η αποσυμφόρηση των δρόμων από τα ΙΧ, ο οποίος επετεύχθη. Το μερίδιο των δημόσιων λεωφορείων στην κατανομή κατά μέσο αυξήθηκε 12 φορές, αγοράστηκαν 38 νέα λεωφορεία και οι γραμμές επεκτάθηκαν από τις τέσσερις στις εννιά. Εκτιμήθηκε πως το 63% των επιβατών ήταν παλιότεροι χρήστες λεωφορείου, αλλά επέβαιναν ακόμη συχνότερα. Το υπόλοιπο 37% των νέων χρηστών χωρίζεται ως εξής:

- 43% των νέων επιβατών, χρησιμοποιούσαν ΙΧ πριν την εφαρμογή ΔΔΣ
- 32% αυτών ήταν ποδηλάτες
- 25% των νέων επιβατών συνήθιζαν να περπατούν για τις μετακινήσεις τους.

Παρά την ενθαρρυντική αυτή δράση του σχεδίου, τα έξοδα λειτουργίας του οργανισμού αστικών συγκοινωνιών του Hasselt τετραπλασιάστηκαν εντός μίας δεκαετίας (1997-2007). Σε συνδυασμό με την διεθνή οικονομική κρίση του 2008, ο δήμος δεν ήταν πλέον ικανός να διαθέτει τα απαιτούμενα ποσά των χαμένων εισιτηρίων. Τελικά, το σχέδιο διατηρήθηκε με δυσκολία μέχρι το 2013. Το 2014 οι άνθρωποι άρχισαν να πληρώνουν για τις μετακινήσεις τους, εκτός των νέων κάτω των 19 ετών και των ηλικιωμένων (Figg, 2021).



### 2.3.2 Η περίπτωση του Λουξεμβούργου

Το Λουξεμβούργο δηλώνει ότι αφού "τα δύο τρίτα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου παράγονται από οδικά οχήματα, η αύξηση των φόρων επί των καυσίμων είναι λογική. Το μεγαλύτερο μέρος των εσόδων από τους φόρους αυτούς θα διατεθεί στο ταμείο για το κλίμα και την ενέργεια" (Luxembourg.lu, 2022) κατά τρόπο ώστε να δημιουργηθεί νέα χρηματοδότηση για την εξέταση πιθανών μελλοντικών εναλλακτικών λύσεων όπως οι ΔΔΣ.

### 2.3.3 Η περίπτωση του Aubagne

Η περιοχή Aubagne της Γαλλίας ξεκίνησε το πρόγραμμα των δωρεάν λεωφορειακών μετακινήσεων το 2009. Αργότερα, όταν εγκαινιάστηκε το νέο δίκτυο τραμ, ήταν και αυτό δωρεάν. Είναι η μεγαλύτερη σε πληθυσμό πόλη της Γαλλίας που εφάρμοσε το μέτρο και μία από τις ελάχιστες, που προσφέρει δωρεάν μεταφορές και στους ξένους (τουρίστες) μετακινούμενους, όπως το Λουξεμβούργο και αντιθέτως από το Ταλίν της Εσθονίας.

Από την οικονομική άποψη, το εκτιμώμενο κόστος των ΔΔΣ ανέρχεται σε 1,57 εκατομμύρια ευρώ:

- 710.000€ για τα χαμένα έσοδα από τα κόμιστρα των εισιτηρίων και
- 860.000€ για το κόστος που σχετίζεται με την αυξημένη ζήτηση για δημόσιες μετακινήσεις.

Το εν λόγω κόστος καλύπτεται από αύξηση του φόρου μεταφορών (από 0,6 σε 1,8%) που εισπράττεται από εταιρείες άνω των 11 εργαζομένων. Αφού η αύξηση φόρου δημιούργησε εντός ενός έτους 5,7 εκατομμύρια ευρώ εσόδων, οι ΔΔΣ συνοδεύονταν από ένα ολοκληρωμένο εκσυγχρονισμένο δίκτυο και πυροδότησε μια σημαντική αύξηση (+135.8%) στην επιβατική κίνηση. Από 1,9 εκατομμύρια επιβάτες κατά το 2008 (το τελευταίο έτος μη δωρεάν συγκοινωνιών) παρατηρήθηκε αύξηση στους περίπου 4,48 εκατομμύρια το έτος 2011. Μελέτες που διεξάγονται από τις τοπικές αρχές δείχνουν ότι το 63% των νέων ταξιδιών που παράγονται από την κατάργηση των εισιτηρίων θα είχαν πραγματοποιηθεί διαφορετικά από μηχανοκίνητο όχημα (Giovannangeli & Sagot-Duvauroux, 2012).

### 2.3.4 Η περίπτωση του Τάλλιν

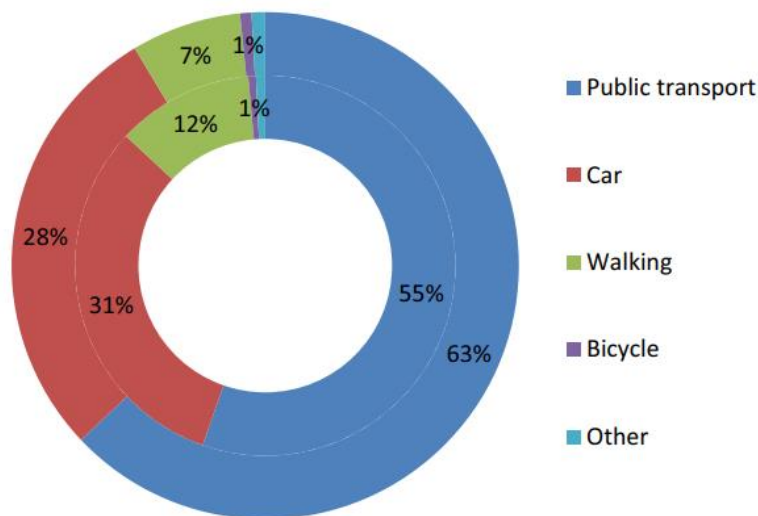
Η πόλη του Τάλλιν έχει μια πολύ φιλική στάση προς τα MMM, καθώς ήδη από το 2003 έχει θεσπιστεί μείωση 40% στην τιμή των εισιτηρίων για τους κατοίκους που έχουν κάρτα ΔΣ. Το έτος 2013 τέθηκε σε λειτουργία το σύστημα ΔΔΣ. Μερικά από τα χαρακτηριστικά της πόλης αυτής, την κάνουν ένα από τα πιο ενδιαφέροντα παραδείγματα ΔΔΣ:

- Είναι η μεγαλύτερη σε πληθυσμό πόλη με ΔΔΣ.
- Είναι πρωτεύουσα χώρας και, όπως θα εξηγηθεί παρακάτω, κατάφερε σημαντική αύξηση της χρήσης MMM, ενώ στην υπόλοιπη χώρα αυξάνεται η χρήση αυτοκινήτων.
- Παρουσίασε από την πρώτη χρονιά λειτουργίας του προγράμματος ΔΔΣ ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αποτελέσματα, τα οποία διατηρούνται μέχρι και σήμερα.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, κρίνεται σκόπιμο να περιγραφούν συνοπτικά ορισμένα αποτελέσματα των ερευνών που έλαβαν χώρα το 2012 και το 2013, αντίστοιχα, του τελευταίου έτους με αντίτιμο στα MMM και του πρώτου με ΔΔΣ. Αρχικά, δίδεται παρακάτω μία εικόνα που δείχνει τον καταμερισμό κατά μέσο των συμμετεχόντων στην έρευνα, με τον εσωτερικό κύκλο να αφορά στο 2012 (55% Δημόσιες Μεταφορές, 31% ΙΧ και 12% πεζή μετακίνηση) και τον εξωτερικό κύκλο

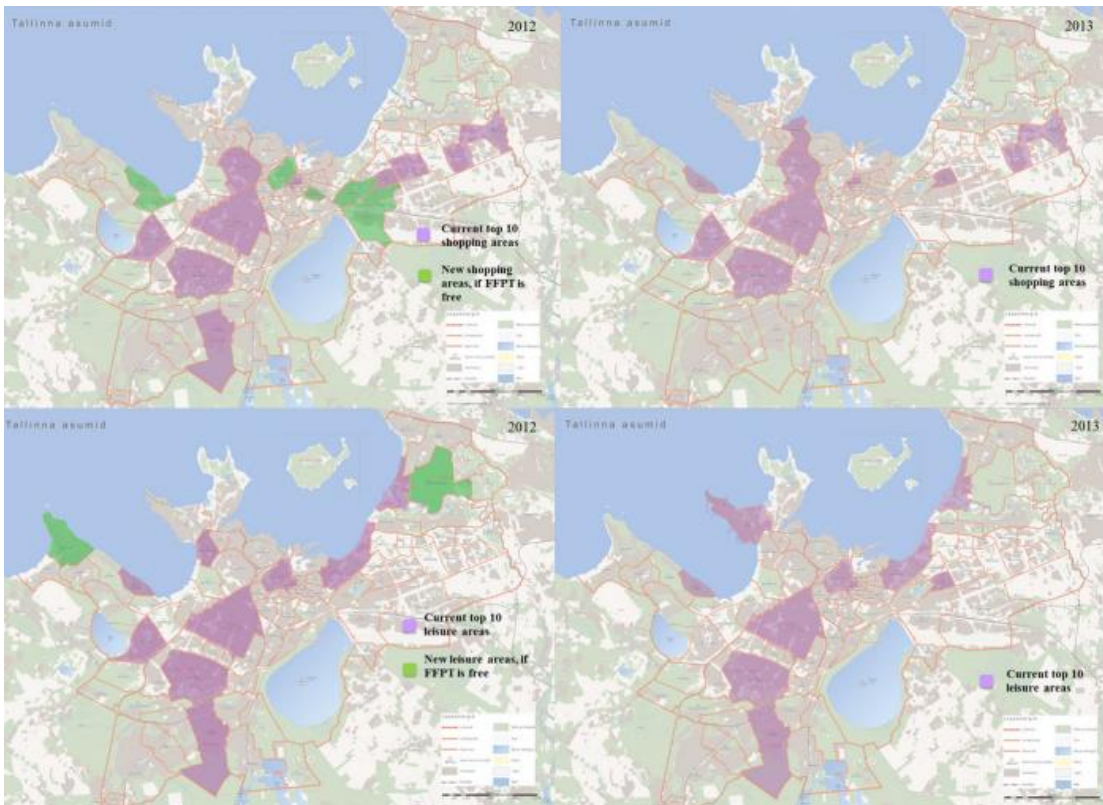
το 2013. Η εφαρμογή ΔΔΣ, έφερε αύξηση 8% προς τις ΔΣ (λεωφορεία και τραμ). Ένα σημαντικό μέρος αυτού αφορά στους πεζούς (5%), αλλά και ένα 3% των χρηστών ΙΧ άρχισαν να επιλέγουν συχνότερα τις ΔΔΣ.

Τα δεδομένα που δείχνουν σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια τις παραπάνω μεταβολές, καταδεικνύουν πως κυρίως οι μαθητές και οι φοιτητές, σε συνδυασμό με **τους άνεργους και τους χαμηλά αμειβόμενους**, είναι οι κοινωνικές ομάδες που αύξησαν δραματικά τη συχνότητα χρήσης ΜΜΜ. Στην εισοδηματική κατηγορία των 1.000 ευρώ και άνω, η χρήση των μέσων αυτών μειώθηκε κατά 8%. Σε ερώτηση σχετικά με την ανεργία και το αν οι ΔΔΣ βοηθούν στην εύρεση εργασίας, το 40% των ανέργων της πόλης δήλωσε ότι το μέτρο αυτό συνετέλεσε στο να μετακινούνται ευκολότερα κατά την αναζήτηση εργασίας (Cats, Susilo, & Reimal, 2016).



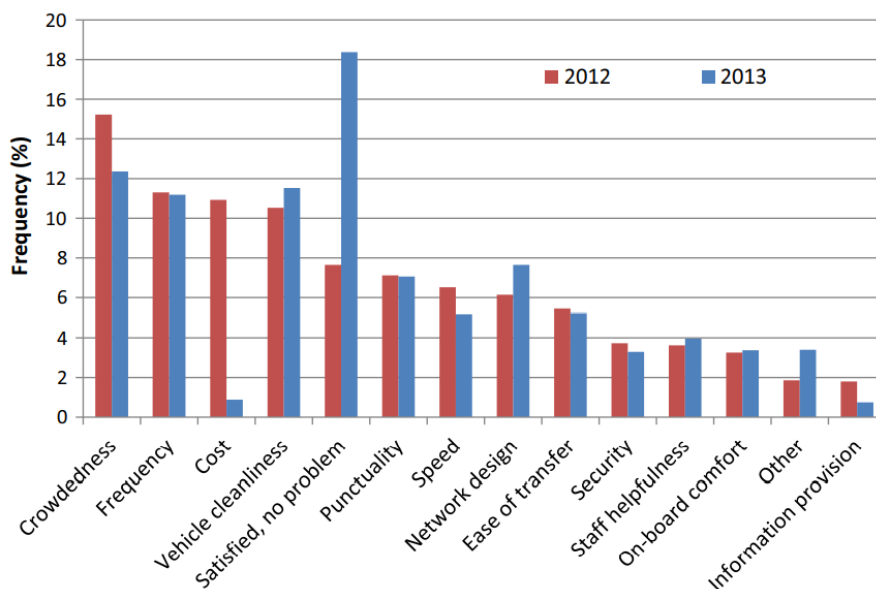
Εικόνα 1: Καταμερισμός κατά μέσο στο Τάλλιν (σύγκριση 2012 και 2013), Πηγή: (Cats, Susilo, & Reimal, 2016)

Ακόμη ένα αποτέλεσμα των ερευνών αποτυπώνεται μέσω της εικόνας που ακολουθεί. Στο αριστερό τμήμα φαίνονται οι περιοχές που έλκυαν τους μετακινούμενους για εμπορικούς (πάνω) και ψυχαγωγικούς (κάτω) σκοπούς το 2012, ενώ στο δεξί τμήμα για το έτος 2013. Με πράσινο χρώμα απεικονίζονται οι περιοχές, που κατά τη διάρκεια της έρευνας του 2012, δηλώθηκε ότι αν υπήρχαν ΔΔΣ, θα ήταν στους προτιμώμενους προορισμούς της πόλης για ψώνια ή ψυχαγωγία. Όπως φαίνεται, ορισμένα κομμάτια, όντως, τον επόμενο χρόνο ήταν μέσα στους πιο δημοφιλείς προορισμούς μετακινήσεων. Αυτές οι αλλαγές δεν είναι δυνατόν να κριθεί αν έχουν θετικό ή αρνητικό πρόσημο οικονομικά. Σε κάθε περίπτωση, η εικόνα αυτή αποδεικνύει την έντονη επιρροή των ΔΔΣ στη συμπεριφορά και τις επιλογές των μετακινούμενων.



Εικόνα 2: Οι δημοφιλέστεροι προορισμοί των μετακινήσεων με σκοπό εμπορικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες στο Τάλλιν (σύγκριση 2012 και 2013), Πηγή: (Cats, Susilo, & Reimal, 2016)

Τέλος, παρουσιάζεται το παρακάτω διάγραμμα (Ραβδόγραμμα), το οποίο αφορά στην ερώτηση **των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν** οι συμμετέχοντες κατά τη χρήση των ΜΜΜ.



Εικόνα 3: Λόγοι δυσαρέσκειας επιβατικού κοινού των ΜΜΜ στο Τάλλιν (σύγκριση 2012 και 2013), Πηγή: (Cats, Susilo, & Reimal, 2016)

Γενικά, αρκετοί από τους δείκτες είναι **μειωμένοι ή στα ίδια τουλάχιστον επίπεδα** με το 2012, σε σχέση με το πρώτο έτος με ΔΔΣ. Πιο συγκεκριμένα, η συχνότητα της απάντησης «Συνωστισμός» μειώθηκε κατά 3,5% περίπου. Φαίνεται ότι βελτιώθηκαν οι συνθήκες σε σχέση με τη συνέπεια, την πρόβλεψη των πληροφοριών (0,5 από 1,9%), της ασφάλειας και την άνεσης. Όπως ήταν

αναμενόμενο, λιγότερο από το 1% αναφέρουν ως παράπονο το κόστος και, προφανώς, πρόκειται για τους ελάχιστους συμμετέχοντες της έρευνας που δεν ήταν μόνιμοι κάτοικοι του Τάλλιν, σε σχέση με το 11% σχεδόν που είχαν δώσει αυτήν την απάντηση το 2012. Το ποσοστό των απολύτως ικανοποιημένων μετακινούμενων το 2012 ήταν λιγότερο από 8%, ενώ το 2013 σχεδόν 18,5%. Αρνητική επίδραση είχε η εφαρμογή ΔΔΣ στην καθαριότητα (1% αύξηση απαντήσεων), στον σχεδιασμό του δικτύου (1,5% αύξηση) και στην απάντηση «Άλλο». Σε αυτό το σημείο της έρευνας, δινόταν η δυνατότητα στους συμμετέχοντες να ορίσουν οι ίδιοι ένα πρόβλημα που παρατηρούσαν. Το 2013, λοιπόν, σε ποσοστό 2,5% εμφανίστηκε ως απάντηση ότι συχνά ήταν επιβάτες των ΜΜΜ άτομα με κάποια άσχημη συμπεριφορά ή εικόνα (άστεγοι, μεθυσμένοι, κ.α.).

Συμπερασματικά, η απόφαση να γίνει το Τάλλιν μία πόλη με ΔΔΣ δείχνει μέχρι σήμερα αρκετά επιτυχημένη. Παρ' όλα αυτά, παρουσιάστηκαν και ελαφριά **αρνητικά αποτελέσματα** από αυτήν. Σε καμία περίπτωση, δεν πρέπει να θεωρηθεί ένα θετικό παράδειγμα ως ένδειξη από μόνο του για την εφαρμογή και σε άλλες πόλεις, καθώς κάθε περίπτωση έχει διαφορετικούς παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Για παράδειγμα, στην πόλη του Τάλλιν είχε εκτιμηθεί ότι το 40% των μετακινήσεων γινόταν το 2010 μέσω ΜΜΜ, το 30% ήταν πεζή μετακινήσεις και 26-27% με ιδιωτικό όχημα. Αυτό είναι ένα χαμηλό ποσοστό συγκριτικά με άλλες πρωτεύουσες κρατών και ίσως είναι μία αιτία της καλής πορείας των ΔΔΣ. Γι' αυτό, όμως, απαιτείται προηγούμενη εκτενής έρευνα για κάθε περιοχή ξεχωριστά. Σίγουρα, όμως, το Τάλλιν θα μπορούσε να αποτελέσει ένα παράδειγμα προς μίμηση για άλλες ευρωπαϊκές πρωτεύουσες.

## 2.4 Η επίδραση στην κοινωνία

Με την έννοια της επίδρασης των ΔΔΣ στην κοινωνία εννοείται η άμβλυνση των κοινωνικών ανισοτήτων. Με τη νομισματοποίηση των συστημάτων δημόσιων μεταφορών, **η κοινωνική προοπτική** καθίσταται εμφανής. Μια αποδεκτή αφήγηση στη σύγχρονη κοινωνία είναι ότι θα πρέπει να δημιουργήσουμε αξία για τις δημόσιες συγκοινωνίες, που είναι γνωστές ως «ναύλος». Το σύστημα ναύλων δημιουργεί ένα κοινωνικό χάσμα μεταξύ εκείνων που μπορούν να αντέξουν οικονομικά τις ιδιωτικές μεταφορές και εκείνων που χρησιμοποιούν τις δημόσιες μεταφορές για πρακτικούς λόγους, όπως για παράδειγμα να πάνε στην εργασία ή στο σχολείο. Ωστόσο, άλλες δυνατότητες είναι περιορισμένες για τις τάξεις χαμηλού εισοδήματος που δεν μπορούν να έχουν πρόσβαση στον ελεύθερο χρόνο και τον πολιτισμό, για παράδειγμα, εκτός του χρόνου εργασίας, που περιορίζονται γεωγραφικά λόγω της υψηλής τιμής των μεταφορών. Η μη επιβολή τελών για την πρόσβαση στο σύστημα δημόσιων μεταφορών μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα της αστικής ζωής και να αναδιαρθρώσει την αυτοκινητοβιομηχανία, έχοντας άμεσο αντίκτυπο στο περιβάλλον. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, για παράδειγμα, μπορούν να βλάψουν λιγότερο το περιβάλλον από τα κανονικά αυτοκίνητα. Ωστόσο, εξακολουθεί να αποτελούν μέρος των ιδιωτικών μεταφορών και εξ ορισμού προκαλούν περισσότερους ρύπους, και όχι στις συλλογικές μεταφορές, οι οποίες χρησιμοποιούν λιγότερους πόρους στην παραγωγή και τη συντήρηση.

Οι Manaugh και El-Geneidy (2012) δηλώνουν ότι "τα θέματα ισότητας και δικαιοσύνης αποκτούν σημασία στο σχεδιασμό των μεταφορών..., η κατανόηση του ποιος ωφελείται από τις νέες και τις υφιστάμενες υπηρεσίες δημόσιας μετακίνησης έχει καταστεί ολοένα και πιο σημαντικό θέμα". Από την άλλη πλευρά, οι συγγραφείς ισχυρίζονται επίσης ότι οι οργανισμοί δημοσίων μεταφορών συχνά αγωνίζονται να παρέχουν μια υπηρεσία που προσελκύει νέους χρήστες την ίδια στιγμή που προσπαθούν να παρακολουθήσουν καλύτερα τους σημερινούς χρήστες των δημοσίων μεταφορών (Manaugh & El-Geneidy, 2012).

Στην ανάλυση της **περίπτωσης του Τάλλιν** προαναφέρθηκε πως μία θετική επίπτωση έχει σχέση με την αγορά εργασίας και είναι ότι οι επιδοτούμενες δημόσιες μεταφορές μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση της απασχόλησης. Οι ΔΔΣ μπορούν να μειώσουν το κόστος για τους εργοδότες που πρέπει να καταβάλουν πιθανόν το κόστος στους εργαζόμενους, τις δαπάνες για τους ίδιους εργαζόμενους που πρέπει να καλύψουν τις μεταφορές από τους μισθούς τους και συνδέει το εργατικό δυναμικό και τις οργανώσεις εντός των πόλεων. Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι η κατάργηση των εισιτηρίων στο Τάλλιν είχε ως αποτέλεσμα υψηλότερο ποσοστό χρήσης των δημόσιων συγκοινωνιών μεταξύ διαφόρων ομάδων που δεν έχουν τα προνόμια, συμπεριλαμβανομένων των νέων (+21%), των ηλικιωμένων (+19%), των φτωχών (+26%) και των ανέργων (+32%) (Cats, Susilo, & Reimal, 2016).

Γενικότερα, η βασική αξία της κατάργησης των εισιτηρίων έγκειται στην **καθιέρωση απλουστευμένης χρήσης** των Δημόσιων Συγκοινωνιών (Hodge, Orrell, & Strauss, 1994). Με άλλα λόγια, «ο καθένας μπορεί να μεταφερθεί, όποτε θέλει, με τη χρήση ΔΔΣ» (Cordier, 2007). Η κατάργηση των εισιτηρίων επαινείται για την άμεση αντιμετώπιση του ζητήματος του κοινωνικού αποκλεισμού, της ανισότητας και της φτώχειας στις μεταφορές, μέσω της αύξησης της προσβασιμότητας των κατοίκων χαμηλότερου εισοδήματος σε αυτές (Larrabure, 2016).

Παρόμοιες παρατηρήσεις με όλα τα παραπάνω έχουν παρατηρηθεί σε πολλές περιοχές του κόσμου. Από τις πιο **πρωτοπόρες χώρες** στον τομέα των δωρεάν μετακινήσεων και των κοινωνικών μεταρρυθμίσεων είναι η **Γαλλία**. Από τις 107 περιοχές που παρείχαν ΔΔΣ, οι 30 εξ αυτών βρίσκονταν στη γαλλική επικράτεια (Kębłowski, 2017). Αλλά και για περιορισμένο χρονικό διάστημα έχει εφαρμοστεί και στην πρωτεύουσα της χώρας, όταν η ατμοσφαιρική ρύπανση είχε φτάσει σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα εντός Παρισιού (Briche & Hure, 2017). Ομοίως, αυτές οι απόψεις έχουν διατυπωθεί και από τον Volinski (2012) μετά από έρευνα σε πολλές αστικές περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (**ΗΠΑ**) και στις προβλέψεις που παρείχε το Συμβούλιο Τεχνολογίας της Δανίας (2006).

Αντί να επικεντρωθεί στις δυνητικά αρνητικές λειτουργικές συνέπειες της κατάργησης των ναύλων, η προοπτική αυτή διερωτάται αν μια σημαντική αύξηση της ανταγωνιστικότητας και της ανάπτυξης της αγοράς μεταφορών που προκαλείται από τη μείωση των ναύλων στο μηδέν θα μπορούσε σε καμία περίπτωση να θεωρηθεί αρνητικό φαινόμενο, υπό την προϋπόθεση ότι οι ΔΔΣ θα ωφελήσουν άμεσα τους **λιγότερο μετακινούμενους κατοίκους**. Ως εκ τούτου, πολλές ομάδες ακτιβιστών κάνουν εκστρατεία για τις ΔΔΣ ως ένα μέτρο που εισάγει κοινωνικά δίκαιο σύστημα μεταφορών, το οποίο «δείχνει αλληλεγγύη προς τους αδύναμους, προς εκείνους που δεν μπορούν να πάρουν αυτοκίνητο, προς εκείνους που εξαρτώνται από τις δημόσιες μεταφορές, οι οποίοι είναι ιδιαίτερα επηρεασμένοι από τα μειονεκτήματά της» (Brie, 2018).

Γίνεται κατανοητό, λοιπόν, ότι μια «στροφή» προς τις ΔΔΣ αποτελεί μια πολιτική και κοινωνική μικρή επανάσταση. Η πληθώρα των αστικών κινημάτων και των ΜΚΟ που αγωνίζονται για την κατάργηση των ναύλων προσκρούει στον ισχυρισμό ότι η κατάργηση των ναύλων αναγνωρίζεται από ακαδημαϊκούς (Larrabure, 2016); Schein, 2011) και ακτιβιστές (Arièsto, 2011; Giovanangelli και Sagot-Duvaouroux, 2012; Robert et al., 2015) για τη σύλληψη των συλλογικών μεταφορών όχι ως εμπόρευμα, αλλά ως **κοινό αγαθό** παρόμοιο με πολλές άλλες δημόσιες υπηρεσίες, όπως η υγειονομική περίθαλψη, τα πάρκα, οι δρόμοι, τα πεζοδρόμια, οι ποδηλατικοί δρόμοι, τα φώτα και οι λάμπες, οι βιβλιοθήκες, τα σχολεία και οι παιδικές χαρές.

Οι ΔΔΣ επαινούνται επίσης από πληθώρα **μη επιστημονικών δημοσιεύσεων**, στις οποίες πολιτικοί ακτιβιστές και δημόσιοι αξιωματούχοι (Brie, 2012; Ługowski, 2017; Prince και Dellheim, 2018; Robert et al. 2015) υπερασπίστηκαν την κατάργηση των ναύλων, μιλώντας συχνά από πόλεις όπου η πολιτική αυτή έχει δοκιμαστεί (Giovanangelli και Sagot-Duvaouroux 2012). Υποστηρίζεται, συμπερασματικά, ότι το σύστημα ΔΔΣ μπορεί όχι μόνο να επιφέρει λειτουργική εξοικονόμηση, να

δημιουργήσει μια ικανοποιητική τάση από τα αυτοκίνητα στις ΔΣ και να μειώσει τις επιπτώσεις της κυκλοφορίας οχημάτων, αλλά επίσης να συμβάλλει προς μια κοινωνική και πολιτική μεταμόρφωση.

## 2.5 Η επίδραση στην κυκλοφορία

Επιλέγεται να διαχωριστούν τα ζητήματα της κυκλοφοριακής συμμόρφωσης και της οδικής ασφάλειας σε δύο υποενότητες, αν και πρέπει να τονιστεί ότι πρόκειται για αλληλεξαρτώμενες συνιστώσες του ζητήματος. Για τις αλλαγές στην κυκλοφορία που επέφεραν οι ΔΔΣ σε πόλεις που ήδη εφαρμόστηκαν, βρέθηκαν δεδομένα από τη διεθνή βιβλιογραφία

Όπως υποστήριξε ο Storchmann (2003) στη μελέτη του για την κατάργηση των ναύλων στο Templin (Γερμανία), οι νέοι επιβάτες, όπως φαίνεται από τα μηδενικά εισιτήρια, είναι κυρίως ποδηλάτες και πεζοί, **όχι οδηγοί αυτοκινήτων**. Κατά συνέπεια, το επιχείρημα υπέρ της εφαρμογής ΔΔΣ ενισχύεται, καθώς η χρήση των δημόσιων μέσων μεταφοράς είναι λιγότερο επιρρεπής σε ατυχήματα που σχετίζονται με την ποδηλασία και το περπάτημα. Γι' αυτό, κρίνεται πως τα περισσότερα οφέλη που προέρχονται από τις ΔΔΣ σχετίζονται με την οδική ασφάλεια, κάτι που με τη σειρά του μεταφράζεται σε οικονομικά που σχετίζονται με λιγότερα οδικά ατυχήματα (Kębłowski, 2017).

Οι Brown et al, 2003 αναφέρουν ότι η παροχή ελεύθερης πρόσβασης στις δημόσιες μετακινήσεις σε **φοιτητές του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια** αύξησε τη χρήση λεωφορείων στην Πανεπιστημιούπολή της κατά 56% και μείωσε την κυκλοφορία αυτοκινήτων ΙΧ κατά 20%, υποδηλώνοντας ότι σε αυτή την κοινωνικά περιορισμένη μορφή οι ΔΔΣ μπορούν να πετύχουν σχεδόν οπουδήποτε.

**Στο Τάλλιν (Εσθονία)** οι άμεσες επιπτώσεις της πολιτικής ΔΔΣ αναλύθηκαν με βάση λεπτομερή δεδομένα αυτόματης θέσης οχήματος (AVL) και αυτοματοποιημένη καταμέτρηση επιβατών (APC). Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε αύξηση κατά 3% στην επιβατική κίνηση, εκ των οποίων το 1,2% αποδόθηκε στο σύστημα ΔΔΣ μετά τον έλεγχο για μεταφορά και ταυτόχρονες αλλαγές στην παροχή υπηρεσιών. Αυτό το σχετικά μικρό αποτέλεσμα θα μπορούσε πιθανώς να αποδοθεί στις βραχυπρόθεσμες μετρήσεις, 3 μήνες μετά την εισαγωγή των ΔΔΣ. Η ανάλυση των προφίλ φορτίου επιβατών έδειξε επίσης ότι το μέσο μήκος ταξιδιού επιβατών μειώθηκε κατά 10%, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι ΔΔΣ οδήγησαν στην αντικατάσταση του περπατήματος με τα ΜΜΜ.

**Στο Hasselt (Βέλγιο)**, το 63% των διαδρομών που πραγματοποιήθηκαν με ΔΔΣ έγιναν από πρώην χρήστες λεωφορείων, από άτομα, που χρησιμοποιούσαν το λεωφορείο με αντίτιμο. Το ποσοστό των νέων επιβατών που στράφηκαν στις ΔΔΣ από το αυτοκίνητο ήταν 16%. Οι πρώην ποδηλάτες που ξεκίνησαν να κάνουν χρήση ΜΜΜ εκτιμώνται σε ποσοστό 12% περίπου και, τέλος, 9% ήταν οι χρήστες λεωφορείου που παλαιότερα συνήθιζαν να περπατούν (Van-Goeverden, Rietveld, Koelemeijer, & Peeters, 2006). Αυτό υποδηλώνει ότι η επίδραση των ΔΔΣ στον διαχωρισμό ανά μέσο μεταφοράς ενδέχεται να μην είναι ομοιόμορφη και, αν και αυτός δεν ήταν ο πρωταρχικός τους στόχος, έχουν παρατηρηθεί τέτοιες περιπτώσεις ΔΔΣ, στις οποίες η κατάργηση (και η μείωση) των ναύλων μειώνει την χρήση αυτοκινήτων, αν και σε περιορισμένο βαθμό.

Το αστικό κέντρο της **Θεσσαλονίκης** διαθέτει αυτή τη στιγμή έναν **μονοπωλιακό οργανισμό ΔΣ** (ΟΑΣΘ) και αυτό είναι ένα μοντέλο που έχει προκαλέσει έντονα προβλήματα στις μετακινήσεις. Τονίζεται ότι δείχνει αναγκαίο να σχεδιαστεί ένα νέο μοντέλο χρηματοδότησης και οργάνωσης των ΔΣ της Θεσσαλονίκης, απομακρυσμένο από το υφιστάμενο μονοπωλιακό μοντέλο. Πάντως, ακόμη και με το ισχύον σύστημα (μονοπωλιακό), μία μείωση των κομίστρων της τάξης των 10 λεπτών, όπως συνέβη πριν 7 περίπου έτη, εκτιμάται ότι αύξησε τη χρήση του λεωφορείου κατά 3% περίπου τα τελευταία χρόνια (Γιαννόπουλος, 2020).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση της **Avesta** μιας πόλης στην περιοχή Dalarna της Σουηδίας με περίπου 23.000 κατοίκους, επισημαίνονται τα εξής: Το 2012, η πόλη αποφάσισε να εφαρμόσει μια διετή δοκιμαστική περίοδο όπου οι δημόσιες συγκοινωνίες θα γίνονταν δωρεάν σε όλες τις τοπικές γραμμές λεωφορείων. Ο Kębłowski (2017) αναφέρεται στην εφαρμογή της πολιτικής ΔΔΣ στην Avesta ως «μια στρατηγική που αποσκοπεί στη μείωση της χρήσης αυτοκινήτων» και, όπως και σε άλλες ευρωπαϊκές πόλεις, «σχεδιάστηκε ως κοινωνική πολιτική με στόχο να βοηθήσει τις μειονεκτούσες ομάδες (...) και εισήγαγε την άνευ όρων χρήση των συλλογικών μεταφορών», με αποτέλεσμα το αγαθό των μεταφορών να «επιστραφεί» στα κοινά δημόσια αγαθά (Kębłowski , 2017).

Με την κατάργηση του κομίστρου αυξήθηκε η χρήση των λεωφορείων, μειώθηκε αυτή των ΙΧ αυτοκινήτων και βελτιώθηκε και έγινε πιο ασφαλής η μετακίνηση στους δρόμους Από τις μετακινήσεις που πραγματοποιούνται στην πόλη με λεωφορείο εκτιμάται πιο συγκεκριμένα (Isacsson, 2015):

- ότι το **39% αυτών** θα γίνονταν με ΙΧ, αν δεν είχε εφαρμοστεί το πρόγραμμα μηδενικών ναύλων
- και το 22% θα γίνονταν με ποδήλατο και πεζή μετακίνηση
- ενώ μόνο το υπόλοιπο 39% περίπου θα συνέβαινε και στην πρότερη κατάσταση.

Σύμφωνα με την ίδια έκθεση του δήμου της Avesta, αυξήθηκε η ικανοποίηση από τις συνθήκες ζωής μέσα στα πρώτα χρόνια εφαρμογής ΔΔΣ. Μέλη της κοινότητας δηλώνουν ότι είναι ευκολότερες οι μετακινήσεις από και προς την εργασία τους, τα σχολεία/εκπαιδευτικά κέντρα. Εμφανίζεται, γενικά, οικονομική ανάπτυξη στην περιοχή, γεγονός που κάνει τις οικογένειες να παραμένουν στην πόλη αυτή αντί να μεταναστεύσουν σε μεγαλύτερες πόλεις της Σουηδίας και έτσι δημιουργούνται συνθήκες αύξησης του πληθυσμού και των γεννήσεων.

## 2.6 Η επίδραση στην οδική ασφάλεια

Το ζήτημα της **οδικής ασφάλειας** είναι ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα των μεταφορών. Κάθε χρόνο μεγάλος αριθμός ανθρώπων χάνει τη ζωή του ή τραυματίζεται στους δρόμους. Ειδικά στην Ελλάδα το πρόβλημα είναι έντονο. Όλες οι χώρες τα τελευταία χρόνια επιδιώκουν να μειώσουν τα ατυχήματα, αν και ο σχεδιασμός μέτρων για αυτό είναι αρκετά δύσκολος, καθώς ως φαινόμενο επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Μερικοί από αυτούς είναι:

- η κατάσταση των οδών
- η οδηγική συμπεριφορά (τήρηση κανόνων οδικής κυκλοφορίας, τήρηση ορίων ταχυτήτων, ήρεμη/νηφάλια οδήγηση χωρίς περισπασμούς)
- ο συνωστισμός οχημάτων στους δρόμους (κυκλοφοριακή συμφόρηση)
- η κατάσταση των οχημάτων (έλεγχος ελαστικών και κατάστασης της μηχανής που γίνεται μόνο τυπικά και όχι εις βάθος, συντηρήσεις και επισκευές που δεν πραγματοποιούνται)
- η αστυνόμευση

Τουλάχιστον με βάση τα όσα γνωρίζουμε από τις επίσημες έρευνες που εκπονεί το αρμόδιο Τμήμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Γραφείο Μεταφορών και Παρατηρητήριο Οδικής Ασφάλειας – Road Safety Observatory, RSO):

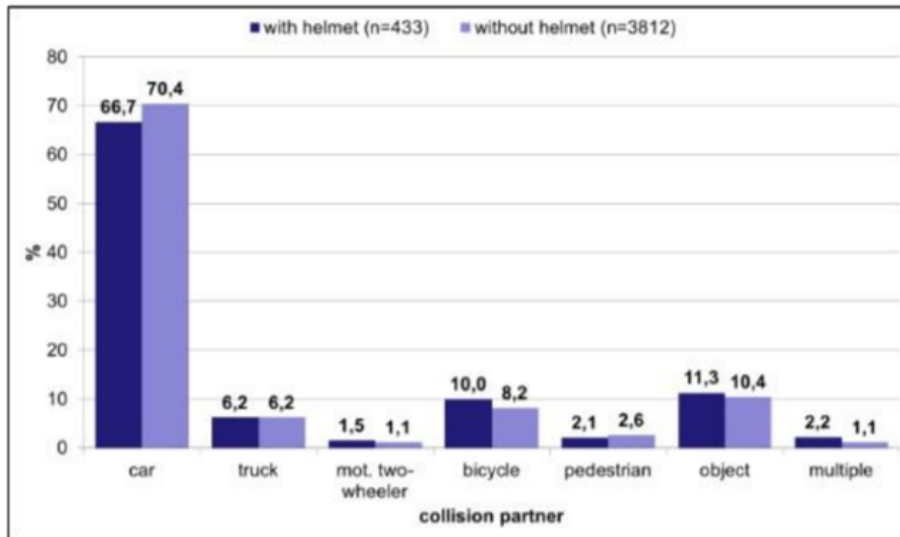
- Ο συνολικός ετήσιος αριθμός ατυχημάτων το 2010 ήταν 974.454, ενώ το 2020 είχε μειωθεί στο 757.566.
- Ο ετήσιος αριθμός νεκρών από τροχαία σε όλη την Ευρώπη για το 2010 ήταν 29.611, και ο αριθμός των δυστυχημάτων (καθώς μπορεί να κατέληξαν περισσότεροι του ενός άνθρωποι στο ίδιο ατύχημα) ήταν 26.769 ενώ για το 2020, (κατά 37% μείωση) 18.800 ήταν ο αριθμός των νεκρών και 18.093 υπολογίστηκε ο αριθμός των δυστυχημάτων.
- Ένα πολύ συχνό δυσάρεστο φαινόμενο είναι ο τραυματισμός ή και ο θάνατος πεζών. Το 2010 ο αριθμός νεκρών πεζών μετακινούμενων ανήλθε στις 5.952 άτομα. Το αντίστοιχο μέγεθος για το 2020 ήταν 3.883.

Το πιο ουσιαστικό σαφώς, αφού αναφέρθηκαν τα στατιστικά δεδομένα, είναι να μελετηθεί η οπτική των διοικητικών οργάνων που βοήθησαν στα θετικά αυτά αποτελέσματα. Η Ευρώπη αποφάσισε να εντείνει τους ελέγχους και σε συνεργασία με τους ιθύνοντες του κάθε κράτους να θεσπίσει νέους κανόνες και όρια σε σχέση με την Οδική Ασφάλεια. **Η Ευρωπαϊκή Ένωση** συνεργάζεται στενά για την Οδική Ασφάλεια με τις αρχές των χωρών – μελών της. Επιδιώκει να αξιοποιήσει εθνικές πρωτοβουλίες, θέτοντας στόχους και αντιμετωπίζοντας όλους τους παράγοντες που παίζουν ρόλο στα ατυχήματα. Αυτό επιτυγχάνεται θεσπίζοντας νόμους, υποστηρίζοντας εκστρατείες δημόσιας εκπαίδευσης, βοηθώντας τα κράτη μέλη και άλλους φορείς οδικής ασφάλειας να μοιραστούν σχετική εμπειρία και παρέχοντας χρηματοδότηση.

Μία από τις μεθόδους μείωσης των ατυχημάτων θεωρείται και η **δωρεάν μετακίνηση** με λεωφορεία και μετρό και, γενικά, κάθε μέτρο που να ενισχύει τη χρήση τους μπορεί να θεωρηθεί ότι λειτουργεί προς τον «δρόμο» της αύξησης της οδικής ασφάλειας. Αυτό συμβαίνει, γιατί έχει αποδειχθεί ότι ελάχιστα ατυχήματα αφορούν τα μαζικά μέσα, ενώ η πλειοψηφία αυτών συνδέεται με τα ιδιωτικά οχήματα σχεδόν αποκλειστικά. Φυσικά, για τα περισσότερα ατυχήματα ευθύνονται τα ΙΧ, αλλά θύματα συνήθως είναι οι πιο ευάλωτοι χρήστες των οδών, δηλαδή τα παιδιά και οι ηλικιωμένοι (συνήθως πεζοί) και οι ποδηλάτες (μαζί με όσους οδηγούν πατίνι ή μηχανή μικρού κυβισμού) (Black & Nijkamp, 2002).

Πιο συγκεκριμένα για τα ατυχήματα, όπου εμπλέκονται ποδηλάτες, περίπου **το 69%** και άνω όλων των εταίρων σύγκρουσης σε οδικά ατυχήματα που αφορούν ποδηλάτες εκτιμάται ότι είναι **αυτοκίνητα** (Otte, Jansch, & Johannsen, 2015). Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι ένα σημαντικό μέρος των ατυχημάτων θα μειώνονταν απλά με λιγότερη μηχανοκίνητη κυκλοφορία, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.





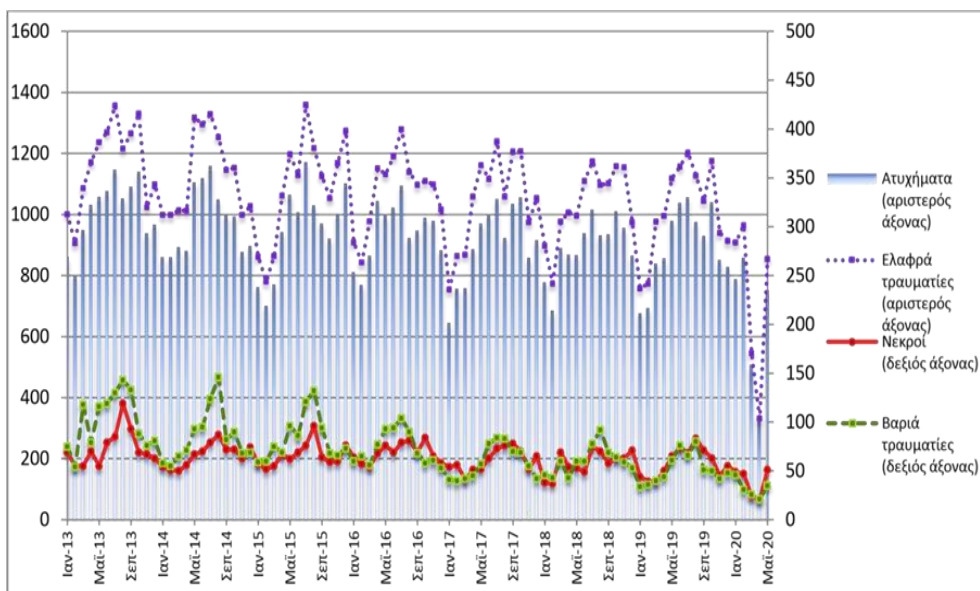
Εικόνα 4: Ποσοστό συμμετοχής σε ατύχημα με ποδηλάτη, Πηγή: (Otte, Jansch, & Johannsen, 2015)

Το σχήμα δείχνει τις συγκρούσεις μεταξύ ποδηλάτων και διαφορετικών μέσων μεταφοράς. Η χρήση ή όχι κράνους δεν έχουν σημασία για τη μελέτη αυτή, αλλά ο αριθμός των συγκρούσεων μεταξύ των διαφόρων τρόπων. Είναι προφανές ότι τα ιδιωτικά οχήματα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο σε οδικά ατυχήματα που αφορούν ποδήλατα σε σύγκριση με οποιοδήποτε άλλο τρόπο (όπως φορτηγά, μοτοσικλέτες, άλλα ποδήλατα, πεζοί κ.λπ.). Γίνεται έκδηλο ότι η μείωση των αυτοκινήτων θα τείνει να παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση του αριθμού των ατυχημάτων με ποδήλατα.

Οι νέοι επιβάτες που προσελκύνονται από το σύστημα ΔΔΣ είναι κυρίως ποδηλάτες και πεζοί και όχι τόσο οδηγοί αυτοκινήτων. Κατά συνέπεια, καθώς η χρήση δημόσιων συγκοινωνιών είναι λιγότερο επιρρεπής σε ατυχήματα απ' ό,τι η ποδηλασία και το περπάτημα, η εφαρμογή μετακινήσεων χωρίς ναύλους μπορεί να βοηθήσει άμεσα **στην προστασία αυτών των ευάλωτων ομάδων**, των πεζών και των ποδηλατών. Τα περισσότερα οφέλη που προέρχονται από την πολιτική των ΔΔΣ σχετίζονται με την ασφάλεια, γεγονός που με τη σειρά του μεταφράζεται σε λιγότερα οδικά ατυχήματα που τελικά οδηγούν σε εξοικονόμηση χρημάτων.

Πέρα από το ουσιαστικό στοιχείο της προστασίας της ανθρώπινης ζωής και σωματικής ακεραιότητας, οφείλει να τονιστεί και **η σχέση με την οικονομία**. Τα οδικά ατυχήματα συνεπάγονται κόστος για άτομα, εταιρίες αλλά και για κάθε χώρα. Αυτό το κόστος οδηγείται στην επισκευή των οχημάτων, στην επισκευή σημείων του οδοστρώματος ή των γύρω εγκαταστάσεων, όπου συνέβη ένα ατύχημα, αποζημιώσεις, αναρρωτικές άδειες, κ.α. Θεωρείται δύσκολο να εκτιμηθεί με απόλυτη ακρίβεια το μέγεθος αυτό του κόστους. Γι' αυτό, οι μελέτες επικεντρώνονται, σε μεγαλύτερο βαθμό, στα ποσά που διαθέτει το κράτος προς το Εθνικό Σύστημα Υγείας.

Η Ελλάδα παρουσιάζει κάθε χρόνο μερικούς από τους χειρότερους (αν όχι τους χειρότερους δείκτες) στην Ευρώπη. Στον πίνακα **της θνησιμότητας των ατυχημάτων** (113,14), κάτω μόνο από τη Ρουμανία (117,12) για το 2010. Μια δεκαετία αργότερα έχει αρχίσει να διαφαίνεται μια βελτίωση, καθώς η χώρα μας δε βρίσκεται στην κορυφή αυτής της λίστας. Εξακολουθεί το 2020, λοιπόν, να έχει υψηλή θνησιμότητα (54,01) αλλά για την ίδια χρονιά εμφάνισαν χειρότερα αποτελέσματα η Κύπρος, η Κροατία, η Λιθουανία, η Πολωνία, η Βουλγαρία, η Λετονία και η Ρουμανία (με το μέγιστο της λίστας 85,16). Είναι σημαντικό, πάντως, πως σε όλες τις χώρες της Ένωσης παρατηρείται τα τελευταία χρόνια πτώση στον αριθμό των ατυχημάτων, όπως φαίνεται για την Ελλάδα στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 5: Αριθμός ατυχημάτων ανά τετράμηνο (Ιανουάριος 2013 - Μάιος 2020), Πηγή: (ΕΛΣΤΑΤ, 2022)

Αξίζει η σημείωση πως η Ελληνική Στατιστική Αρχή χρειάζεται αρκετό χρόνο, για να εκδώσει τα επίσημα στοιχεία των οδικών ατυχημάτων ενός ολόκληρου έτους. Ενδεικτικά, τον Μάρτιο του 2022 εκδόθηκαν τα τελικά αποτελέσματα που αφορούν στο 2020. Σε αυτήν την έκθεση δίνεται και ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 2: Στοιχεία ατυχημάτων στην Ελλάδα (σύγκριση 2019 και 2020), Πηγή: (ΕΛΣΤΑΤ, 2022)

|                                  | 2019          | 2020          | Ετήσια Μεταβολή 2020/2019 (%) |
|----------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------|
| <b>Ατυχήματα</b>                 | <b>10.712</b> | <b>9.083</b>  | <b>-15,2</b>                  |
| <b>εκ των οποίων, θανατηφόρα</b> | 656           | 552           | -15,9                         |
| <b>% θανατηφόρων ατυχημάτων</b>  | 6,1           | 6,1           |                               |
| <b>Σύνολο παθόντων</b>           | <b>13.690</b> | <b>11.402</b> | <b>-16,7</b>                  |
| <b>Νεκροί</b>                    | 688           | 584           | -15,1                         |
| <b>Σύνολο τραυματιών</b>         | 13.002        | 10.818        | -16,8                         |
| <b>Βαριά τραυματίες</b>          | 652           | 518           | -20,6                         |
| <b>Ελαφρά τραυματίες</b>         | 12.350        | 10.300        | -16,6                         |

Στη χώρα μας αλλά και παγκοσμίως, τα τροχαία δυστυχήματα είναι η **πρώτη αιτία θανάτου παιδιών** και εφήβων και τρίτη αιτία για την ηλικιακή ομάδα 30-44, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ). Ο καθορισμός του κόστους είναι ένα σύνθετο ζήτημα, καθώς δεν μπορεί να συμπεριλάβει την ψυχική οδύνη, τον πόνο και τα ιατρικά προβλήματα των θυμάτων. Συνήθως, χρησιμοποιούνται δύο βασικές μέθοδοι (Τσακοφίτης, 2014):

- Η Αξία της Στατιστικής Ζωής: το ποσό που ένα άτομο είναι διατεθειμένο να πληρώσει για την διατήρηση της ζωής του
- Η Αξία του Ακαθάριστου Παραγόμενου Προϊόντος: Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει αυτό το ποσό στο 1 εκατομμύριο ευρώ. Σε αυτό το ποσό δεν πρέπει να θεωρείται ότι μετράται η

αξία της ζωής, αλλά μόνο η αξία της εργασίας που ένα άτομο μπορεί να προσφέρει στη ζωή του προς το κοινωνικό σύνολο.

Η εργασία του Τσακοφίτη (2014) καταλήγει, μέσω εμπειριστατωμένων υπολογισμών με διάφορες μεθόδους, στο συμπέρασμα ότι **το κόστος των τροχαίων ατυχημάτων** στην Ελλάδα ανήλθε στα 3,6 δισεκατομμύρια ευρώ περίπου. Σύμφωνα με τα δεδομένα του έτους αυτού, το κόστος των τροχαίων έφτασε στο 1,7% του συνολικού Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (ΑΕΠ). Εκτιμάται ότι σε αναπτυσσόμενα κράτη το αντίστοιχο ποσοστό ξεπερνά το 2% του ΑΕΠ. Γι' αυτό, τονίζεται η σημασία της εντονότερης χρήσης MMM ως λύση τόσο οικονομικών προβλημάτων, όσο και προστασίας της ανθρώπινης ζωής.

## 2.7 Σύνοψη

Αρχικά, σύμφωνα με όσα αναλύθηκαν στο 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, διαμορφώνεται ο παρακάτω πίνακας, για να καταδείξει το ποσοστό αλλαγής μέσου, από ΙΧ σε ΔΔΣ, από τα προαναφερθέντα παραδείγματα.

Πίνακας 3: Συγκεντρωτικός πίνακας με το ποσοστό αλλαγής μέσου ανά περιοχή

| Πόλη/Περιοχή (Χώρα)                                | Ποσοστό αλλαγής μέσου από χρήστες ΙΧ (%) |
|--|--|
| Hasselt (Βέλγιο)                                   | 16                                       |
| Aubagne (Γαλλία)                                   | 63                                       |
| Tallinn (Εσθονία)                                  | 3  |
| Πανεπιστημιούπολη – University of California (ΗΠΑ) | 20                                       |
| Avesta (Σουηδία)                                   | 39                                       |

Συνοψίζοντας όσα αναφέρθηκαν στην παρούσα ενότητα, σημειώνονται παρακάτω σύντομα τα βασικότερα πλεονεκτήματα από την εφαρμογή δωρεάν μετακινήσεων:

- Η εφαρμογή των δημόσιων και δωρεάν μετακινήσεων όσον αφορά στο **περιβάλλον** είναι ένα μέτρο βιωσιμότητας καθώς μειώνει αρκετά τις επιπτώσεις των μετακινήσεων στο κλίμα, την ηχορύπανση, την ποιότητα του αέρα και την ρύπανση των εδαφών.
- Επιπλέον, **ωφελεί οικονομικά τους πολίτες** καθώς μηδενίζει το κόστος χρησιμοποίησης των μέσων. Ωστόσο το «βάρος» των ναύλων πρέπει να το επωμιστεί το κράτος το οποίο, όμως, έχει τη δυνατότητα να βρει αρκετές λύσεις (όπως οι χορηγίες, η μικρή αύξηση του φόρου, οι διαφημίσεις κ.α.), έτσι ώστε να λειτουργήσει το σύστημα αυτό χωρίς να καταρρεύσει.
- Σε κάθε περίπτωση, οι ΔΔΣ ωφελούν την κοινωνία, καθώς πρόκειται για ένα **αμιγώς ανθρωπιστικό μέτρο** που διαλύει τις κοινωνικές ανισότητες με το σύστημα «όλα δωρεάν – όλα δημόσια» και ενισχύει τη θέση των πιο ευάλωτων μελών της κοινωνίας.
- Επιπρόσθετα, η κλίση των πολιτών προς τα μέσα μαζικής μεταφοράς μειώνει τα οδικά ατυχήματα και βελτιώνει την κυκλοφορία στην πόλη, αυξάνοντας έτσι **την οδική ασφάλεια**.

Κλείνοντας, οι ΔΔΣ είναι ένα κομμάτι ενός μεγαλύτερου παζλ σε μια πολύπλοκη και περίπλοκη πραγματικότητα, με πολλά στρώματα πολιτιστικών, κοινωνιολογικών, οικονομικών, περιβαλλοντικών προβληματισμών και συζητήσεων, που εγείρονται. Την ίδια στιγμή που δεν είναι απλό να απομονωθούν συγκεκριμένοι αριθμοί που διευκρινίζουν την πολιτική των ΔΔΣ ως αποτελεσματική πολιτική για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, την προστασία του

περιβάλλοντος και τη μείωση της ανισότητας στην κοινωνία, δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα και επιχειρήματα που να αποδεικνύουν, από την αντίθετη πλευρά, ότι έχει κάποια επιβλαβή συνέπεια για τη φύση, την οικονομία ή κάποιον άλλον τομέα της κοινωνικής ζωής. Γι' αυτό, είναι ένα μέτρο, που με τις κατάλληλες συνθήκες μπορεί να αποτελέσει μία πολύ καλή βάση για τη λύση χρόνιων προβλημάτων στους τομείς που αναλύθηκαν.

## **3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Υφιστάμενη κατάσταση των Δημόσιων Συγκοινωνιών στην Αθήνα**

### **3.1 Εισαγωγή**

Σε αυτό το κεφάλαιο, πρόκειται να παρουσιαστούν στατιστικά δεδομένα και πληροφορίες από τους αρμόδιους φορείς, που εμπλέκονται με το συγκοινωνιακό δίκτυο των Αθηνών, όπως είναι ο Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών Αθηνών (ΟΑΣΑ). Καθορίζεται το προ-υπάρχον πλαίσιο, εντός του οποίου πρόκειται να γίνει η αλλαγή προς τις ΔΔΣ, έτσι ώστε να προκύψει η σύγκριση της υφιστάμενης με τη μελλοντική κατάσταση.

### **3.2 Σύντομη ιστορική αναδρομή των Δημόσιων Συγκοινωνιών**

Η ιστορία των Δημόσιων Συγκοινωνιών της Αττικής ξεκινά στα μέσα περίπου του 19<sup>ου</sup> αιώνα, όταν ξεκίνησε τη λειτουργία του ο πρώτος σιδηρόδρομος Αθήνας – Πειραιά (εγκαίνια στις 27/2/1869). Αυτό το γεγονός ήταν το σημαντικότερο κοινωνικό-οικονομικό συμβάν της εποχής. Η ατμομηχανή που κινούσε το όχημα αρχικά, θα αντικατασταθεί με σύστημα ηλεκτρικής μηχανής το 1890 και μέχρι το έτος 1903 θα ολοκληρωθούν τα έργα υποστήριξης της νέας ηλεκτρικής γραμμής. Παρ' ότι επίσημο έτος έναρξης του Αττικού Μετρό είναι το 2000, ο υπόγειος σιδηρόδρομος (με ατμομηχανή) έκανε την εμφάνισή του ήδη από το 1904, όντας ένα από τα πρώτα μετρό της Ευρώπης (υπόγειο τμήμα Θησείο – Ομόνοια).

Στην αρχή του προηγούμενου αιώνα, όπου ξεκίνησε να διαμορφώνεται το αστικό τοπίο της Αθήνας, ξεκινούν να εντάσσονται στον σχεδιασμό οι γραμμές λεωφορείων, τραμ και του ηλεκτρικού τρόλεϊ. Αρχικά, υπήρχαν ιδιώτες λεωφορειούχοι, οι οποίοι διαχειρίζονταν τις πρώτες ενδοαστικές μετακινήσεις με σύμβαση με το Ελληνικό Δημόσιο. Από την εποχή εκείνη οι κυριότεροι σταθμοί στην ιστορική διαδρομή των αστικών μεταφορών της Αθήνας είναι (ΟΑΣΑ, 2022); (ΟΣΥ, 2022); (ΣΤΑΣΥ, 2022)):

- ❖ 1925-1926: Ίδρυση του οργανισμού Ελληνικοί Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι (ΕΗΣ).
- ❖ 1929: Ίδρυση του οργανισμού Ηλεκτρική Εταιρεία Μεταφορών (ΗΕΜ), για τη διαχείριση λεωφορείων, τραμ και τρόλεϊ της Αττικής
- ❖ 1936: Εγκαίνια στις 20/7 της προαστιακής τροχιοδρομικής γραμμής (τραμ) Πειραιά – Περάματος, μήκους 10 χιλιομέτρων.
- ❖ 1941: Ίδρυση ενός οργανισμού, που σκοπό είχε την εποπτεία των ιδιωτών λεωφορειούχων. Ονομάζεται Οργανισμός Ελέγχου Αστικών Συγκοινωνιών (ΟΕΑΣ).
- ❖ 1945: Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο η χώρα μας, τα έργα που είχαν ξεκινήσει παλιότερα χρειάζονται επισκευές. Ξεκινά με υπεράνθρωπες προσπάθειες η ανέγερση εκ νέου του σιδηροδρομικού δικτύου.
- ❖ 1952: Ίδρυση των πρώτων έξι Κοινών Ταμείων Εισπράξεως Λεωφορείων (ΚΤΕΛ), με στόχο την δίκαιη κατανομή κερδών και κοστών,
- ❖ 1961: Ίδρυση της πρώτης κρατικής οργάνωσης σχετικής με τις αστικές μετακινήσεις.

- ❖ 1965: Η χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών στην Αθήνα κορυφώνεται. Ρεκόρ επιβατικής κίνησης (973 εκατομμύρια επιβάτες χρησιμοποίησαν όλα τα μέσα συγκοινωνίας).
- ❖ 1968-1970: Κατάργηση του ΗΕΜ, ίδρυση της νέας, αμιγώς κρατικής, εταιρίας Ηλεκτροκίνητα Λεωφορεία Πειραιώς, Αθηνών και Περιχώρων (ΗΛΠΑΠ) και ίδρυση του Ενιαίου ΚΤΕΛ (ΕΚΤΕΛ).
- ❖ 1976-1977: Ίδρυση της ανώνυμης εταιρίας Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι Αθηνών και Πειραιώς (ΗΣΑΠ), η οποία αγοράζει τον οργανισμό ΗΕΣ. Σε λιγότερο από ένα έτος, αποφασίζεται η διάλυση του ΟΕΑΣ και ιδρύονται με τον ίδιο νόμο δύο νέες εταιρίες, που υπάγονται καθαρά στο Ελληνικό Δημόσιο. Πρόκειται για:
  - τον Οργανισμό Αστικών Συγκοινωνιών (ΟΑΣ), στη θέση, ουσιαστικά, του ΟΕΑΣ, που είναι η πρώτη μορφή οργανισμού για την από κοινού ρύθμιση όλων των διαφορετικών ΜΜΜ και «πρόγονος» του ΟΑΣΑ.
  - την Επιχείρηση Αστικών Συγκοινωνιών (ΕΑΣ). Σε αυτήν την εταιρία υπάγονται οι λεωφορειακές γραμμές.
- ❖ 1991: Ίδρυση της εταιρίας Αττικό Μετρό ΑΕ και ξεκινά η κατασκευή των γραμμών 2 και 3 του υπόγειου σιδηρόδρομου.
- ❖ 1992: Διάλυση της ΕΑΣ.
- ❖ 1993: Ίδρυση του Οργανισμού Αστικών Συγκοινωνιών Αθηνών (ΟΑΣΑ), ενός κοινωφελούς οργανισμού, που στόχο έχει τη διαχείριση όλων των μετακινήσεων εντός της πρωτεύουσας, του επιπέδου της και των περιχώρων.
- ❖ 2000: Ξεκινά τον Ιανουάριο του πρώτου έτους της χιλιετίας η λειτουργία των δύο πρώτων γραμμών του μετρό.
- ❖ 2004: Σχεδιάζεται και υλοποιείται το «Ολυμπιακό Σχέδιο Μεταφορών» (αναβάθμιση των συγκοινωνιών, περισσότερο προσωπικό, κ.α.), για τη διοργάνωση των Ολυμπιακών Αγώνων 2004.
- ❖ 2011: Ολοκληρώνεται η ενοποίηση όλων των οργανισμών που διαχειρίζονται τις αστικές συγκοινωνίες της Αθήνας.

### 3.3 Τιμολογιακή πολιτική

Με την ενοποίηση σε έναν κοινό οργανισμό, τόσο των λεωφορειακών γραμμών (και των τρόλεϊ) όσο και των σιδηροδρόμων (τραμ και μετρό), οι επιβάτες μπορούν να εκδώσουν ένα κοινό εισιτήριο για όλα τα μέσα. Το κόστος ενός κανονικού εισιτηρίου είναι 1,2 ευρώ για ένα απλό ενιαίο εισιτήριο. Αυτό σημαίνει ότι σε διάστημα 90 λεπτών (από την επικύρωσή του), μπορεί να γίνει χρήση του ίδιου εισιτηρίου σε όσες διαδρομές χρειάζεται. Εξαιρούνται οι διαδρομές από και προς το αεροδρόμιο, είτε με το μέτρο, είτε με το λεωφορείο X80.

Για περισσότερη ακρίβεια, πρέπει να τονιστεί ότι υπάρχουν κοινωνικές ομάδες που μπορούν να επιβαίνουν στα μέσα εντελώς δωρεάν. Αυτό κάνει το σύστημα συγκοινωνιών της Αθήνας να θεωρείται εν μέρει ΔΔΣ. Οι ομάδες, που δικαιούνται ελεύθερη μετακίνηση, είναι (ΟΑΣΑ, 2022):

- οι άνεργοι, οι οποίοι διαμένουν μόνιμα εντός των ορίων της Αττικής, εκτός της περιφερειακής ενότητας Νήσων

- τα παιδιά με ηλικία μικρότερη από έξι έτη
- οι μαθητές όλων των βαθμίδων της δημόσιας εκπαίδευσης
- τα άτομα με ειδικές ανάγκες με ποσοστό αναπηρίας μεγαλύτερο του 67%
- οι ανάπηροι πολέμου και ειρηνικής περιόδου
- οι στρατιώτες που εκτίουν τη θητεία τους
- οι δόκιμοι έφεδροι αξιωματικοί των Ενόπλων δυνάμεων
- οι ένστολοι, που αποτελούν προσωπικό:
  - της Ελληνικής Αστυνομίας
  - των Συνοριακών Φυλάκων
  - των Σωμάτων Ειδικών Φρουρών
  - του Λιμενικού Σώματος
  - της Ελληνικής Ακτοφυλακής
  - του Πυροσβεστικού Σώματος.

Επίσης, υπάρχει και το δικαίωμα μετακίνησης με το μειωμένο εισιτήριο, το οποίο διατίθεται στην τιμή των 50 λεπτών για 90 λεπτά, και τα άτομα που τα δικαιούνται είναι (ΟΑΣΑ, 2022):

- οι νέοι με ηλικία από 13 έως 18 έτη, οι οποίοι δε φοιτούν στη δευτεροβάθμια δημόσια εκπαίδευση
- τα παιδιά ηλικίας 7 – 12 ετών
- ανεξαιρέτως όσοι έχουν ηλικία μεγαλύτερη από 65 έτη
- οι φοιτητές-σπουδαστές:
  - της Δημόσιας Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης
  - των Δημόσιων Σχολών, που υπάγονται στην αρμοδιότητα των Υπουργείων Πολιτισμού, Τουρισμού, Ναυτιλίας, Υγείας, Άμυνας και Εργασίας
  - των Δημόσιων Ινστιτούτων Επαγγελματικής Κατάρτισης (ΙΕΚ)
  - άλλων σχολών Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης ή Πανεπιστημίων του εξωτερικού (με επίδειξη κατάλληλου φοιτητικού πάσο και με ισχύον Δελτίο Αστυνομικής Ταυτότητας ή Διαβατήριο)
- οι πολύτεκνοι γονείς και τα τέκνα αυτών.

Τέλος, υπάρχουν και ειδικές προσφορές αγοράς περισσότερων του ενός εισιτηρίου (περισσότερων διαδρομών) (ΟΑΣΑ, 2022):

- Ημερήσιο εισιτήριο: Με κόστος 4,10 ευρώ, δίνεται η δυνατότητα απεριόριστων διαδρομών εντός ενός ολόκληρου 24ώρου (από την πρώτη επικύρωση). Ισχύει για τη γραμμή Χ80, αλλά όχι για τις λεωφορειακές γραμμές του Αεροδρομίου και το τμήμα του μετρό Κορωπί – Αεροδρόμιο
- Εισιτήριο πέντε ημερών: Ισχύει για πέντε ολόκληρα 24ωρα από την πρώτη του επικύρωση. Δεν ισχύει για τη γραμμή Χ80.

- Τουριστικό εισιτήριο τριών ημερών: Για τρία πλήρη 24ωρα. Το ιδιαίτερο αυτής της προσφοράς είναι πως περιλαμβάνει μία πλήρη διαδρομή (μία διαδρομή από και μία προς) το Αεροδρόμιο Αθηνών, με τις κατάλληλες γραμμές, οι οποίες δεν περιλαμβάνονται σε όλα τα παραπάνω εισιτήρια.
- Προσφορά διπλού ενιαίου εισιτηρίου: Έκπτωση 10 λεπτών στην κανονική τιμή (καμία έκπτωση στα μειωμένα εισιτήρια)
- Προσφορά πενταπλού ενιαίου εισιτηρίου: Στην τιμή των 5,70 ευρώ, αντί 6 (καμία έκπτωση στα μειωμένα εισιτήρια)
- Προσφορά 10+1 εισιτήρια: Στην τιμή των 12 ευρώ (5 ευρώ για τους δικαιούχους μείωσης), ένα απλό ενιαίο εισιτήριο για όλα τα μέσα είναι δωρεάν.

Σε όλα τα παραπάνω εισιτήρια, αξίζει να σημειωθεί ότι, αν και η εταιρία ΤΡΑΙΝΟΣΕ των εθνικών σιδηροδρομικών συνδέσεων δεν είναι θυγατρική του ΟΑΣΑ, παρ' όλα αυτά, εντάσσεται στο ενιαίο εισιτήριο η διαδρομή του Προαστιακού στο τμήμα Μαρούδα-Πειραιάς-Κορωπί.

Ειδικές τιμές ισχύουν για τις λεωφορειακές γραμμές (Ε και Χ) που ονομάζονται Express, καθώς, επίσης, και για τις γραμμές λεωφορείου και μετρό από/προς το Αεροδρόμιο. Μία διαδρομή με λεωφορείο, είτε από, είτε προς το Αεροδρόμιο κοστίζει 5,50 (2,70 το μειωμένο) ευρώ, ενώ με το μετρό του Αεροδρομίου 9,90 ευρώ στην κανονική τιμή και 4,50 ευρώ στη μειωμένη, ενώ διατίθεται και στα 16 ευρώ η ολοκληρωμένη διαδρομή (ΟΑΣΑ, 2022).

### 3.4 Στόλος

Όπως προαναφέρθηκε ο ΟΑΣΑ είναι ο μόνος «μέτοχος» των δύο βασικών εταιριών αστικών συγκοινωνιών της Αθήνας, ΟΣΥ και ΣΤΑΣΥ. Κάθε χρόνο ο ΟΑΣΑ εκδίδει μία Έκθεση Πεπραγμένων, η οποία περιλαμβάνει συνοπτικά τα βασικά στοιχεία του οργανισμού (στόλος, προσωπικό, οικονομικά δεδομένα, καταναλισκόμενη ενέργεια, κ.α.). Στον παρακάτω πίνακα, λοιπόν, φαίνεται ο στόλος των οχημάτων ανά εταιρία και συνολικά από το 2015 μέχρι το 2020, το έτος κατά το οποίο εκδόθηκε η τελευταία Έκθεση Πεπραγμένων.

Πίνακας 4: Στόλος οχημάτων του ΟΑΣΑ (2015-2020), Πηγή: (ΟΑΣΑ, 2021)

|             | Ο.ΣΥ      |        | ΣΤΑΣΥ    |               |      |
|-------------|-----------|--------|----------|---------------|------|
|             | Λεωφορεία | Τρόλεϊ | Γραμμή 1 | Γραμμές 2 & 3 | Τραμ |
| <b>2015</b> | 2.031     | 356    | 226      | 396           | 34   |
| <b>2016</b> | 2.025     | 355    | 244      | 396           | 35   |
| <b>2017</b> | 2.021     | 354    | 244      | 396           | 35   |
| <b>2018</b> | 2.021     | 352    | 244      | 396           | 35   |
| <b>2019</b> | 1.707     | 286    | 244      | 396           | 35   |
| <b>2020</b> | 1.710     | 286    | 244      | 396           | 35   |

Για το έτος 2021, ο συνολικός αριθμός των ηλεκτροκίνητων λεωφορείων παρέμεινε σταθερός. Το ίδιο συνέβη και με το σύνολο του στόλου του οργανισμού ΣΤΑΣΥ. Όμως, μέσα στη διετία 2020-2021 ενοικιάστηκαν ορισμένα νέα θερμικά λεωφορεία. Η διάρθρωση του στόλου της Ο.ΣΥ. Α.Ε., στο τέλος του έτους 2021, αναλύεται ως εξής:



#### A) Θερμικά Λεωφορεία:

- 216 οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO I (χρονολογίας κτήσεως 1993-1994)
- 489 οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO II (χρονολογίας κτήσεως 1998-2002)
- 281 οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO III (χρονολογίας κτήσεως 2004-2005)
- 101 οχήματα Φυσικού αερίου EURO III (χρονολογίας κτήσεως 2005)
- 200 οχήματα Φυσικού Αερίου νέας τεχνολογίας EEV (χρονολογίας κτήσεως 2010)
- 220 οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO IV (χρονολογίας κτήσεως 2009)
- 100 οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO V (χρονολογίας κτήσεως 2009-2010)
- 4 διώροφα οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO V (χρονολογίας κτήσεως 2011)
- 293 χρονομισθωμένα λεωφορεία τεχνολογίας EEV και Euro V

Σύνολο: 1904 οχήματα

#### B) Ηλεκτροκίνητα λεωφορεία:

- 52 οχήματα σειράς 6000 (χρονολογίας κτήσεως 1999-2000)
- 75 οχήματα σειράς 8000 (χρονολογίας κτήσεως 2003-2004)
- 109 οχήματα σειράς 7000 (χρονολογίας κτήσεως 1999-2000)
- 50 οχήματα σειράς 9000 (χρονολογίας κτήσεως 2004)

Σύνολο: 286 οχήματα

Αξίζει να παρατηρηθεί και η οπτική των ιδιόκτητων αυτοκινήτων. Σύμφωνα με την ιστοσελίδα του Αττικού Μετρό, το 1961 στην Αθήνα κινούνταν περίπου 39000 αυτοκίνητα. Δέκα χρόνια αργότερα, το μέγεθος αυτό είχε εκτιναχθεί στις 170000 ΙΧ (15,8% αύξηση). Το 1981 εκτιμάται ότι κινούνταν στους αθηναϊκούς δρόμους μερικές χιλιάδες λιγότερα αυτοκίνητα από 500 χιλιάδες, το 1991 περίπου 993000 ΙΧ και ανάμεσα σε αυτά 16000 ταξί ενώ σήμερα υπολογίζεται ότι τα αυτοκίνητα ιδιωτικής χρήσης στην Αθήνα είναι 3 εκατομμύρια και τα ταξί 19000. Η χρήση των ΙΧ έχει υπάρξει εμπόδιο στην ουσιαστική ανάπτυξη των ΜΜΜ και στην διείσδυση στην καθημερινότητα των Αθηναίων, αν και αυτό σίγουρα μεταβλήθηκε από το 2000 περίπου και μετά με τη χρήση του μετρό, το οποίο είναι ένα μέσο μεταφοράς με μεγάλη κοινωνική αποδοχή (ΕΛΣΤΑΤ, 2022).

### 3.5 Οικονομικά και άλλα στοιχεία των αστικών συγκοινωνιών της Αθήνας

Κατά την παρούσα έρευνα και στις περισσότερες αντίστοιχες, μοιάζει να υπερθεματίζεται η οπτική του κόστους των μεταφορών. Είναι πιθανόν να μη δίνεται τόση αξία στο γεγονός πως οι μεταφορές μπορούν να φέρουν και μεγάλα οικονομικά κέρδη σε οργανισμούς, εταιρίες αλλά και στους απλούς πολίτες. Μία ένδειξη αυτού είναι, σαφώς, οι προσφερόμενες θέσεις εργασίας στις ίδιες τις εταιρίες αστικών μετακινήσεων.

Πίνακας 5: Δυναμικό προσωπικού ΟΑΣΑ (2015-2020), Πηγή: (ΟΑΣΑ, 2021)

|      | ΟΣΥ   | ΣΤΑ.ΣΥ | Ο.Α.Σ.Α | ΣΥΝΟΛΟ | ΜΕΤΑΒΟΛΗ |
|------|-------|--------|---------|--------|----------|
| 2015 | 5.300 | 2.573  | 89      | 7.962  | -        |
| 2016 | 5.164 | 2.542  | 88      | 7.794  | -168     |
| 2017 | 5.085 | 2.506  | 84      | 7.675  | -119     |
| 2018 | 4.943 | 2.465  | 95      | 7.503  | -172     |
| 2019 | 4.790 | 2.435  | 104     | 7.329  | -174     |
| 2020 | 4.652 | 2.345  | 112     | 7.109  | -220     |

Βέβαια, τα παραπάνω στοιχεία σχετίζονται με το σταθερό προσωπικό του οργανισμού, ενώ τα τελευταία χρόνια δημιουργούνται και συμβάσεις ορισμένου χρόνου με προσωρινό προσωπικό.

Συνολικά, μετρήθηκαν (ΟΑΣΑ, 2021):

- 3.674.269 δρομολόγια συνολικά και για τα τέσσερα μέσα μεταφοράς
- 307.712.876 επιβιβάσεις
- Πλήθος γραμμών:
  - 3 γραμμές μετρό
  - 3 γραμμές τραμ
  - 20 γραμμές τρόλεϊ
  - 259 λεωφορειακές γραμμές
- Μήκος δικτύου (σε km)
  - Μετρό: 87,2
  - Τραμ: 23,7
  - Τρόλεϊ: 366
  - Λεωφορεία: 5.708

Ένα από τα μεγέθη που χρειάζεται να εκτιμηθούν συχνά σε όσες μελέτες αφορούν τις δημόσιες αστικές συγκοινωνίες, αλλά και σε άλλους τομείς των μεταφορών, είναι το οχηματοχιλιόμετρο.

## 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Θεωρητικό Υπόβαθρο

### 4.1 Εισαγωγή

Αυτό το κεφάλαιο εισάγει το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο βασίζεται η παρούσα Διπλωματική Εργασία. Ειδικότερα, θα γίνει αναφορά σε ορισμένες βασικές στατιστικές έννοιες και αναλυτικές μεθόδους. Τέλος, θα αναλυθούν οι μέθοδοι συλλογής δεδομένων και τα κριτήρια αποδοχής για τις μεθόδους στατιστικής ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

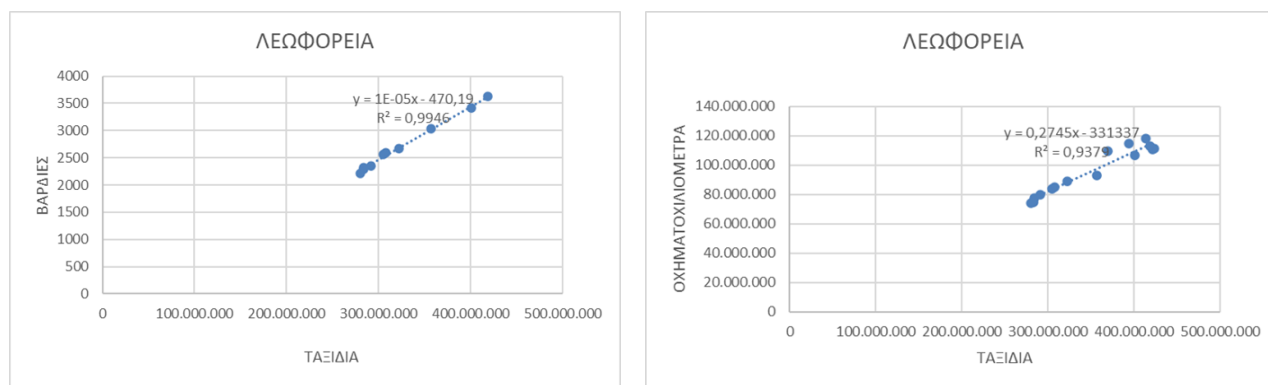
### 4.2 Μαθηματικά Μοντέλα

Ο κλάδος της στατιστικής που εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών, ώστε να καθίσταται δυνατή η πρόβλεψη της μίας από τις υπόλοιπες, ονομάζεται ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis). Ο όρος εξαρτημένη μεταβλητή αφορά εκείνη της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ ο όρος ανεξάρτητη αποδίδεται στη μεταβλητή η οποία χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν θεωρείται τυχαία αλλά “καθοδηγείται” από την εξαρτημένη μεταβλητή. Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μία στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην ανάπτυξη εξισώσεων για την περιγραφή της σχέσης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης.

#### 4.2.1 Γραμμική παλινδρόμηση (Linear Regression)

Η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) υπολογίζει τη συνάρτηση χρησιμότητας κάποιου γεγονότος σε σχέση με παράγοντες που το επηρεάζουν καταλήγοντας σε ένα **γραμμικό μαθηματικό πρότυπο**. Με βάση αυτό το μαθηματικό πρότυπο υπολογίζεται η πιθανότητα πραγματοποίησης του γεγονότος (πρότυπο πρόβλεψης πιθανότητας).

Η εκτίμηση των παραμέτρων στην γραμμική παλινδρόμηση πραγματοποιείται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, έτσι ώστε το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών των τιμών που έχουν παρατηρηθεί από αυτές που έχουν υπολογιστεί να είναι το ελάχιστο. Σε αυτό το μοντέλο, προϋπόθεση αποτελεί η **εξαρτημένη μεταβλητή να είναι συνεχής** και να ακολουθεί την κανονική κατανομή. Στην παρούσα Διπλωματική έχει αξιοποιηθεί η γραμμική παλινδρόμηση για την εκτίμηση των οχηματο-χιλιομέτρων των ΙΧ και ΜΜΜ για το κόστος λειτουργίας του Συστήματος, το κόστος συντήρησης των Λεωφορείων, τις βάρδιες των οδηγών, τα νέα Λεωφορεία κ.α.



Εικόνα 6. Υπολογισμός βαρδιών οδηγών Λεωφορείων και οχηματοχιλιομέτρων Λεωφορείων

### 4.2.2 Λογιστική παλινδρόμηση (Logistic Regression)

Σε αντίθεση με το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης, όπου η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής, το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression) χρησιμοποιείται στην περίπτωση που η **εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή** (όπως για παράδειγμα η επιλογή των δωρεάν δημόσιων μεταφορών στην Αττική). Το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στην ανάπτυξη του διωνυμικού μοντέλου πρόβλεψης (binary model), όπου τα πιθανά ενδεχόμενα είναι δύο, όσο και για την ανάπτυξη προτύπου με περισσότερες εναλλακτικές επιλογές- πολυωνυμικού μοντέλου πρόβλεψης (multinomial model). Η λειτουργία της μεθόδου είναι ίδια και για τις δύο περιπτώσεις.

Με τη λογιστική παλινδρόμηση αναπτύσσεται ένα μαθηματικό μοντέλο πρόβλεψης της πιθανότητας επιλογής ενός εναλλακτικού σεναρίου (Pindyck & Rubinfeld, 1991) και εκφράζεται ο τρόπος και το μέγεθος της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην επιλογή αυτή. Συναντάται συχνά σε συγκοινωνιακές έρευνες, στις οποίες ζητείται η πρόβλεψη της επιρροής ορισμένων χαρακτηριστικών στην επιλογή ενός γεγονότος.

Η συνάρτηση χρησιμότητας της λογιστικής παλινδρόμησης δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$U_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n$$

Όπου:

- $U_i$ , η συνάρτηση χρησιμότητας του γεγονότος  $i$
- $x_1 \dots x_n$ , οι μεταβλητές του προβλήματος
- $\alpha_0$ , ο σταθερός όρος ο οποίος δείχνει την επίδραση όλων εκείνων των παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή και δεν έχουν συμπεριληφθεί ως μεταβλητές στο μαθηματικό πρότυπο.
- $\alpha_1 \dots \alpha_n$ , οι συντελεστές των μεταβλητών

Η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί το γεγονός  $i$  δίνεται από τη σχέση:

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{1 + e^{U_i}}$$

Εύκολα προκύπτει ότι η πιθανότητα να μην πραγματοποιηθεί το γεγονός  $i$  δίνεται από τη σχέση  $1-P_i$ .

Μια άλλη έννοια που αξίζει να αναλυθεί είναι αυτή του **λόγου πιθανοτήτων (odds ratio)**. Πρόκειται για ένα κλάσμα στον αριθμητή του οποίου βρίσκεται η πιθανότητα να συμβεί το γεγονός και στον παρονομαστή η πιθανότητα να μην συμβεί. Αν, λοιπόν,  $P$  ορίσουμε την πιθανότητα να συμβεί το γεγονός και  $1-P$  την πιθανότητα να μην συμβεί, τότε η αναλογία είναι  $P/(1-P)$ . Αυτός ο λόγος χρησιμοποιείται κυρίως στη λογαριθμική της μορφή ως εξής:

$$\text{logit}(P) = \log_e \frac{P}{1-P} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n$$

Για παράδειγμα, τα odds να προκύψει 'κορώνα' στο ρίξιμο ενός νομίσματος είναι  $0.5/0.5=1$ , αφού η πιθανότητα να έρθει 'κορώνα' είναι 50 τοις εκατό και η πιθανότητα να μην έρθει 'κορώνα' είναι 50 τοις εκατό. Γενικά ισχύει πως όταν  $\text{odds} > 1$  οι πιθανότητες αυξάνονται, ενώ όταν  $\text{odds} < 1$  οι πιθανότητες μειώνονται.

### 4.3 Κριτήρια αποδοχής μοντέλου

Τα κριτήρια βάσει των οποίων πραγματοποιείται η αξιολόγηση ενός μαθηματικού προτύπου μετά τη διαμόρφωσή του είναι τα πρόσημα και οι τιμές των συντελεστών  $\beta_i$  της εκάστοτε εξίσωσης, η στατιστική σημαντικότητα, η ποιότητα του μοντέλου καθώς και το σφάλμα της εξίσωσης.

✓ *Λογική ερμηνεία των πρόσημων των συντελεστών*

**Θετικό πρόσημο** του συντελεστή β<sub>i</sub> συνεπάγεται αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντιθέτως, αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Επιπλέον, θα πρέπει να ερμηνεύεται λογικά και η τιμή του συντελεστή, καθώς αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά β<sub>i</sub> μονάδες.

✓ *Στατιστική σημαντικότητα*

Σημαντικός έλεγχος για την αξιολόγηση του προτύπου είναι ο **έλεγχος t-test** (κριτήριο t κατανομής Student). Μέσω του δείκτη t προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών, δηλαδή η επιλογή των μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν στο τελικό πρότυπο. Ο συντελεστής t εκφράζεται με την παρακάτω σχέση:

$$t_{stat} = \frac{\beta_i}{s.e}$$

Όπου s.e το τυπικό σφάλμα (standard error).

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι η μείωση του τυπικού σφάλματος επιφέρει αύξηση του συντελεστή t<sub>stat</sub> και συνεπώς αυξάνεται η επάρκεια (efficiency). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t κατά απόλυτη τιμή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα. Στον πίνακα που παρατίθεται στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι κρίσιμες τιμές του συντελεστή t για το εκάστοτε επίπεδο εμπιστοσύνης.

Πίνακας 6: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t της Κατανομής Student

| Βαθμοί<br>Ελευθερίας | Επίπεδο Εμπιστοσύνης |       |       |       |       |
|----------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
|                      | 0.900                | 0.950 | 0.975 | 0.990 | 0.995 |
| 80                   | 1.296                | 1.671 | 2.000 | 2.390 | 2.660 |
| 120                  | 1.289                | 1.658 | 1.980 | 2.358 | 2.617 |
| ∞                    | 1.282                | 1.645 | 1.960 | 2.326 | 2.576 |

Για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή t=1,7, επομένως προκύπτει ότι για να συμπεριληφθεί κάποια μεταβλητή στο μοντέλο θα πρέπει να έχει συντελεστή t μεγαλύτερο του 1,7 κατά απόλυτη τιμή, έτσι ώστε να κρίνεται στατιστικά σημαντική. Στα μοντέλα **λογιστικής παλινδρόμησης** ισχύει ό,τι και σε αυτά της γραμμικής παλινδρόμησης, με διαφορά ότι αντί για το t-test χρησιμοποιείται το Wald test. Το συγκεκριμένο test ορίζεται και λειτουργεί ακριβώς όπως και το t-test, οπότε για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή του Wald θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 1,7 για τις μεταβλητές του μοντέλου.

✓ *Το κριτήριο του R<sup>2</sup>*

Η συνολική ποιότητα του μοντέλου ελέγχεται με τον συντελεστή προσαρμογής και ως κριτήριο καλής προσαρμογής χρησιμοποιείται ο **συντελεστής R<sup>2</sup>**. Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας μιας μεταβλητής από μια άλλη και λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Όσο πιο κοντά στο 1 βρίσκεται η τιμή του R<sup>2</sup>, τόσο πιο ισχυρή είναι η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Συνήθως, η τιμή του R<sup>2</sup>, δεν ξεπερνά το 0.45. Ως εκ τούτου, εάν η τιμή του συντελεστή βρίσκεται πάνω από 0.2 θεωρείται στις περισσότερες περιπτώσεις αποδεκτή.

✓ Συντελεστής προσαρμογής  $R^2$  Hosmer-Lemeshow test

Ο συντελεστής  $R^2$  χρησιμοποιείται ως δείκτης αξιολόγησης της ποιότητας του προτύπου καθώς αποτελεί κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο και ορίζεται από τη σχέση:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

Όπου:

$$SSR = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2 = \beta^2 \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2$$

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

Ο συντελεστής  $R^2$  εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής  $Y$  που εξηγείται από την μεταβλητή  $X$ , ενώ λαμβάνει τιμές από 0 έως και 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του  $R^2$  στη μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών  $Y$  και  $X$ . Αποδεκτές θεωρούνται οι τιμές του  $R^2$  που είναι πάνω από 0,2 ενώ συνήθως δεν ξεπερνούν το 0,45. Για την αξιολόγηση των μοντέλων **λογιστικής παλινδρόμησης** εφαρμόζεται και ο στατιστικός έλεγχος Hosmer-Lemeshow test (Hosmer & Lemeshow, 2000), ο οποίος θεωρείται πιο αξιόπιστος από το συντελεστή  $R^2$  λόγω της πιθανής μη γραμμικότητας των αναλύσεων. Πολλές φορές εισάγεται ως σημαντικότητα του ελέγχου μία συγκεκριμένη τιμή την οποία ο έλεγχος πρέπει να υπερβεί, και για το επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή ορίζεται στο 0,05.

✓ Συσχέτιση παραμέτρων

Στο μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης οι ανεξάρτητες μεταβλητές οφείλουν να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή να μην υπάρχει μεταξύ τους **συσχέτιση** (correlation). Αν δύο μεταβλητές, είναι μεταξύ τους συσχετισμένες δηλαδή έχουν correlation μεγαλύτερο από 0.4, δεν μπορεί να βρεθεί με ακρίβεια η επιρροή τους στο μοντέλο.

✓ Μέγιστη πιθανοφάνεια

Η μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας (Likelihood Ratio Test - LRT) αποτελεί ένα κριτήριο για την εκτίμηση της στατιστικής εμπιστοσύνης των μεταβλητών ενός μοντέλου. Σκοπός είναι να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια και αυτό μπορεί να συμβεί όταν ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας  $L$  είναι όσο το δυνατόν μικρότερος. 27

Μοντέλα με πολλές μεταβλητές αποδεικνύονται πιο σύνθετα και απαιτείται ένα κριτήριο, με το οποίο να αποφασίζεται εάν η μείωση του λογαρίθμου πιθανοφάνειας αντισταθμίζεται από την αύξηση της πολυπλοκότητας του μοντέλου. Αυτό το κριτήριο είναι το **κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας (LRT)**, το οποίο δίνεται από τη σχέση:

$$LRT = -2(L(b) - L(0)) > \chi^2_{b,0.05}$$

Όπου:

- $L(0)$ , ο λογάριθμος πιθανοφάνειας χωρίς τις μεταβλητές
- $L(b)$ , ο λογάριθμος πιθανοφάνειας του μοντέλου με τις μεταβλητές
- Η τιμή του κριτηρίου  $\chi^2$  για  $b$  βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5 τοις εκατό.

Αν ισχύει η παραπάνω ανισότητα, τότε το μοντέλο με τις μεταβλητές είναι **στατιστικά προτιμότερο** από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές.

✓ Το κριτήριο πληροφορίας του Ακάικε

Το Akaike Information Criterion (AIC) είναι ένας εκτιμητής της σχετικής ποιότητας των στατιστικών μοντέλων για ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Με δεδομένο ένα σύνολο μοντέλων που ερμηνεύουν κάποια δεδομένα, το AIC υπολογίζει την ποιότητα του κάθε μοντέλου σε σχέση με τα υπόλοιπα μοντέλα. Έτσι το AIC παρέχει ένα μέσο για την επιλογή του μοντέλου που ερμηνεύει καλύτερα τα εκάστοτε δεδομένα.

#### 4.6 Ανάλυση Κόστους-Ωφελειών (CBA)

Η Ανάλυση Κόστους-Ωφελειών ή αλλιώς Cost Benefit Analysis (CBA), αποτελεί ένα αναλυτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση μιας επενδυτικής απόφασης, έτσι ώστε να διερευνηθεί η αλλαγή ευημερίας (welfare change) που προκύπτει χάρη στην επένδυση. Σκοπός της CBA είναι να διευκολύνει την αποτελεσματικότερη κατανομή των πόρων, αποδεικνύοντας την ευκολία για την κοινωνία μιας συγκεκριμένης παρέμβασης και όχι μόνο δυνατών θεωρητικά εναλλακτικών (Thiedig, 2018).

Απαιτείται ρητά, μεταξύ άλλων στοιχείων, ως βάση για τη λήψη αποφάσεων σε επιχειρήσεις, κυβερνήσεις και στη συγχρηματοδότηση μεγάλων έργων. Συνήθως, οι επιχειρήσεις εξετάζουν κυρίως το κόστος και τα οφέλη τους, ενώ για ζητήματα κυβερνητικών αποφάσεων μπορεί να εξετάσει θετικές και αρνητικές επιπτώσεις για την κοινωνία και για επιχειρήσεις στη δική τους δικαιοδοσία (Koopmans et al. 2020). Μέσα από την συγκεκριμένη συστηματική διαδικασία, απαιτείται η άθροιση όλων των πιθανών εισροών που αναμένονται από μια κατάσταση ή ενέργεια και στη συνέχεια η αφαίρεση των εκροών που προκύπτουν με τη λήψη αυτής της ενέργειας. Η CBA μπορεί επίσης να περιλαμβάνει άυλα οφέλη και κόστη ή αποτελέσματα από μια απόφαση, όπως τον ηθικό των εργαζομένων και την ικανοποίηση των πελατών (Adam Hayes, August 2021).

Ουσιαστικά, με την CBA και πιο συγκεκριμένα με την κοινωνικο-οικονομική ανάλυση, μπορεί κανείς να υπολογίζει την **κοινωνική αξία ενός έργου** με την ποσοτικοποίηση των κοινωνικών επιπτώσεων του έργου και ανάγοντας το κόστος και τα οφέλη συγκρίσιμα σε χρηματικούς όρους (Carl Koopmans & Niek Mouter, September 2020).

Πρόκειται για μια ευρέως χρησιμοποιούμενη **τεχνική οικονομικής αξιολόγησης** που επιτρέπει να προσδιοριστεί η οικονομική βιωσιμότητα επενδύσεων (Sartori et al., 2014). Λαμβάνοντας υπόψη ότι χρηματο-οικονομική απόδοση ενός έργου ενδέχεται να μην αποτελεί επαρκές δείκτη για την καταλληλότητα της επένδυσης για το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο, έρχεται στο προσκήνιο η κοινωνικο-οικονομική ανάλυση η οποία αποσκοπεί στον υπολογισμό της αποδοτικότητας του έργου λαμβάνοντας υπόψη τις στρεβλώσεις και τους περιορισμούς στις αγορές (EIB, 2020). Στο πλαίσιο της CBA απαιτείται η σύγκριση πολλαπλών σεναρίων που αντιπροσωπεύουν την κατάσταση με το εξεταζόμενο έργο έναντι ενός βασικού σεναρίου "χωρίς έργο" (Αρχικό Σενάριο Μηδενισμού) (Sartori et al., 2014; EIB, 2020). Στη συνέχεια, συγκρίνονται τα κόστη και τα οφέλη των αξιολογούμενων σεναρίων για να καθοριστεί εάν το έργο αξίζει να πραγματοποιηθεί από την άποψη της κοινωνικής ευημερίας (Sartori et al., 2014).

Τα κόστη και τα οφέλη που προκύπτουν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές πρέπει να **προεξοφλούνται** χρησιμοποιώντας κοινωνικό επιτόκιο προεξόφλησης (SDR). Το επιτόκιο SDR αντικατοπτρίζει το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου από μια διαχρονική προοπτική για την κοινωνία

στο σύνολό της. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας προτείνεται να χρησιμοποιηθεί κοινωνικό επιτόκιο προεξόφλησης ίσο με 0.8% (European Commission, 2021).

Χρησιμοποιώντας το κατάλληλο SDR και αφού έχουν μετατραπεί όλα τα κόστη και οφέλη του έργου σε χρηματικούς όρους, είναι δυνατό να υπολογιστεί η οικονομική απόδοση του έργου με βάση τους εξής δείκτες (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2014):

**Οικονομική Καθαρή Παρούσα Αξία (ENPV):** η διαφορά μεταξύ της προεξοφλημένης ωφέλειας και του πορευοφλημένου κόστους. Η επένδυση θεωρείται οικονομικά βιώσιμη όταν ο δείκτης ENPV είναι θετικός. Ο εν λόγω δείκτης υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση.

$$ENPV = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{B_t}{(1+SDR)^t} - \sum_{t=0}^{t=n} \frac{C_t}{(1+SDR)^t}$$

Όπου:

$B_t, C_t$ : το οφέλη και κόστη εκφρασμένα σε χρηματικές μονάδες που συμβαίνουν το έτος  $t$  της επένδυσης με  $t=0,1,\dots,n$

SDR: κοινωνικό επιτόκιο προεξόφλησης

**Οικονομικός Δείκτης Εσωτερικής Απόδοσης (ERR):** το προεξοφλητικό επιτόκιο που μηδενίζει την καθαρή παρούσα αξία των ροών κόστους και οφελών μιας επένδυσης. Το ERR είναι ένας δείκτης που αντικατοπτρίζει τη σχετική αποδοτικότητα μιας επένδυσης και υπολογίζεται από την επίλυση της ακόλουθης σχέσης:

$$\sum_{t=0}^{t=n} \frac{B_t}{(1+ERR)^t} - \sum_{t=0}^{t=n} \frac{C_t}{(1+ERR)^t} = 0$$

**Λόγος Benefits/Costs (B/C):** ο λόγος προεξοφλημένων οικονομικών οφελών και του κόστους.

Για να θεωρείται μία επένδυση υπό εξέταση οικονομικά βιώσιμη, θα πρέπει να ικανοποιούνται τα ακόλουθα:

- Ο δείκτης ENPV να είναι θετικός ( $ENPV > 0$ ).
- Ο δείκτης ERR να είναι μεγαλύτερος από το SDR ( $ERR > SDR$ ).
- Ο λόγος B/C, να είναι μεγαλύτερος από την μονάδα ( $B/C > 1$ ).

Η μεθοδολογία της εν λόγω ανάλυσης στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, βασίζεται στον Οδηγό Ανάλυσης Κόστους Οφέλους Ευρωπαϊκών Επενδυτικών Έργων (Sartori et al., 2014) καθώς και στον Οδηγό για την οικονομική αποτίμηση επενδυτικών έργων στην Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (EIB, 2013). Τέλος, λαμβάνονται υπόψη αναθεωρήσεις και διευκρινήσεις πρόσφατα δημοσιευμένες από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, σε σύγκριση με όσα αναφέρονται στον οδηγό CBA του 2014 (European Commission, 2021).



## 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Κοινωνικο-Οικονομική Ανάλυση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η κοινωνικο-οικονομική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για την εισαγωγή και λειτουργία ΔΔΣ στην Αθήνα. Συγκεκριμένα, αναπτύσσονται 3 Σενάρια (S1-S3) και για κάθε Σενάριο υπό εξέταση υπολογίζεται το κόστος επένδυσης και το λειτουργικό κόστος καθώς και τα κοινωνικο-οικονομικά οφέλη όπως παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 7. Κόστη και Οφέλη

| Κόστη (-)   | Οφέλη (+)                          |
|---|------------------------------------|
| <b>K1 Κόστος Επένδυσης (€)</b>                            | <b>Πλεόνασμα Μετακινούμενων</b>    |
| <b>K1.1 Αγορά λεωφορείων</b>                              | B1 Χρόνος Διαδρομής                |
| <b>K1.2 Κόστος Μελέτης</b>                                | B2 Κατανάλωση Καυσίμου             |
| <b>K2 Λειτουργικά Κόστη (€)</b>                           | <b>Οφέλη Εξωτερικών Επιδράσεων</b> |
| <b>K2.1 Απασχόληση πρόσθετου ανθρώπινου δυναμικού</b>     | B3 Οδική Ασφάλεια                  |
| <b>K2.2 Λειτουργία-Συντήρηση συστήματος</b>               | B4 Περιβάλλον                      |
| <b>K2.3 Λειτουργία-Συντήρηση μηχανολογικού εξοπλισμού</b> | B4.1 Εκπομπές CO <sub>2</sub>      |
| <b>K2.4 Κατανάλωση Καυσίμου Δ.Σ.</b>                      | B4.2 Εκπομπές NO <sub>x</sub>      |

Τέλος, για κάθε Σενάριο υπολογίζονται κατάλληλοι δείκτες οικονομικής απόδοσης, συμπεριλαμβανομένης της Οικονομικής Καθαρής Παρούσας Αξίας (ENPV) και του Οικονομικού Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης (ERR) για την αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας της εφαρμογής και λειτουργίας ΔΔΣ στην Αθήνα.

### 5.1 Χρονικό πλαίσιο ανάλυσης

Η εφαρμογή των ΔΔΣ αποτελεί ένα πολύ-παραγοντικό αντικείμενο στο οποίο εμπλέκονται με διάφορους τρόπους πολλά μεγέθη. Κρίθηκε σκόπιμο να μελετηθεί σε ένα εύλογο χρονικό πλαίσιο, το οποίο δίνει τη δυνατότητα να αποκτηθεί μια πιο σφαιρική εικόνα των μεταβολών που θα συμβούν σε κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο. Γι' αυτό επιλέχθηκε να εκπονηθεί η κοινωνικο-οικονομική ανάλυση με χρονικό εύρος οχταετίας, λαμβάνοντας ως έτος 0 το 2023 και ως έτος 8 (επτά έτη μετά την εφαρμογή των ΔΔΣ) το έτος 2030.

### 5.2 Σενάρια

Η ανάλυση βασίστηκε στην εύρεση των κοστών και των ωφελειών που θα προκύψουν από την εφαρμογή ΔΔΣ στην Αθήνα σε 4 εναλλακτικά σενάρια εφαρμογής του μέτρου. Επομένως, στο πλαίσιο της ανάλυσης εξετάστηκαν τα εξής Σενάρια, λαμβάνοντας υπόψη 0% (S0), 50% (S1), 75% (S2) και 100% (S3) έκπτωση, αντίστοιχα, στα εισιτήρια των δημόσιων μεταφορών. Επισημαίνεται ότι το σενάριο S0 αντιπροσωπεύει την κατάσταση της υφιστάμενης κατάστασης κατά την οποία δεν πραγματοποιείται έκπτωση στο κόμιστρο. Πιο αναλυτικά παρουσιάζονται ακολούθως:

- **Σενάριο 0 (μηδενικό σενάριο - do nothing):** Σε αυτήν την περίπτωση θεωρήθηκε ότι δε μεταβάλλεται η τιμή του κομίστρου των ΔΣ. Πρόκειται, ουσιαστικά, για την υφιστάμενη κατάσταση, χωρίς την εφαρμογή των ΔΔΣ.

- **Σενάριο 1 (απαισιόδοξο – worst case):** Σε αυτήν την περίπτωση θεωρήθηκε ότι το κόμιστρο μειώνεται κατά 50% σε σχέση με την υφιστάμενη τιμή του.
- **Σενάριο 2 (ενδιάμεσο – average case):** Σε αυτό το σενάριο μελετάται η περίπτωση μείωσης της τιμής του εισιτηρίου κατά 72,5%.
- **Σενάριο 3 (αισιόδοξο – best case):** Σε αυτήν την περίπτωση θεωρήθηκε ότι η τιμή του εισιτηρίου γίνεται μηδενική (100% έκπτωση), αρχής γενομένης από το έτος 2024.

## 5.3 Δεδομένα Εισαγωγής και Παραδοχές

### 5.3.1 Κυκλοφοριακά Μεγέθη Υφιστάμενης Κατάστασης

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και εισήχθησαν στο μοντέλο κοινωνικο-οικονομικής ανάλυσης για την εφαρμογή των ΔΔΣ στην Αθήνα. Βασική πηγή δεδομένων αποτέλεσε η ετήσια έκθεση πεπραγμένων του ΟΑΣΑ. Στις εκθέσεις αυτές αναφέρονται μεταξύ άλλων τα οικονομικά στοιχεία του οργανισμού, και για κάθε μέσο μαζικής μεταφοράς ο στόλος εν ενεργεία ανά έτος, τα οχηματο-χιλιόμετρα, τα ταξίδια, οι επιβιβάσεις που παρατηρήθηκαν κ.α.

Συγκεκριμένα, για τη λήψη των απαραίτητων κυκλοφοριακών δεδομένων που αφορούν και την κυκλοφορία των ΙΧ οχημάτων, μέρος των οποίων παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα, αξιοποιήθηκε το κυκλοφοριακό μοντέλο προσομοίωσης του ΟΑΣΑ και τα αποτελέσματα αυτού για το έτος 2018. Αξίζει να σημειωθεί ότι έγινε η παραδοχή πως τα στοιχεία του 2018 είναι ίδια με το έτος 2023 εφόσον κατά τη διάρκεια των ετών 2020-2022, έλαβαν χώρα οι περιορισμοί μετακινήσεων λόγω της παγκόσμιας έξαρσης του ιού Covid-19. Ως αποτέλεσμα, τα έτη αυτά δεν μπορούν να χαρακτηριστούν αντιπροσωπευτικά.

Πίνακας 8: Αρχικές κυκλοφοριακές συνθήκες, Πηγή: (ΟΑΣΑ, 2019)

| Μέσο Μεταφοράς | Ταξίδια     | Επιβατο-χλμ     | Οχημ-χλμ    | Επιβατο-ώρες | Οχημ-ώρες |
|----------------|-------------|-----------------|-------------|--------------|-----------|
| Επιβατικά ΙΧ   | 946.557.190 | 160.880.180     | 134.066.817 | 5.083.837    | 4.236.531 |
| ΔΣ             | 700.896.960 | 731.035.529.280 | 130.408.025 | 584.080.800  | N/A       |

Πίνακας 9: Ταξίδια ανά μέσο για το έτος 0 (2023)

| Μέσο Μεταφοράς             | Ταξίδια     | Σύνθεση (%) |
|----------------------------|-------------|-------------|
| Δημόσιες Συγκοινωνίες (ΔΣ) | 700.896.960 | 42,5%       |
| - Λεωφορεία                | 323.467.888 | 20%         |
| - Τρόλεϊ                   | 62.246.909  | 4%          |
| - Μετρό                    | 299.482.957 | 18%         |
| - Τραμ                     | 15.699.206  | 1%          |
| Επιβατικά ΙΧ               | 946.557.190 | 57,5%       |

Επιπλέον, θεωρήθηκε μία ετήσια αύξηση των ταξιδιών με ΙΧ και ΔΣ της τάξεως του 1.2% (NTUA simulation model) για την οποία πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας. Λόγω της αύξησης του πληθυσμού και της σταδιακά εντονότερης αστικοποίησης, το μοντέλο οφείλει να περιλαμβάνει αύξηση της ζήτησης μετακινήσεων. Σύμφωνα με τα παραπάνω πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός των οχηματο-χιλιομέτρων για κάθε μέσο από το 2023 (έτος αναφοράς – έτος 0) μέχρι το 2030.

### 5.3.2 Αποδοχή των ΔΔΣ

Για την εκτίμηση της σύνθεσης της κυκλοφορίας στα σενάρια S1-S3, λήφθηκαν υπόψιν οι απαντήσεις από έρευνα με ερωτηματολόγιο που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο Διπλωματικής Εργασίας με στόχο τη διερεύνηση την αποδοχή των μετακινούμενων στην Αττική απέναντι στις ΔΔΣ (Γούλας, 2022).

Συγκεκριμένα, αναπτύχθηκε το μοντέλο αποδοχής των ΔΔΣ με βάση δέκα σενάρια που εξαρτιόντουσαν από τον χρόνο διαδρομής, την άνεση του μέσου, και το κόστος μετακίνησης. Ο κάθε ερωτώμενος κλήθηκε να απαντήσει στην εξής ερώτηση και να επιλέξει μεταξύ των ΔΔΣ και στην παραμονή σε ΙΧ «Στην περίπτωση εφαρμογής των Δωρεάν Δημόσιων Συγκοινωνιών στην Αττική, για μία συγκεκριμένη τυπική διαδρομή (45 λεπτών): σπίτι - εργασία και για καθένα από τα παρακάτω σενάρια μεταβολής κόστους, χρόνου και άνεσης, καλείστε να επιλέξετε εάν θα αλλάζατε τον σημερινό τρόπο μετακίνησης επιλέγοντας τις Δωρεάν Δημόσιες Συγκοινωνίες ή θα παραμένατε στο μέσο μετακίνησης που ήδη χρησιμοποιείτε.». Για παράδειγμα στο πρώτο σενάριο ο μετακινούμενος επέλεγε αν θα άλλαζε τρόπο μετακίνησης (από ΙΧ σε ΔΣ) αν το κόμιστρο των ΔΣ μειωνόταν κατά 75% ενώ το κόστος μετακίνησης με ΙΧ παρέμενε σταθερό, ο χρόνος ταξιδιού των ΔΣ έμενε ίδιος ενώ του ΙΧ μειωνόταν κατά 20% και η άνεση ήταν αμετάβλητη και στα δύο. Οι απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο που έγινε για την αλλαγή σε ΔΔΣ (Γούλας, 2022) βρίσκονται σε αρχείο excel το οποίο αξιοποιήθηκε για να βρεθούν τα ποσοστά αλλαγής μέσου.

Πίνακας 10 : Μέρος του αρχείου Excel που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα R-Studio

| Nr | ID | Choice | Cost2 | Cost1 | Time2 | Time1 | USE_C | FREE_PT |
|----|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 2  | 1  | 2      | 1E-12 | -0,75 | -0,2  | 0     | 4     | 1       |
| 2  | 2  | 1      | 1E-12 | -1    | 0     | -0,2  | 4     | 1       |
| 2  | 3  | 1      | 1E-12 | -0,75 | 0,2   | 0     | 4     | 1       |
| 2  | 4  | 2      | 1E-12 | -0,5  | -0,2  | 0,2   | 4     | 1       |
| 2  | 5  | 2      | 1E-12 | -0,5  | 0     | 0,2   | 4     | 1       |
| 2  | 6  | 1      | 1E-12 | -1    | 0,2   | -0,2  | 4     | 1       |
| 2  | 7  | 2      | 1E-12 | -0,75 | -0,2  | 0,2   | 4     | 1       |
| 2  | 8  | 1      | 1E-12 | -0,5  | 0     | 0     | 4     | 1       |
| 2  | 9  | 1      | 1E-12 | -1    | 0,2   | -0,2  | 4     | 1       |
| 2  | 10 | 1      | 1E-12 | -0,5  | -0,2  | -0,2  | 4     | 1       |
| 3  | 1  | 2      | 1E-12 | -0,75 | -0,2  | 0     | 4     | 1       |
| 3  | 2  | 1      | 1E-12 | -1    | 0     | -0,2  | 4     | 1       |
| 3  | 3  | 1      | 1E-12 | -0,75 | 0,2   | 0     | 4     | 1       |
| 3  | 4  | 2      | 1E-12 | -0,5  | -0,2  | 0,2   | 4     | 1       |
| 3  | 5  | 2      | 1E-12 | -0,5  | 0     | 0,2   | 4     | 1       |
| 3  | 6  | 1      | 1E-12 | -1    | 0,2   | -0,2  | 4     | 1       |
| 3  | 7  | 2      | 1E-12 | -0,75 | -0,2  | 0,2   | 4     | 1       |
| 3  | 8  | 2      | 1E-12 | -0,5  | 0     | 0     | 4     | 1       |
| 3  | 9  | 1      | 1E-12 | -1    | 0,2   | -0,2  | 4     | 1       |
| 3  | 10 | 1      | 1E-12 | -0,5  | -0,2  | -0,2  | 4     | 1       |
| 4  | 1  | 2      | 1E-12 | -0,75 | -0,2  | 0     | 4     | 1       |
| 4  | 2  | 1      | 1E-12 | -1    | 0     | -0,2  | 4     | 1       |
| 4  | 3  | 1      | 1E-12 | -0,75 | 0,2   | 0     | 4     | 1       |
| 4  | 4  | 2      | 1E-12 | -0,5  | -0,2  | 0,2   | 4     | 1       |
| 4  | 5  | 2      | 1E-12 | -0,5  | 0     | 0,2   | 4     | 1       |
| 4  | 6  | 1      | 1E-12 | -1    | 0,2   | -0,2  | 4     | 1       |
| 4  | 7  | 1      | 1E-12 | -0,75 | -0,2  | 0,2   | 4     | 1       |
| 4  | 8  | 1      | 1E-12 | -0,5  | 0     | 0     | 4     | 1       |
| 4  | 9  | 1      | 1E-12 | -1    | 0,2   | -0,2  | 4     | 1       |
| 4  | 10 | 1      | 1E-12 | -0,5  | -0,2  | -0,2  | 4     | 1       |

Η πρώτη γραμμή περιέχει τις στήλες:

- Nr, ο αύξων αριθμός των ερωτηθέντων
- ID, ο αριθμός του εκάστοτε σεναρίου
- Choice, η επιλογή ενός εκ των δύο εναλλακτικών σεναρίων, με 1=Αλλαγή και 2=Παραμονή

- Cost 1, Cost 2, η τιμή της μεταβλητής του κόστους
- Time 1, Time 2, η τιμή της μεταβλητής του χρόνου μετακίνησης
- Comfort 1, Comfort 2, η τιμή της μεταβλητής της άνεσης του μέσου μετακίνησης
- Use\_C , χρησιμοποιείται αυτοκίνητο για τις μετακινήσεις
- FREE\_PT , επιλέγεται η αλλαγή σε ΔΔΣ

Σε αυτό το σημείο πρέπει να διευκρινιστεί το γεγονός πως σε ερωτήσεις στις οποίες οι απαντήσεις ήταν δύο (Ναι ή Όχι) η κωδικοποίηση που έγινε είναι οι εξής: 0=Ναι και 1=Όχι. Αντίθετα, σε ερωτήσεις στις οποίες οι απαντήσεις ήταν περισσότερες από δύο, η πρώτη απάντηση εμφανίζεται στον πίνακα του Excel με τον αριθμό 1, η δεύτερη με τον αριθμό 2, και ούτω καθεξής. Από τα παραπάνω επιλέχθηκαν οι ερωτηθέντες που σαν αρχικό μέσο είχαν ΙΧ (USE\_C = 4)

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης (multinomial logistic regression), με εξαρτημένη μεταβλητή την επιλογή ΔΔΣ στην Αθήνα ή παραμονή στο ήδη υπάρχον μέσο (ΙΧ). Ο χρόνος, το κόστος (έκπτωση κομίστρου για ΔΣ) και η άνεση αποτελούν τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Πίνακας 11 Αποτελέσματα Λογιστικής Παλινδρόμησης

|                               | Estimate b | z-value | Pr(> z ) |     |
|-------------------------------|------------|---------|----------|-----|
| Σταθερός όρος                 | -0,402     | -1,549  | 0,121    | .   |
| Έκπτωση κομίστρου (-έκπτωση%) | -0,683     | -1,945  | 0,05184  | *   |
| Χρόνος ταξιδιού               | -1,712     | -6,571  | 0,000    | *** |
| Χαμηλό επίπεδο άνεσης         | -0,121     | -1,423  | 0,155    | *   |
| Υψηλό επίπεδο άνεσης          | 0,683      | 7,719   | 0,000    | *** |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Log-Likelihood: -1381.3

McFadden R<sup>2</sup>: 0.14207

Likelihood ratio test: chisq = 457.48 (p.value = < 2.22e-16)

Η συνάρτηση χρησιμότητας U, για το μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης ορίζεται ως εξής:

$$U = -0,402 - 0,683*(\text{Έκπτωση κομίστρου}) - 1,712*(\text{Χρόνος ταξιδιού}) - 0,121*(\text{Χαμηλό επίπεδο άνεσης}) + 0,683*(\text{Υψηλό επίπεδο άνεσης})$$

Για την **εκτίμηση της αποδοχής των ΔΔΣ** και της συνεπακόλουθης αλλαγής μέσου που μπορεί να επιφέρει, πρώτα βρέθηκε η πιθανότητα αλλαγής μέσου από ΙΧ σε ΔΔΣ. Υπολογίστηκε για το Σενάριο 1 (50% μείωση εισιτηρίου), ότι η πιθανότητα αλλαγής μέσου από ΙΧ όχημα σε ΔΔΣ είναι περίπου 40,1%, για το Σενάριο 2 (72,5% μείωση) 43,8%, ενώ για το Σενάριο 3 όπου αντιπροσωπεύει τις πλήρως ΔΔΣ, το αντίστοιχο ποσοστό φτάνει το 48,5%.

Επιπλέον, θεωρήθηκε πως κατά **τα πρώτο δύο έτη λειτουργίας των ΔΔΣ**, δηλαδή το 2024 και το 2025, παρατηρείται η μεγαλύτερη τάση προς αλλαγή μέσου από ΙΧ σε ΔΣ, όπως προκύπτει από το ερωτηματολόγιο (40,1%-43,8%). Δηλαδή, θεωρείται ότι οι οδηγοί των ΙΧ οχημάτων (και πιθανόν και οι πεζοί/ποδηλάτες) αναμένεται να έχουν πολλή πιο έντονη τάση για αλλαγή μέσου τα πρώτα έτη εφαρμογής του μέτρου. Με τον καιρό, όμως, αναμένεται η τάση αυτή να φθίνει με αποτέλεσμα, οι οδηγοί ΙΧ να «επιστρέψουν» στο αρχικό τους μέσο μεταφοράς. Οι λόγοι, για τους οποίους επιλέχθηκε αυτό είναι ποικίλοι και αναφέρονται στην πλούσια σχετική βιβλιογραφία. Σε περιπτώσεις εφαρμογής ΔΔΣ διεθνώς, έχει παρατηρηθεί μία σχετική πτώση της άνεσης και της ασφάλειας των μετακινήσεων με MMM.

Ακολουθως παρουσιάζονται οι μειωτικοί συντελεστές αποδοχής των ΔΔΣ και αλλαγής μέσου, που λήφθηκαν ως παραδοχή από το έτος 2025 και μετά, κοινοί για όλα τα σενάρια που διερευνώνται:

Πίνακας 12: Ποσοστά αλλαγής κύριου μέσου ανά έτος από ΙΧ σε ΔΔΣ (2023-2030)

| Έτος      | Μειωτικός συντελεστής αποδοχής | Ποσοστό αποδοχής ΔΔΣ |       |       |       |
|-----------|--------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|
|           |                                | S0                   | S1    | S2    | S3    |
| 2024      | 100,0%                         | 0,0%                 | 40,1% | 43,8% | 48,5% |
| 2025      | 70,0%                          | 0,0%                 | 28,0% | 30,7% | 34,0% |
| 2026      | 60,0%                          | 0,0%                 | 24,0% | 26,3% | 29,1% |
| 2027      | 50,0%                          | 0,0%                 | 20,0% | 21,9% | 24,3% |
| 2028-2030 | 30,0%                          | 0,0%                 | 12,0% | 13,0% | 15%   |

Σύμφωνα με τα παραπάνω υπολογίζονται τα **ταξίδια επιβατών ανά μέσο και τα οχηματο-χιλιόμετρα** για τα έτη 2023-2030 στα τρία υπό εξέταση σενάρια ΔΔΣ (S1-S3).

Σε αυτό το στάδιο έχει πλέον καταρτιστεί ένα πλήρες μητρώο των 4 κατηγοριών κομίστρου υπό εξέταση. Αν ο χρήστης επιθυμεί την αλλαγή της συγκεκριμένης τιμής, λόγω νέων πηγών ή παραδοχών, ή ακόμη και αν διερευνά τη μεταβολή των μεγεθών σε περισσότερα έτη, αρκεί να επέμβει στα αντίστοιχα κελιά της εργασίας ή να προεκτείνει τους πίνακες σε περισσότερα έτη.

Πρώτον, προσδιορίζεται η **υφιστάμενη κατάσταση των μεταφορών** για αυτόν τον σκοπό, αντλήθηκαν στοιχεία από την έκθεση του ΟΑΣΑ. Κάθε χρόνο ο ΟΑΣΑ εκδίδει έκθεση πεπραγμένων για το έτος που προηγήθηκε. Στις εκθέσεις αυτές αναφέρονται μεταξύ άλλων τα οικονομικά στοιχεία του οργανισμού, ο στόλος εν ενεργεία ανά έτος, τα οχηματο-χιλιόμετρα και οι επιβιβάσεις που παρατηρήθηκαν κ.α. Για τη λήψη των απαραίτητων δεδομένων, μέρος των οποίων παρουσιάζεται στον πίνακα 8, χρησιμοποιήθηκε η Έκθεση Πεπραγμένων του ΟΑΣΑ από το έτος 2018. Παράλληλα, κατά τη διάρκεια των ετών 2020-2022, έλαβαν χώρα οι περιορισμοί μετακινήσεων λόγω της παγκόσμιας έξαρσης του ιού Covid-19. Ως αποτέλεσμα, τα έτη αυτά δεν μπορούν να χαρακτηριστούν αντιπροσωπευτικά των μετακινήσεων. Στο πλήθος των συνολικών πραγματοποιηθέντων ταξιδιών με ΙΧ χρησιμοποιήθηκε ο μειωτικός συντελεστής 89%, όπως φαίνεται στον πίνακα 8.

Πίνακας 13: Στοιχεία σύνθεσης κυκλοφορίας και αριθμού ταξιδιών έτους 0 (2023)

| Επιβιβάσεις - Ταξίδια Μετακινούμενων, 2018         |                    |                            |             |
|--|--------------------|----------------------------|-------------|
| Λεωφορεία  | 279.989.000        |                            |             |
| Τρόλεϊ   | 53.880.000         |                            |             |
| Μετρό  | 259.228.000        |                            |             |
| Τραμ   | 13.589.000         |                            |             |
| <b>Σύνολο</b>                                      | <b>606.686.000</b> |                            |             |
| Σύνθεση Ταξιδιών MMM                               |                    |                            |             |
| Λεωφορεία  | 46,15%             |                            |             |
| Τρόλεϊ   | 8,88%              |                            |             |
| Μετρό  | 42,73%             |                            |             |
| Τραμ   | 2,24%              |                            |             |
| Ταξίδια Μετακινούμενων 2019                        |                    | Παραδοχές                  | Τελικά      |
| MMM  |                    | -                          | 700.896.960 |
| Λεωφορεία  |                    | -                          | 323.467.888 |
| Τρόλεϊ   |                    | -                          | 62.246.909  |
| Μετρό  |                    | -                          | 299.482.957 |
| Τραμ   |                    | -                          | 15.699.206  |
| Επιβατικά ΙΧ                                       |                    | 89%                        | 946.557.190 |
| Συντελεστής ετήσιας μεταβολής Ταξιδιών (2022-2030) |                    |                            |             |
| MMM  | 1,02%              | NTUA simulation model 2020 |             |
| Επιβατικά ΙΧ                                       | 1,02%              | NTUA simulation model 2021 |             |

Λόγω της αύξησης του πληθυσμού και της σταδιακά εντονότερης αστικοποίησης, η ανάλυση λαμβάνει υπόψη **αύξηση της ζήτησης μετακινήσεων**. Στον παραπάνω πίνακα διακρίνεται το ποσοστό που χρησιμοποιήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια των μελετώμενων ετών (2023-2030) ως επί τοις εκατό συντελεστής ετήσιας αύξησης των ταξιδιών, τόσο για τα ΙΧ όσο και τα MMM. Αυτό προέκυψε από το μοντέλο προσομοίωσης του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (NTUA simulation model).

Σύμφωνα με τα παραπάνω πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός των οχηματο-χιλιομέτρων για κάθε μέσο από το 2023 (έτος αναφοράς – έτος 0) μέχρι το 2030. Η συνέχιση της ανάπτυξης του μοντέλου απαιτεί περαιτέρω παραδοχές:

Για την εκτίμηση της σύνθεσης της κυκλοφορίας, λήφθηκε υπόψιν το μοντέλο του ΟΑΣΑ. Η σύνθεση κυκλοφορίας είναι φυσικά ίδια για όλα τα σενάρια στην υφιστάμενη κατάσταση. Σύμφωνα με την εργασία, λαμβάνονται οι τιμές του πίνακα 9.

## 5.4 Κοινωνικοοικονομικές Επιπτώσεις

### 5.4.1. Επιπτώσεις στο Χρόνο Διαδρομής

Για τον υπολογισμό των επιπτώσεων στον χρόνο διαδρομής λαμβάνονται υπόψη οι ετήσιες επιβατο-ώρες που ξοδεύονται σε ΙΧ και ΔΣ σε όλα τα υπό εξέταση σενάρια καθώς και η αξία χρόνου διαδρομής.

Για τον υπολογισμό της **αξίας χρόνου διαδρομής (€/ώρα)** με επιβατικό όχημα, γίνεται η διάκριση ανάμεσα στις μετακινήσεις για εργασία και για τους υπόλοιπους σκοπούς μετακίνησης. Σύμφωνα με το Εγχειρίδιο Εξωτερικού Κόστους των Μεταφορών (Handbook of external costs of transport, 2019), για την Ελλάδα το κόστος μετακίνησης με ΙΧ με σκοπό την εργασία είναι 9,00€ και για άλλους σκοπούς 4,10€. Αν συνυπολογιστεί ότι περίπου το 56% των μετακινήσεων περιλαμβάνει την ψυχαγωγία, τις αγορές, την εκπαίδευση κ.α. (άλλοι σκοποί) και το 44% την εργασία (Eurostat, 2021), τότε η μέση τιμή κόστους μετακίνησης με ΙΧ ανά ώρα προκύπτει 6,26€. Ο λόγος αυτής της τιμής προς το αντίστοιχο κόστος για τα ΜΜΜ εκτιμάται περίπου ίση με 1,2 (Fosgerau, Hjorth, & Lyk-Jensen, 2010), δηλαδή 5,21€.

Για την εκτίμηση των επιβατο-ωρών αξιοποιήθηκε ο Πίνακας 1. Παρατηρείται πως οι επιβατο-ώρες και τα συνολικά κόστη (ανά μέσο και συνολικά) του χρόνου διαδρομής προκύπτουν ίσα για το έτος 0 σε όλα τα σενάρια εφόσον πρόκειται για το έτος υλοποίησης. Ενώ στο S0, οι επιβατο-ώρες και το κόστος αυξάνεται ανά έτος για κάθε τύπο οχήματος, στα άλλα 3 σενάρια (S1-S3), παρατηρείται μείωση των τιμών για το αυτοκίνητο σε σχέση με το 2023 και αύξηση για τις ΔΣ. Στη συνέχεια, βρίσκονται οι **διαφορές των Σεναρίων** κατά τα οποία θα εφαρμοσθούν οι ΔΔΣ ανά έτος σε σχέση με το S0, δηλαδή S0-S1, S0-S2, και S0-S3. Τέλος, από το Μοντέλο Προσομοίωσης ΕΜΠΙ βρίσκουμε ότι ο μέσος συντελεστής ετήσιας αύξησης των επιβατο-ωρών είναι 2,05%.

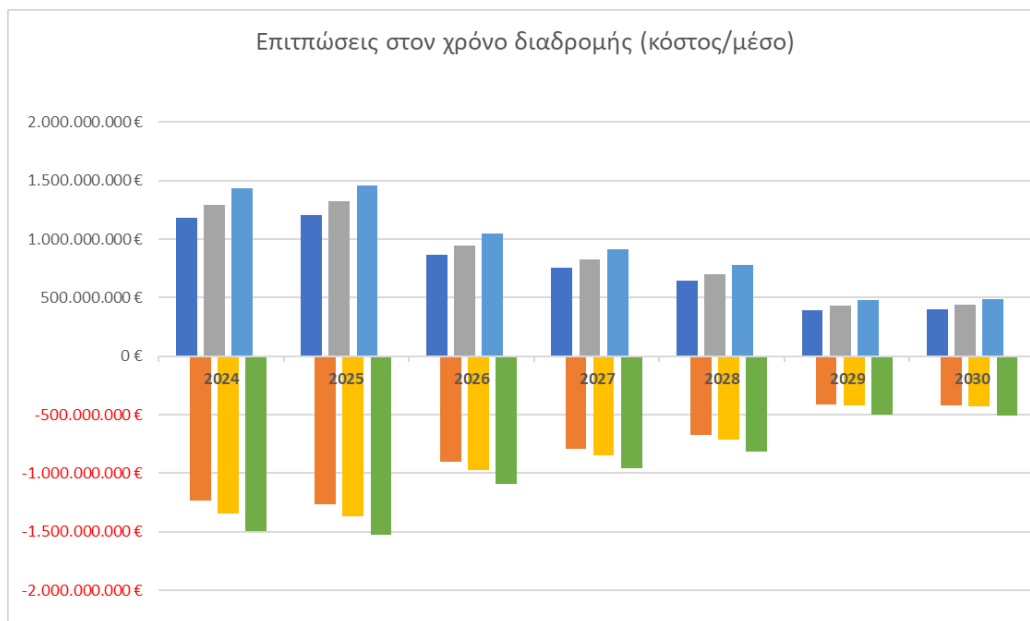
Συγκεκριμένα, όσον αφορά τα S1-S3 παρατηρείται ότι αν και μειώνονται σημαντικά οι επιβατοώρες ΙΧ, **αυξάνονται οι επιβατο-ώρες στις ΔΣ**. Αυτό προκαλεί αύξηση του κόστους χρόνου διαδρομής ανάμεσα στα τρία εξεταζόμενα σενάρια σε σύγκριση με το βασικό (S0). Για παράδειγμα, η διαφορά του κόστους χρόνου διαδρομής στο Σενάριο 1 του 2024 και του Σεναρίου 0, προκύπτει ίση με (S0-S1) 53 εκατ. € περίπου. Επομένως, η μείωση του κομίστρου κατά 50%, προκαλεί μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Μία τέτοια μεταβολή στα πλαίσια της κοινωνικο-οικονομικής ανάλυσης, νοείται ως κόστος και, συμπερασματικά, φέρει αρνητικό πρόσημο.

Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται οι επιπτώσεις στον χρόνο διαδρομής από την λειτουργία των ΔΔΣ στην Αθήνα, εκφρασμένες σε χρηματικές μονάδες.

Πίνακας 14. Κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις στον χρόνο διαδρομής ανά έτος λόγω της εισαγωγής ΔΔΣ στην Αθήνα

| έτος        | S0-S1           | S0-S2           | S0-S3           |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>2024</b> | -53.346.543,5 € | -58.329.408,0 € | -64.543.586,2 € |
| <b>2025</b> | -54.440.147,7 € | -59.525.160,9 € | -65.866.729,7 € |
| <b>2026</b> | -38.889.319,5 € | -42.521.798,7 € | -47.051.898,4 € |
| <b>2027</b> | -34.017.043,3 € | -37.194.424,7 € | -41.156.967,7 € |
| <b>2028</b> | -28.928.660,6 € | -31.630.758,7 € | -35.000.571,3 € |
| <b>2029</b> | -17.713.018,9 € | -19.367.513,6 € | -21.430.849,8 € |
| <b>2030</b> | -18.076.135,8 € | -19.764.547,6 € | -21.870.182,2 € |

Παρατηρείται ότι καθώς περνάνε τα χρόνια μειώνεται το κόστος. Αυτό συμβαίνει καθώς μειώνεται η αποδοχή του μέτρου και ο κόσμος επιστρέφει στο αρχικό μέσο μετακίνησης (ΙΧ) και έτσι το σύστημα τείνει να επανέλθει στην αρχική κατάσταση. Το μεγαλύτερο κόστος παρατηρείται στο τρίτο σενάριο (S3) που είναι λογικό αφού έχουμε το μεγαλύτερο ποσοστό αλλαγής μέσου από ΙΧ σε ΔΣ.



Εικόνα 7 : Οικονομικές επιπτώσεις στο χρόνο διαδρομής ανά σενάριο και μεταφορικό μέσο (ΙΧ, ΔΣ)

Παρατηρείται πως στο S0, οι οχηματο-ώρες και το κόστος αυξάνεται ανά έτος για κάθε τύπο οχήματος, στα άλλα 3 σενάρια (S1-S3), παρατηρείται μείωση των τιμών για το ΙΧ σε σχέση με το 2023 και αύξηση για τις ΔΣ. Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι διαφορές του συνολικού κόστους ανά έτος σε σχέση με το (βασικό) Σενάριο 0, δηλαδή S1-S0, S2-S0 και S3-S0.

#### 5.4.2. Επιπτώσεις στην κατανάλωση καυσίμου

Για την εκτίμηση των επιπτώσεων στην κατανάλωση καυσίμου απαιτείται να βρεθεί σύνθεση των ΔΣ ανά τύπο καυσίμου, η μέση κατανάλωση των ΙΧ και των ΔΣ καθώς και η τιμή των καυσίμων κίνησης ανά έτος.

Σύμφωνα με τον ΟΑΣΑ, το 10% των **αστικών λεωφορείων** κινείται με πεπιεσμένο φυσικό αέριο ενώ τα υπόλοιπα είναι πετρελαιοκίνητα, όπως επίσης το 3,2 % των λεωφορείων είναι ηλεκτροκίνητα (Φορείς επιβατική και έργο 2018). Τα τραμ, τρόλεϊ και μετρό αξιοποιούν επίσης ηλεκτρικό ρεύμα για την κίνησή τους, οπότε η κατανάλωση τους μετριέται σε kWh/χλμ.

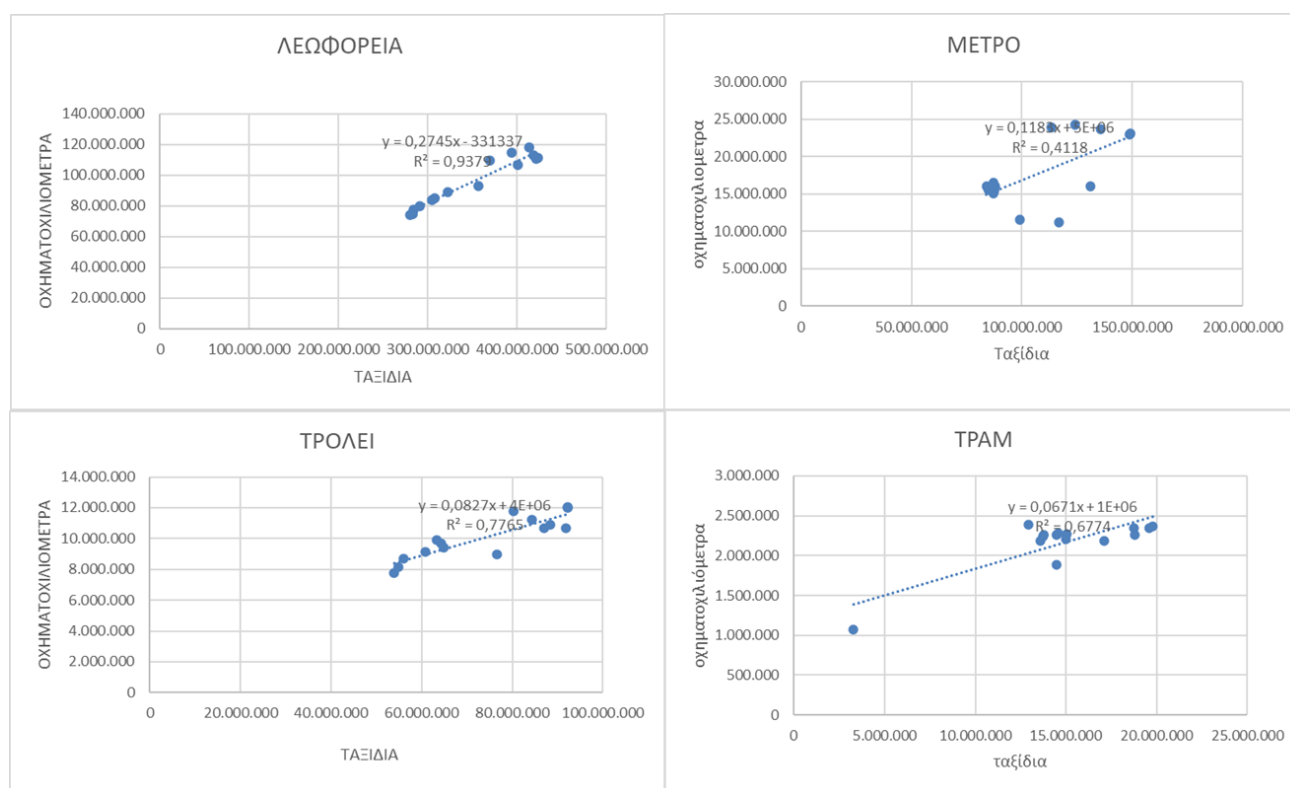
Για τα **επιβατικά οχήματα** πραγματοποιήθηκε η παραδοχή ότι ολόκληρος ο στόλος είναι βενζινοκίνητος, αν και περίπου το 8% κάνουν χρήση πετρελαίου και 1% αυτών είναι ηλεκτρικά/υβριδικά στην Ελλάδα (ACEA, 2019). Κάθε έτος επιτυγχάνεται τα ΙΧ να είναι πιο οικολογικά και οικονομικά, επομένως μία επιπλέον συνιστώσα που οφείλει κανείς να λάβει υπόψη είναι η μείωση της μέσης κατανάλωσης καυσίμου κάθε έτος. Αντίθετα, η κατανάλωση καυσίμου των ΜΜΜ θα θεωρηθεί σταθερή σε όλη τη διάρκεια των 7 ετών που μελετώνται. Τονίζεται πως κρίθηκε σωστό να μη ληφθεί υπόψη η τιμή της ενέργειας που επικρατεί στην αγορά κατά τη διάρκεια της ενεργειακής κρίσης (2022 και ύστερα). Επίσης στα οφέλη λήφθηκαν υπόψιν μόνο τα καύσιμα που «γλιτώνουν» τα Ι.Χ. ενώ η διαφορά των Δ.Σ. μετρήθηκε σαν λειτουργικό κόστος του ΟΑΣΑ.



Πίνακας 15 : Κατανάλωση καυσίμου ανά μέσο

| έτος | lt/ km (ισοδύναμο βενζίνης) | kg/km         | lt/ km            | kwh/ km        | kwh/ km             |
|------|-----------------------------|---------------|-------------------|----------------|---------------------|
|      | ΙΧ οχήματα                  | Λεωφορεία CNG | Λεωφορεία Diesel* | Ηλ. Λεωφορεία* | Τραμ, Τρόλεϊ, Μετρό |
| 2021 | 0.063                       | 0.5           | 0.6               | 1.4            | 2                   |
| 2022 | 0.061                       | 0.5           | 0.6               | 1.4            | 2                   |
| 2023 | 0.060                       | 0.5           | 0.6               | 1.4            | 2                   |
| 2024 | 0.058                       | 0.5           | 0.6               | 1.4            | 2                   |
| 2025 | 0.056                       | 0.5           | 0.6               | 1.4            | 2                   |
| 2026 | 0.054                       | 0.5           | 0.6               | 1.4            | 2                   |
| 2027 | 0.052                       | 0.5           | 0.6               | 1.4            | 2                   |
| 2028 | 0.050                       | 0.5           | 0.6               | 1.4            | 2                   |
| 2029 | 0.049                       | 0.5           | 0.6               | 1.4            | 2                   |
| 2030 | 0.047                       | 0.5           | 0.6               | 1.4            | 2                   |
| 2031 | 0.047                       | 0.5           | 0.6               | 1.4            | 2                   |

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε γραμμική παλινδρόμηση προκειμένου να βρεθούν τα οχηματοχιλιόμετρα των ΔΣ σε σχέση με τα ταξίδια επιβατών. Ο συντελεστής  $R^2$  είναι αρκετά υψηλός γεγονός που υποδηλώνει μία σημαντική στατιστική σχέση μεταξύ των δύο μεγεθών.



Εικόνα 8 : Συσχέτιση οχηματο-χιλιομέτρων/ταξιδιών στις ΔΣ

Τέλος υπολογίζεται το **κόστος από την κατανάλωση καυσίμου** σε σχέση με το μηδενικό σενάριο (S0) όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 16: Κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις στην κατανάλωση καυσίμου ανά έτος λόγω της εισαγωγής ΔΔΣ στην Αθήνα για ΙΧ και ΔΣ αντίστοιχα.

| έτος                  | Κατανάλωση Ι.Χ. |               |               | έτος                  | Κατανάλωση ΔΣ |               |               |
|-----------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|
|                       | S0-S1           | S0-S2         | S0-S3         |                       | S0-S1         | S0-S2         | S0-S3         |
| αρχικές συνθήκες 2023 | 0,0 €           | 0,0 €         | 0,0 €         | αρχικές συνθήκες 2023 | 0,0 €         | 0,0 €         | 0,0 €         |
| 2024                  | 178.581.555 €   | 195.262.068 € | 218.383.300 € | 2024                  | -17.779.516 € | -19.136.657 € | -20.829.159 € |
| 2025                  | 164.707.742 €   | 180.092.363 € | 201.417.331 € | 2025                  | -16.368.834 € | -17.639.568 € | -19.224.312 € |
| 2026                  | 105.670.659 €   | 115.540.887 € | 130.363.514 € | 2026                  | -11.764.412 € | -12.627.553 € | -13.703.986 € |
| 2027                  | 82.558.979 €    | 90.270.448 €  | 102.346.526 € | 2027                  | -9.950.609 €  | -10.667.300 € | -11.561.091 € |
| 2028                  | 67.037.910 €    | 73.299.625 €  | 83.668.541 €  | 2028                  | -8.209.266 €  | -8.786.763 €  | -9.506.965 €  |
| 2029                  | 39.344.955 €    | 43.019.993 €  | 50.427.609 €  | 2029                  | -5.780.798 €  | -6.130.830 €  | -6.567.359 €  |
| 2030                  | 38.279.422 €    | 41.854.934 €  | 49.061.938 €  | 2030                  | -5.825.857 €  | -6.179.460 €  | -6.620.441 €  |

Το κόστος αυτό υπολογίζεται από το γινόμενο της κατανάλωσης καυσίμου ανά οχηματο-χιλιόμετρο με το κόστος καυσίμου ανά λίτρο. Παρατηρείται ότι και στα τρία σενάρια έχουμε θετική διαφορά (μεγαλύτερη στο τρίτο σενάριο) πράγμα που σημαίνει ότι η μείωση των μετακινήσεων με ΙΧ κατά ένα μεγάλο βαθμό μειώνει την κατανάλωση καυσίμου του στόλου που κινείται στην Αθήνα.

### 5.4.3 Επιπτώσεις στην Οδική Ασφάλεια

Προκειμένου να βρεθεί το κόστος της οδικής ασφάλειας χρειάζονται δεδομένα οδικών ατυχημάτων καθώς και το μοναδιαίο κοινωνικό κόστος ατυχήματος. Για την καταγραφή των εν λόγω δεικτών οδικής ασφάλειας αξιοποιήθηκαν τα τελευταία διαθέσιμα δεδομένα από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ). Συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν οι ελαφρά, σοβαρά τραυματίες και οι θάνατοι σε οδικά ατυχήματα, με εμπλεκόμενο επιβατικό όχημα και ΜΜΜ, για το έτος 2019 όπως καταγράφηκαν στον Δήμο Αθηναίων (Πίνακας 19). Καθώς στα έτη 2019-2022, περιλαμβάνεται η περίοδος με τους περιορισμούς λόγω Covid-19, έγινε η παραδοχή ότι τα στοιχεία του 2019 είναι ίδια με αυτά του 2023.

Πίνακας 17: Αριθμός τραυματιών ανά μέσο μεταφοράς στην Αθήνα το έτος 2019, Πηγή: (ΕΛΣΤΑΤ, 2021)

|                          | ΙΧ  | ΜΜΜ |
|--------------------------|-----|-----|
| <b>Ελαφρά τραυματίες</b> | 421 | 25  |
| <b>Βαριά τραυματίες</b>  | 17  | 0   |
| <b>Νεκροί</b>            | 9   | 0   |

Με σκοπό τον υπολογισμό του κόστους της οδικής ασφάλειας, αξιοποιείται το **κοινωνικό κόστος** ανά θάνατο (2.148.034€), βαριά (273.574€) και ελαφρά τραυματία (51.372€) σε οδικό ατύχημα, όπως έχει υπολογιστεί για την Ελλάδα (ITF, 2020). Τέλος, θεωρείται ότι η οδική ασφάλεια βελτιώνεται ετησίως κατά 2,5%, ποσοστό που έχει προκύψει από την αξιολόγηση των δεδομένων οδικής ασφάλειας ανά έτος για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η χώρα μας διατηρεί μία από τις χειρότερες θέσεις στην Ευρώπη σε σχέση με τον αριθμό και τη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων. Παρ' όλα αυτά, κάθε χρόνο παρατηρείται μείωση των τραυματιών, των νεκρών και του αριθμού των ατυχημάτων, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τα στατιστικά στοιχεία άλλων ετών. Γι' αυτό, λαμβάνεται ένας **συντελεστής ετήσιας μείωσης** ίσος με 2,5%.

Επίσης, κέρδη (ωφέλειες) αναμένονται και από την άποψη **της οδικής ασφάλειας** και στα τρία σενάρια εφαρμογής των ΔΔΣ, όπως καταδεικνύει ο παρακάτω πίνακας. Τα οφέλη υπολογίστηκαν από το γινόμενο των νεκρών και τραυματιών σε οδικό ατύχημα ανά οχηματο-χιλιόμετρο με το κόστος ανά νεκρό και τραυματία σε οδικό ατύχημα.

Πίνακας 18: Οικονομικές επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια ανά έτος από την εφαρμογή των ΔΔΣ στην Αθήνα

| έτος | S0-S1          | S0-S2          | S0-S3          |
|------|----------------|----------------|----------------|
| 2024 | 22.171.218,3 € | 24.250.805,0 € | 27.140.133,3 € |
| 2025 | 21.618.296,2 € | 23.645.941,2 € | 26.463.770,0 € |
| 2026 | 13.130.909,4 € | 14.365.499,7 € | 16.228.712,9 € |
| 2027 | 10.615.477,0 € | 11.614.836,3 € | 13.189.766,7 € |
| 2028 | 8.356.980,5 €  | 9.145.117,3 €  | 10.460.845,1 € |
| 2029 | 4.597.437,3 €  | 5.034.154,8 €  | 5.926.054,4 €  |
| 2030 | 4.488.611,5 €  | 4.914.915,8 €  | 5.785.966,1 €  |

Παρατηρούμε πως η μείωση χρήσης του Ι.Χ έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των ατυχημάτων άρα και του κόστους οδικής ασφάλειας, ωστόσο στο πέρασμα των ετών παρατηρείται μείωση του οικονομικού οφέλους κυρίως λόγω της μείωσης της χρήσης ΔΣ και της αύξησης των ΙΧ.

#### 5.4.4 Επιπτώσεις στο Περιβάλλον

Για το περιβάλλον ακολουθείται μια όμοια διαδικασία για τον υπολογισμό του κόστους, το οποίο προκαλούν **οι εκπομπές ρύπων** από τα οχήματα. Η μελέτη επικεντρώθηκε στο διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και τα οξείδια του αζώτου (Nitrogen Oxides – NO<sub>x</sub>). Για το CO<sub>2</sub> θεωρείται κόστος ανά τόνο εκπομπών 42€/tn το έτος 2021 με ετήσια αύξηση περίπου 2,3%. Για τις ενώσεις του αζώτου (NO<sub>x</sub>) θεωρείται σταθερό κόστος 1,900€/tn ανά οχηματοχιλιόμετρο. Άρα και εδώ υπολογίστηκαν κόστος ανά γραμμάριο και γραμμάρια ανά οχηματοχιλιόμετρα.

Πίνακας 19: Εκπομπές NO<sub>x</sub> ανά τύπο επιβατικού οχήματος, (Holland, Pye, Watkiss, & Droste-Franke, 2005)

| Γραμμάρια/οχηματοχιλιόμετρο |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|
|                             | ΙΧ    | TAXI  |
| 2021                        | 0,02  | 0,02  |
| 2022                        | 0,02  | 0,02  |
| 2023                        | 0,02  | 0,013 |
| 2024                        | 0,02  | 0,013 |
| 2025                        | 0,02  | 0,013 |
| 2026                        | 0,02  | 0,013 |
| 2027                        | 0,02  | 0,013 |
| 2028                        | 0,013 | 0,013 |
| 2029                        | 0,013 | 0,013 |
| 2030                        | 0,013 | 0,013 |
| 2031                        | 0,013 | 0,013 |

Οι εκπομπές των ΜΜΜ ανά χιλιόμετρο διαδρομής καθορίζονται για τους τύπους οχημάτων σύμφωνα με τη βιβλιογραφία ως εξής (Nanaki, Koroneos, Xydis, & Rovas, 2014):

- **Τύπος Euro II:** Κατανομή στο σύνολο του στόλου: 20%, Εκπομπές CO<sub>2</sub> και NO<sub>x</sub> ανά χιλιόμετρο διαδρομής: 1100 και 10 gr, αντίστοιχα
- **Τύπος Euro III:** Κατανομή στο σύνολο του στόλου: 40%, Εκπομπές CO<sub>2</sub> και NO<sub>x</sub> ανά χιλιόμετρο διαδρομής: 1250 και 15 gr, αντίστοιχα

Για τα **υπόλοιπα οχήματα** (τρόλεϊ, μετρό κ.α.) οι εκπομπές ρυπογόνων αερίων είναι σαφώς μικρότερες και αφορούν περισσότερο στην παραγωγή της ενέργειας παρά στο ίδιο το μεταφορικό

έργο. Συμπερασματικά, βάσει των παραπάνω τιμών υπολογίζεται το κόστος εκπομπών από τα MMM και τα ΙΧ ανά έτος.

Τέλος, σύμφωνα με τις παραδοχές που έγιναν για την κατανάλωση CO<sub>2</sub>, η μείωση της χρήσης του ΙΧ και η αύξηση της χρήσης των MMM, οδηγεί σε σημαντική μείωση των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων από τις οδικές μεταφορές. Παρατηρείται, συνεπώς, σε όλα τα σενάρια (S1-S3), ότι το πρώτο έτος εφαρμογής μειωμένου κομίστρου (2024) εμφανίζεται η μέγιστη μείωση κόστους και τα επόμενα έτη, κατά τα οποία ορισμένοι χρήστες αναμένεται να «επιστρέψουν» στο ΙΧ, η μείωση γίνεται όλο και μικρότερη.

Πίνακας 20: Οικονομικές επιπτώσεις από τις εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά έτος λόγω της εφαρμογής ΔΔΣ στην Αθήνα.

| έτος | S0-S1        | S0-S2        | S0-S3        |
|------|--------------|--------------|--------------|
| 2024 | 26.624.747 € | 29.137.514 € | 32.628.519 € |
| 2025 | 26.609.396 € | 29.121.534 € | 32.612.350 € |
| 2026 | 18.480.352 € | 20.234.024 € | 22.879.126 € |
| 2027 | 15.655.339 € | 17.145.982 € | 19.493.276 € |
| 2028 | 13.125.534 € | 14.381.360 € | 16.475.683 € |
| 2029 | 7.662.361 €  | 8.408.801 €  | 9.930.498 €  |
| 2030 | 7.607.311 €  | 8.349.541 €  | 9.863.694 €  |

Η μεταβολή του κόστους, αντιθέτως, από τις εκπομπές NO<sub>x</sub> εμφανίζουν πολύ διαφορετική πορεία αυξομείωσης. Αυτό οφείλεται στην παραδοχή μείωσης εκπομπών ρύπων από τα ΙΧ μέσα στα οχτώ έτη μελέτης και στο γεγονός ότι για ένα οχηματοχιλιόμετρο, τα MMM προκαλούν δεκαπλάσια περίπου ποσότητα NO<sub>x</sub> σε σύγκριση με τα ΙΧ. Τελικά, όσον αφορά στην εκπομπή του συγκεκριμένου ρύπου, προκαλείται κόστος ανά έτος σε σχέση με το βασικό σενάριο (S0).

Πίνακας 21: Οικονομικές επιπτώσεις από τις εκπομπές NO<sub>x</sub> ανά έτος λόγω της εφαρμογής ΔΔΣ στην Αθήνα.

| έτος | S0-S1      | S0-S2      | S0-S3      |
|------|------------|------------|------------|
| 2024 | -338.571 € | -355.094 € | -373.533 € |
| 2025 | -341.260 € | -357.901 € | -376.463 € |
| 2026 | -290.148 € | -301.880 € | -313.673 € |
| 2027 | -274.433 € | -284.561 € | -294.115 € |
| 2028 | -258.482 € | -266.983 € | -274.262 € |
| 2029 | -242.371 € | -249.228 € | -255.316 € |
| 2030 | -244.457 € | -251.369 € | -257.498 € |

## 5.5 Κόστος Επένδυσης και Λειτουργίας

Στο παρόν κεφάλαιο, υπολογίζεται το κόστος επένδυσης και λειτουργίας για την εφαρμογή ΔΔΣ στην Αθήνα.

### 5.5.1: Κόστος επένδυσης

Το κόστος επένδυσης του κάθε σεναρίου S1-S3, διαμορφώνεται λαμβάνοντας υπόψη δύο συνιστώσες, το κόστος της απαιτούμενης μελέτης και την αγορά νέων ή μεταχειρισμένων

λεωφορείων. Αξίζει να τονιστεί πως οι δύο αυτές κατηγορίες κόστους αφορούν το έτος 0 (2023), πριν δηλαδή αρχίσει η λειτουργία των ΔΔΣ στην Αθήνα.

Το **κόστος μελέτης** θεωρείται σε όλα τα εξεταζόμενα σενάρια ίσο με 500.000€, τα οποία εκταμιεύονται εφάπαξ το 2023.

Η επένδυση της αγοράς **των νέων λεωφορείων** απαιτεί να βρεθεί ο αριθμός των νέων λεωφορείων που θα χρειαστούν για να ικανοποιήσουν τις νέες ανάγκες για μετακινήσεις με MMM. Αυτό επετεύχθη συσχετίζοντας, τα πραγματοποιηθέντα ταξίδια σε MMM με τα οχήματα MMM (ΟΑΣΑ, ). Θέτοντας την παραδοχή πως για να καλυφθούν οι ανάγκες θα αγοραστούν μόνο λεωφορεία, προέκυψε η ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$\text{Αριθμός Λεωφορείων} = 0,000004 * (\text{Ταξίδια}) - 88,581, \quad \text{με } R^2 = 0,977.$$

Πίνακας 22: Αριθμός απαιτούμενων λεωφορείων βάσει γραμμικής παλινδρόμησης ανά έτος σε σχέση με έτος μηδέν (2023)

|      | S1-S0 | S2-S0 | S3-S0 |
|------|-------|-------|-------|
| 2023 | 0     | 0     | 0     |
| 2024 | 12    | 61    | 122   |
| 2025 | 31    | 80    | 142   |
| 2026 | -111  | -76   | -32   |
| 2027 | -147  | -117  | -79   |
| 2028 | -185  | -159  | -127  |
| 2029 | -278  | -263  | -244  |
| 2030 | -262  | -247  | -227  |

Στον πίνακα γίνεται έκδηλο πως **το πλήθος των αστικών λεωφορείων** μεταβάλλεται ανά έτος. Στα πρώτα δύο υπό μελέτη έτη (2024 και 2025) απαιτείται αύξηση του υφιστάμενου στόλου, ενώ στα επόμενα δεν απαιτείται περαιτέρω αύξηση του στόλου για την κάλυψη των ταξιδιών με MMM (το αρνητικό σημαίνει πως οι ανάγκες καλύπτονται με λιγότερα από τα αρχικά λεωφορεία). Συμπερασματικά, η επιλογή των νέων λεωφορείων βασίστηκε στην μέγιστη απαιτούμενη αύξηση του στόλου τα επόμενα χρόνια. Τελικά, αποφασίστηκε ότι απαιτούνται:

- 31 λεωφορεία για το Σενάριο 1 (25 νέα και 6 μεταχειρισμένα λεωφορεία)
- 80 λεωφορεία για το Σενάριο 2 (64 νέα και 16 μεταχειρισμένα λεωφορεία)
- 142 λεωφορεία για το Σενάριο 3 (114 νέα και 28 μεταχειρισμένα λεωφορεία)

Τελικά, εκτιμώντας ως κόστος αγοράς ενός νέου λεωφορείου τις 400 χιλιάδες € και ενός μεταχειρισμένου τις 170 χιλιάδες €, υπολογίζεται το συνολικό κόστος επένδυσης των λεωφορείων που προστίθενται στον στόλο ανά σενάριο:

- **Σενάριο 1:**  $25*400.000 + 6 * 170.000 = 11.020.000 \text{ €}$
- **Σενάριο 2:**  $64*400.000 + 16* 170.000 = 28.320.000 \text{ €}$
- **Σενάριο 3:**  $114*400.000 + 28* 170.000 = 50.360.000 \text{ €}$

### 5.5.2: Λειτουργικά Κόστη

Στην παρούσα υποενότητα αναλύονται τα λειτουργικά έξοδα. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα κόστη που προκύπτουν για τη λειτουργία των ΔΔΣ στην Αθήνα. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα κόστη **λειτουργίας και συντήρησης**, τόσο του συστήματος όσο και του μηχανολογικού εξοπλισμού, καθώς

και τα κόστη που αφορούν στο **πρόσθετο ανθρώπινο δυναμικό** και την κατανάλωση καυσίμου των νέων λεωφορείων.

Σχετικά με το προτελευταίο, οφείλουν να συνυπολογιστούν:

- μισθοί και ημερομίσθια
- συνταξιοδοτικές παροχές
- επιδόματα και υπερωρίες
- έξοδα κοινωνικής/υγειονομικής ασφάλισης
- λοιπές παροχές σε εργαζόμενους

Για να βρεθεί το κόστος απασχόλησης του πρόσθετου ανθρώπινου δυναμικού υπολογίστηκε η σχέση ανάμεσα στα νέα λεωφορεία και τις απαιτούμενες νέες βάρδιες οδηγών. Για κάθε λεωφορείο που λειτουργεί κάθε μέρα υπολογίστηκαν 2,4 οδηγοί (ΟΑΣΑ). Άρα τα έξτρα χρήματα προκύπτουν από τον πολλαπλασιασμό των «νέων» οδηγών με τον ετήσιο μισθό. Η διαδικασία αυτή οδήγησε στην επιλογή των εξής εφάπαξ εξόδων:

- **Σενάριο 1:**  $2,4*31*12*1050 = 933.015 \text{ €}$
- **Σενάριο 2:**  $2,4*80*12*1050 = 2.427.315 \text{ €}$
- **Σενάριο 3:**  $2,4*122*12*1050 = 4.290.871 \text{ €}$

Για τα κόστη της **λειτουργίας και συντήρησης** του συστήματος και του μηχανολογικού εξοπλισμού:

Αρχικά, βρέθηκε η συσχέτιση (με γραμμική παρεμβολή) ανάμεσα στα πρόσθετα ταξίδια και τα οχηματο-χιλιόμετρα ανά έτος. Αυτή χρησιμοποιήθηκε παράλληλα και σε υπολογισμούς που περιεγράφηκαν κατά τη συλλογή και επεξεργασία στοιχείων.

Στη συνέχεια, βρέθηκε από τα οικονομικά δεδομένα του ΟΑΣΑ πώς τα κόστη συντήρησης **συστήματος** για το 2018 (με παραδοχή είναι ίδια και το 2023) ήταν 8.500.000€. Το ύψος των εξόδων συντήρησης του **μηχανολογικού εξοπλισμού** ήταν 35.000€. Τα συνολικά οχηματοχιλιόμετρα που διανύθηκαν κατά το ίδιο έτος από όλα τα μέσα του ΟΑΣΑ εκτιμήθηκε ότι ήταν 700.896.960 οχηματοχιλιόμετρα (ΟΑΣΑ, 2019).

Το επόμενο βήμα είναι να διαιρεθούν τα ετήσια κόστη με τα ετήσια οχηματοχιλιόμετρα:

- **Συντήρηση συστήματος:**  $8.500.000/700.896.960 = 0,0121273 \text{ €/οχηματοχιλιόμετρο}$
- **Συντήρηση εξοπλισμού:**  $35.000/700.896.960 = 0,0000499 \text{ €/οχηματοχιλιόμετρο}$

Τελικά, πολλαπλασιάζονται τα οχηματοχιλιόμετρα, τα οποία πρόκειται να διανυθούν ανά σενάριο ανά έτος με τις μοναδιαίες τιμές του κόστους (€/οχηματοχιλιόμετρο). Τα αποτελέσματα, που προκύπτουν εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 23: Κόστη συντήρησης και λειτουργίας συστήματος και μηχανικού εξοπλισμού ανά έτος και σενάριο

| Έτος | Κόστος λειτουργίας συστήματος |          |          | Κόστος συντήρησης μηχανημάτων |        |        |
|------|-------------------------------|----------|----------|-------------------------------|--------|--------|
|      | S1                            | S2       | S3       | S1                            | S2     | S3     |
| 2023 | 0                             | 0        | 0        | 0                             | 0      | 0      |
| 2024 | -767.189                      | -826.985 | -900.612 | -3.159                        | -3.405 | -3.708 |
| 2025 | -773.819                      | -834.225 | -907.657 | -3.186                        | -3.435 | -3.737 |
| 2026 | -584.525                      | -627.240 | -677.926 | -2.407                        | -2.583 | -2.791 |
| 2027 | -523.294                      | -560.281 | -603.069 | -2.155                        | -2.307 | -2.483 |
| 2028 | -460.766                      | -491.902 | -526.696 | -1.897                        | -2.025 | -2.169 |
| 2029 | -329.570                      | -348.442 | -367.489 | -1.357                        | -1.435 | -1.513 |
| 2030 | -331.735                      | -350.800 | -369.312 | -1.366                        | -1.444 | -1.521 |

Τέλος το κόστος κατανάλωσης καυσίμου Δ.Σ υπολογίζεται πιο πάνω (Πίνακας 16) από το γινόμενο της κατανάλωσης καυσίμου ανά οχηματο-χιλιόμετρο με το κόστος καυσίμου ανά λίτρο.

## 5.6 Διαμόρφωση πίνακα και μεθοδολογία CBA

Στο στάδιο, το οποίο περιγράφεται στην παρούσα ενότητα, αναπτύσσεται και εξηγείται ο τελικός πίνακας, όπου συγκεντρώνονται τα αποτελέσματα των προηγούμενων διαδικασιών – υπολογισμών, οι τιμές διακρίνονται σε κατηγορίες κόστους και ωφελειών και στη συνέχεια, «μετατρέπονται» σε παρούσες αξίες.

### Κωδικοποίηση κατηγοριών κόστους:

- K1: Κόστος επένδυσης
  - K1.1: Αγορά λεωφορείων
  - K1.2: Κόστος μελέτης
- K2: Λειτουργικά κόστη
  - K2.1: Απασχόληση πρόσθετου ανθρώπινου δυναμικού
  - K2.2: Λειτουργία – συντήρηση συστήματος
  - K2.3: Λειτουργία – συντήρηση μηχανικού εξοπλισμού

### Κωδικοποίηση κατηγοριών ωφελειών:

- Πλεόνασμα μετακινούμενων:
  - B1: Χρόνος διαδρομής
  - B2: Κατανάλωση καυσίμου
- Οφέλη εξωτερικών επιδράσεων:
  - B3: Οδική ασφάλεια
  - B4: Περιβάλλον:
    - ❖ B4.1: Εκπομπές CO<sub>2</sub>
    - ❖ B4.2: Εκπομπές NO<sub>x</sub>

Υπενθυμίζεται πως, όταν προέκυψε μικρότερο κόστος στο Σενάριο 0 από το κόστος ενός από τα άλλα τρία σενάρια, τότε στις κατηγορίες ωφελειών B1, B2, B3, B4.1 και B4.2 τα ποσά εμφανίζονται με αρνητικό πρόσημο και πρόκειται ουσιαστικά για κόστη του εκάστοτε σεναρίου.

Με τη βοήθεια της εξίσωσης NPV του Microsoft Excel, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μετατρέψει ένα οικονομικό μέγεθος, που αφορά σε μια μελλοντική χρονική περίοδο, σε παρούσα αξία. Για την υπό μελέτη ανάλυση, το επιτόκιο αυτής της μαθηματικής διαδικασίας είναι το SDR που λήφθηκε ίσο με 0,8%. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί σε εκείνα τα ποσά που αφορούν εφάπαξ επένδυση, σε αντίθεση με εκείνα που αφορούν κάθε έτος από τα μελετώμενα.

## 5.7 Αξιολόγηση Οικονομικής Απόδοσης

Μετά από αυτήν τη διαδικασία, πραγματοποιείται η σύγκριση του κόστους και των ωφελειών. Σύμφωνα με αυτήν, μπορεί ο χρήστης του μοντέλου να κρίνει αν η πρόταση είναι συμφέρουσα. Αυτό κρίνεται βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων, (European Commission, 2014):

- Η Οικονομική Καθαρή Παρούσα Αξία (Economic Net Present Value – ENPV) της επένδυσης πρέπει να είναι θετική, **δηλαδή  $ENPV > 0$** .
- Ο Οικονομικός Δείκτης Εσωτερικής Απόδοσης (Economic Rate of Return – ERR) να προκύπτει μεγαλύτερος από το κοινωνικό επιτόκιο προεξόφλησης (SDR), **δηλαδή  $ERR > SDR$** .
- Οι ωφέλειες να είναι μεγαλύτερες από τα κόστη, δηλαδή ο λόγος της ωφέλειας προς το κόστος να είναι μεγαλύτερος της μονάδας, **δηλαδή  $B/C > 1$** .

Σε αυτήν την περίπτωση που μελετάται εν προκειμένω, εξετάζονται τρία σενάρια μείωσης της τιμής του εισιτηρίου MMM στην Αθήνα:

- **Σενάριο 1 (απαισιόδοξο, χειρίστη περίπτωση – worst case):** Σε αυτήν την περίπτωση θεωρήθηκε ότι το κόμιστρο μειώνεται κατά 50% σε σχέση με την υφιστάμενη τιμή του.
- **Σενάριο 2 (ενδιάμεσο, περίπτωση μέσης τιμής – average case):** Σε αυτό το σενάριο μελετάται η περίπτωση μείωσης της τιμής του εισιτηρίου κατά 72,5%.
- **Σενάριο 3 (αισιόδοξο, βέλτιστη περίπτωση – best case):** Σε αυτήν την περίπτωση θεωρήθηκε ότι η τιμή του εισιτηρίου γίνεται μηδενική (100% έκπτωση), αρχής γενομένης από το έτος 2024.

Αυτά τα τρία σενάρια «εισάγονται» στην ανάλυση CBA **συγκρινόμενα με το Σενάριο 0 (S0)**, το οποίο δείχνει την περίπτωση να παραμείνει η ίδια τιμολογιακή πολιτική στον ΟΑΣΑ. Ο καθορισμός των διαφορών αυτών περιεγράφηκε και παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Χρειάστηκε τόσο η συλλογή δεδομένων (μέσω πηγών και παραδοχών), όσο και η εκτίμηση των κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων στην περίοδο ανάλυσης έως το 2030.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα κόστη και οφέλη της επένδυσης καθώς και η οικονομική απόδοση αυτής έως το έτος 2030 για κάθε υπό εξέταση σενάριο.



Πίνακας 24: Αποτελέσματα CBA για το Σενάριο 1

| Οφέλη και Κόστη   | NPV 0,8%           | Υλοποίηση Λειτουργία |                    |                    |                    |                    |                   |                   |                   |
|---|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|   |                    | 2023                 | 2024               | 2025               | 2026               | 2027               | 2028              | 2029              | 2030              |
| <b>K1. Κόστος Επένδυσης (€)</b>   | <b>-11.428.571</b> | <b>-11.520.000</b>   | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b>          | <b>0</b>          | <b>0</b>          |
| K1.1 Αγορά Λεωφορείων   | -10.932.540        | -11.020.000          | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                 | 0                 | 0                 |
| K1.2 Κόστος Μελέτης   | -496.032           | -500.000             | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                 | 0                 | 0                 |
| <b>K2. Λειτουργικά Κόστη (€)</b>  | <b>-83.130.863</b> | <b>0</b>             | <b>-19.482.880</b> | <b>-18.078.854</b> | <b>-13.284.358</b> | <b>-11.409.073</b> | <b>-9.604.944</b> | <b>-7.044.740</b> | <b>-7.091.973</b> |
| K2.1 Απασχόληση πρόσθετου ανθρώπινου δυναμικού (Μισθοί, ημερομίσθια & επιδ) | -6.276.813         | 0                    | -933.015           | -933.015           | -933.015           | -933.015           | -933.015          | -933.015          | -933.015          |
| K2.2 Λειτουργία-Συντήρηση συστήματος  | -3.641.838         | 0                    | -767.189           | -773.819           | -584.525           | -523.294           | -460.766          | -329.570          | -331.735          |
| K2.3 Λειτουργία-Συντήρηση μηχανολογικού εξοπλισμού                          | -14.996            | 0                    | -3.159             | -3.186             | -2.407             | -2.155             | -1.897            | -1.357            | -1.366            |
| K2.4 Κατανάλωση Καυσίμου ΔΣ   | -73.197.216        | 0                    | -17.779.516        | -16.368.834        | -11.764.412        | -9.950.609         | -8.209.266        | -5.780.798        | -5.825.857        |
| <b>Κόστη (K1+K2)</b>  | <b>-94.559.434</b> | <b>-11.520.000</b>   | <b>-19.482.880</b> | <b>-18.078.854</b> | <b>-13.284.358</b> | <b>-11.409.073</b> | <b>-9.604.944</b> | <b>-7.044.740</b> | <b>-7.091.973</b> |
| <b>Οικονομικές Επιπτώσεις-Οφέλη (€)</b>                                     |                    |                      |                    |                    |                    |                    |                   |                   |                   |
| <b>Πλεόνασμα Μετακινούμενων (User surplus)</b>                              | <b>417.994.565</b> | <b>0</b>             | <b>125.235.012</b> | <b>110.267.594</b> | <b>66.781.339</b>  | <b>48.541.936</b>  | <b>38.109.250</b> | <b>21.631.936</b> | <b>20.203.287</b> |
| B1. Χρόνος Διαδρομής  | -237.305.181       | 0                    | -53.346.544        | -54.440.148        | -38.889.319        | -34.017.043        | -28.928.661       | -17.713.019       | -18.076.136       |
| B2. Κατανάλωση Καυσίμου ΙΧ  | 655.299.747        | 0                    | 178.581.555        | 164.707.742        | 105.670.659        | 82.558.979         | 67.037.910        | 39.344.955        | 38.279.422        |
| <b>Οφέλη Εξωτερικών Επιδράσεων</b>  | <b>192.484.431</b> | <b>0</b>             | <b>48.457.395</b>  | <b>47.886.432</b>  | <b>31.321.114</b>  | <b>25.996.383</b>  | <b>21.224.033</b> | <b>12.017.428</b> | <b>11.851.466</b> |
| B3 Οδική Ασφάλεια   | 82.374.473         | 0                    | 22.171.218         | 21.618.296         | 13.130.909         | 10.615.477         | 8.356.980         | 4.597.437         | 4.488.611         |
| <b>B4 Περιβάλλον</b>  | <b>110.109.959</b> | <b>0</b>             | <b>26.286.176</b>  | <b>26.268.136</b>  | <b>18.190.204</b>  | <b>15.380.906</b>  | <b>12.867.052</b> | <b>7.419.990</b>  | <b>7.362.854</b>  |
| B4.1 Εκπομπές CO2   | 112.026.134        | 0                    | 26.624.747         | 26.609.396         | 18.480.352         | 15.655.339         | 13.125.534        | 7.662.361         | 7.607.311         |
| B4.2 Εκπομπές NOx   | -1.916.175         | 0                    | -338.571           | -341.260           | -290.148           | -274.433           | -258.482          | -242.371          | -244.457          |
| <b>Οφέλη (B1+B2+B3+B4)</b>  | <b>610.478.997</b> | <b>0</b>             | <b>173.692.407</b> | <b>158.154.026</b> | <b>98.102.453</b>  | <b>74.538.319</b>  | <b>59.333.282</b> | <b>33.649.364</b> | <b>32.054.752</b> |
| ENPV/Net Benefits   | 515.919.563        | -11.520.000          | 154.209.527        | 140.075.173        | 84.818.095         | 63.129.246         | 49.728.338        | 26.604.624        | 24.962.779        |
| ERR   | 1327,6%            |                      |                    |                    |                    |                    |                   |                   |                   |
| B/C Ratio   | 6,46               |                      |                    |                    |                    |                    |                   |                   |                   |

Πίνακας 25: Αποτελέσματα CBA για το Σενάριο 2

| Οφέλη και Κόστη   | NPV 0,8%            | Υλοποίηση Λειτουργία |                    |                    |                    |                    |                    |                   |                   |
|---|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
|   |                     | 2023                 | 2024               | 2025               | 2026               | 2027               | 2028               | 2029              | 2030              |
| <b>K1. Κόστος Επένδυσης (€)</b>   | <b>-28.591.270</b>  | <b>-28.820.000</b>   | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b>          | <b>0</b>          |
| K1.1 Αγορά Λεωφορείων   | -28.095.238         | -28.320.000          | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                 | 0                 |
| K1.2 Κόστος Μελέτης   | -496.032            | -500.000             | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                 | 0                 |
| <b>K2. Λειτουργικά Κόστη (€)</b>  | <b>-98.759.441</b>  | <b>0</b>             | <b>-22.394.362</b> | <b>-20.904.542</b> | <b>-15.684.691</b> | <b>-13.657.202</b> | <b>-11.708.006</b> | <b>-8.908.022</b> | <b>-8.959.020</b> |
| K2.1 Απασχόληση πρόσθετου ανθρώπινου δυναμικού (Μισθοί, ημερομίσθια & επιδ) | -16.329.642         | 0                    | -2.427.315         | -2.427.315         | -2.427.315         | -2.427.315         | -2.427.315         | -2.427.315        | -2.427.315        |
| K2.2 Λειτουργία-Συντήρηση συστήματος  | -3.902.005          | 0                    | -826.985           | -834.225           | -627.240           | -560.281           | -491.902           | -348.442          | -350.800          |
| K2.3 Λειτουργία-Συντήρηση μηχανολογικού εξοπλισμού                          | -16.067             | 0                    | -3405,2            | -3435,04           | -2582,75           | -2307,04           | -2025,48           | -1434,76          | -1444,47          |
| K2.4 Κατανάλωση Καυσίμου ΔΣ   | -78.511.727         | 0                    | -19.136.657        | -17.639.568        | -12.627.553        | -10.667.300        | -8.786.763         | -6.130.830        | -6.179.460        |
| <b>Κόστη (K1+K2)</b>  | <b>-127.350.711</b> | <b>-28.820.000</b>   | <b>-22.394.362</b> | <b>-20.904.542</b> | <b>-15.684.691</b> | <b>-13.657.202</b> | <b>-11.708.006</b> | <b>-8.908.022</b> | <b>-8.959.020</b> |
| <b>Οικονομικές Επιπτώσεις-Οφέλη (€)</b>                                     |                     |                      |                    |                    |                    |                    |                    |                   |                   |
| <b>Πλεόνασμα Μετακινούμενων (User surplus)</b>                              | <b>457.037.587</b>  | <b>0</b>             | <b>136.932.660</b> | <b>120.567.202</b> | <b>73.019.088</b>  | <b>53.076.023</b>  | <b>41.668.866</b>  | <b>23.652.479</b> | <b>22.090.386</b> |
| B1. Χρόνος Διαδρομής  | -259.470.808        | 0                    | -58.329.408        | -59.525.161        | -42.521.799        | -37.194.425        | -31.630.759        | -19.367.514       | -19.764.548       |
| B2. Κατανάλωση Καυσίμου ΙΧ  | 716.508.395         | 0                    | 195.262.068        | 180.092.363        | 115.540.887        | 90.270.448         | 73.299.625         | 43.019.993        | 41.854.934        |
| <b>Οφέλη Εξωτερικών Επιδράσεων</b>  | <b>210.813.200</b>  | <b>0</b>             | <b>53.033.226</b>  | <b>52.409.574</b>  | <b>34.297.644</b>  | <b>28.476.256</b>  | <b>23.259.495</b>  | <b>13.193.728</b> | <b>13.013.089</b> |
| B3 Οδική Ασφάλεια   | 90.121.465          | 0                    | 24.250.805         | 23.645.941         | 14.365.500         | 11.614.836         | 9.145.117          | 5.034.155         | 4.914.916         |
| <b>B4 Περιβάλλον</b>  | <b>120.691.735</b>  | <b>0</b>             | <b>28.782.421</b>  | <b>28.763.633</b>  | <b>19.932.144</b>  | <b>16.861.420</b>  | <b>14.114.377</b>  | <b>8.159.573</b>  | <b>8.098.173</b>  |
| B4.1 Εκπομπές CO2   | 122.682.590         | 0                    | 29.137.514         | 29.121.534         | 20.234.024         | 17.145.982         | 14.381.360         | 8.408.801         | 8.349.541         |
| B4.2 Εκπομπές NOx   | -1.990.855          | 0                    | -355.094           | -357.901           | -301.880           | -284.561           | -266.983           | -249.228          | -251.369          |
| <b>Οφέλη (B1+B2+B3+B4)</b>  | <b>667.850.787</b>  | <b>0</b>             | <b>189.965.885</b> | <b>172.976.776</b> | <b>107.316.733</b> | <b>81.552.280</b>  | <b>64.928.361</b>  | <b>36.846.207</b> | <b>35.103.475</b> |
| ENPV/Net Benefits   | 540.500.076         | -28.820.000          | 167.571.523        | 152.072.234        | 91.632.041         | 67.895.077         | 53.220.355         | 27.938.185        | 26.144.455        |
| ERR   | 568,4%              |                      |                    |                    |                    |                    |                    |                   |                   |
| B/C Ratio   | 5,24                |                      |                    |                    |                    |                    |                    |                   |                   |

Πίνακας 26: Αποτελέσματα CBA για το Σενάριο 3

| Οφέλη και Κόστη  | NPV 0,8%            | Υλοποίηση Λειτουργία |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |          |
|--|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
|  |                     | 2023                 | 2024               | 2025               | 2026               | 2027               | 2028               | 2029               | 2030               |          |
| <b>Κ1. Κόστος Επένδυσης (€)</b>  | <b>-50.456.349</b>  | <b>-50.860.000</b>   | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b>           | <b>0</b> |
| K1.1 Αγορά Λεωφορείων  | -49.960.317         | -50.360.000          | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0        |
| K1.2 Κόστος Μελέτης  | -496.032            | -500.000             | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0        |
| <b>Κ2. Λειτουργικά Κόστη (€)</b>   | <b>-118.228.370</b> | <b>0</b>             | <b>-26.024.351</b> | <b>-24.426.578</b> | <b>-18.675.574</b> | <b>-16.457.514</b> | <b>-14.326.701</b> | <b>-11.227.232</b> | <b>-11.282.145</b> |          |
| K2.1 Απασχόληση πρόσθετου ανθρώπινου δυναμικού (Μισθοί, ημερομίσθια & επίδομα) | -28.866.622         | 0                    | -4.290.871         | -4.290.871         | -4.290.871         | -4.290.871         | -4.290.871         | -4.290.871         | -4.290.871         |          |
| K2.2 Λειτουργία-Συντήρηση ουστήματος   | -4.204.930          | 0                    | -900.612           | -907.657           | -677.926           | -603.069           | -526.696           | -367.489           | -369.312           |          |
| K2.3 Λειτουργία-Συντήρηση μηχανολογικού εξοπλισμού                             | -17.314             | 0                    | -3.708             | -3.737             | -2.791             | -2.483             | -2.169             | -1.513             | -1.521             |          |
| K2.4 Κατανάλωση Καυσίμου ΔΣ  | -85.139.504         | 0                    | -20.829.159        | -19.224.312        | -13.703.986        | -11.561.091        | -9.506.965         | -6.567.359         | -6.620.441         |          |
| <b>Κόστη (Κ1+Κ2)</b>   | <b>-168.684.720</b> | <b>-50.860.000</b>   | <b>-26.024.351</b> | <b>-24.426.578</b> | <b>-18.675.574</b> | <b>-16.457.514</b> | <b>-14.326.701</b> | <b>-11.227.232</b> | <b>-11.282.145</b> |          |
| <b>Οικονομικές Επιπτώσεις-Οφέλη (€)</b>  |                     |                      |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |          |
| <b>Πλεόνασμα Μετακινούμενων (User surplus)</b>                                 | <b>522.586.143</b>  | <b>0</b>             | <b>153.839.714</b> | <b>135.550.601</b> | <b>83.311.616</b>  | <b>61.189.559</b>  | <b>48.667.970</b>  | <b>28.996.759</b>  | <b>27.191.756</b>  |          |
| B1. Χρόνος Διαδρομής   | -287.113.774        | 0                    | -64.543.586        | -65.866.730        | -47.051.898        | -41.156.968        | -35.000.571        | -21.430.850        | -21.870.182        |          |
| B2. Κατανάλωση Καυσίμου ΙΚ   | 809.699.917         | 0                    | 218.383.300        | 201.417.331        | 130.363.514        | 102.346.526        | 83.668.541         | 50.427.609         | 49.061.938         |          |
| <b>Οφέλη Εξωτερικών Επιδράσεων</b>   | <b>239.084.301</b>  | <b>0</b>             | <b>59.395.119</b>  | <b>58.699.657</b>  | <b>38.794.165</b>  | <b>32.388.928</b>  | <b>26.662.266</b>  | <b>15.601.237</b>  | <b>15.392.132</b>  |          |
| B3 Οδική Ασφάλεια  | 101.949.638         | 0                    | 27.140.133         | 26.463.770         | 16.228.713         | 13.189.767         | 10.460.845         | 5.926.054          | 5.785.966          |          |
| <b>B4 Περιβάλλον</b>   | <b>137.134.663</b>  | <b>0</b>             | <b>32.254.986</b>  | <b>32.235.887</b>  | <b>22.565.453</b>  | <b>19.199.162</b>  | <b>16.201.421</b>  | <b>9.675.182</b>   | <b>9.606.196</b>   |          |
| B4.1 Εκπομπές CO2  | 139.200.840         | 0                    | 32.628.519         | 32.612.350         | 22.879.126         | 19.493.276         | 16.475.683         | 9.930.498          | 9.863.694          |          |
| B4.2 Εκπομπές NOx  | -2.066.177          | 0                    | -373.533           | -376.463           | -313.673           | -294.115           | -274.262           | -255.316           | -257.498           |          |
| <b>Οφέλη (B1+B2+B3+B4)</b>   | <b>761.670.444</b>  | <b>0</b>             | <b>213.234.833</b> | <b>194.250.258</b> | <b>122.105.781</b> | <b>93.578.487</b>  | <b>75.330.236</b>  | <b>44.597.995</b>  | <b>42.583.918</b>  |          |
| <b>ENPV/Net Benefits</b>   | <b>592.985.724</b>  | <b>-50.860.000</b>   | <b>187.210.482</b> | <b>169.823.681</b> | <b>103.430.207</b> | <b>77.120.973</b>  | <b>61.003.535</b>  | <b>33.370.763</b>  | <b>31.301.773</b>  |          |
| <b>ERR</b>   | <b>353,5%</b>       |                      |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |          |
| <b>B/C Ratio</b>   | <b>4,52</b>         |                      |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |          |

Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρείται ότι η εφαρμογή των ΔΔΣ στην Αθήνα έχει σημαντική θετική επιρροή στην οδική ασφάλεια, στο περιβάλλον και γενικότερα στην κοινωνία. Συγκεκριμένα, το εξεταζόμενο σύστημα παρουσιάζει θετικό ENPV σε όλα τα σενάρια, από 515 εκατ. έως 592 εκατ. €, ERR>100% και B/C από 4,5 έως 6,4, υποδεικνύοντας την οικονομική βιωσιμότητα του σε βάθος χρόνου.

Τέλος, τονίζεται ότι ακόμη και σε ακραίες μεταβολές των τιμών σημαντικών παραμέτρων, το ENPV παραμένει θετικό, εξασφαλίζοντας θετικό αντίκτυπο στην κοινωνία όπως παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες. Συγκεκριμένα, φαίνεται ότι σε ακραίες μεταβολές του δείκτη SDR καθώς και της αποδοχής των ΔΔΣ έναντι του ΙΧ, ο δείκτης ENPV παραμένει θετικός.

Πίνακας 27: Αποτελέσματα ENPV με ανάλυση εναισθησίας στο SDR.

| SDR          | ENPV-S1      | ENPV-S2      | ENPV-S3      |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>0,80%</b> | €515.919.563 | €540.500.076 | €592.985.724 |
| <b>2%</b>    | €492.894.966 | €515.894.468 | €564.950.758 |
| <b>3%</b>    | €474.992.290 | €496.809.435 | €543.381.567 |
| <b>4%</b>    | €458.022.895 | €478.720.645 | €522.952.382 |
| <b>5%</b>    | €441.924.758 | €461.561.987 | €503.586.955 |
| <b>6%</b>    | €426.640.771 | €445.272.585 | €485.215.105 |

Πίνακας 28 : Αποτελέσματα ENPV με ανάλυση εναισθησίας στο ποσοστό αποδοχής.

| ΑΠΟΔΟΧΗ S1 | ENPV-S1     | ENPV-S2     | ENPV-S3     |
|------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>2%</b>  | 5.489.732   | 8.001.332   | 42.879.132  |
| <b>5%</b>  | 45.929.498  | 52.218.399  | 91.064.321  |
| <b>10%</b> | 113.638.084 | 126.251.343 | 171.746.139 |
| <b>20%</b> | 250.431.787 | 275.822.341 | 334.772.313 |
| <b>30%</b> | 389.608.806 | 427.999.270 | 500.676.994 |

## 6<sup>ο</sup> Κεφάλαιο Συμπεράσματα

### 6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Η θέσπιση Δωρεάν Δημόσιων Συγκοινωνιών (ΔΔΣ) διερευνάται σε αρκετές πόλεις ως μια πιθανή διέξοδος για τον έλεγχο και τη **μείωση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προβλημάτων** από την κυκλοφορία στις πόλεις. Οι ΔΔΣ μπορούν να λάβουν διάφορες μορφές, από τις μερικές ΔΔΣ, που περιλαμβάνουν περιορισμούς στην εφαρμογή τους και χρησιμοποιούνται ευρύτερα, μέχρι τις πλήρως ΔΔΣ. Τα τελευταία χρόνια, η εξέλιξη των πλήρως ΔΔΣ κυρίως σε μικρές ή μεσαίου μεγέθους πόλεις της Β. Αμερικής και της Ευρώπης, είναι ραγδαία. Οι τρεις κύριοι στόχοι των συστημάτων αυτών είναι (1) η μείωση των αστικών μετακινήσεων με ιδιωτικής χρήσης (ΙΧ) οχήματα και η ταυτόχρονη αύξηση των μετακινήσεων με Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ), (2) η βελτίωση της κοινωνικής ένταξης και (3) η ενίσχυση της αστικής και οικονομικής ανάπτυξης των πόλεων. Ωστόσο, πριν από την εφαρμογή του συστήματος ΔΔΣ, είναι αναγκαία η πραγματοποίηση λεπτομερούς αξιολόγησης για να διαπιστωθεί εάν αξίζει να αναληφθεί, από την άποψη της κοινωνικής ευημερίας.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αποσκοπεί στη **διερεύνηση της κοινωνικο-οικονομικής σκοπιμότητας της εισαγωγής και λειτουργίας των ΔΔΣ στην Αθήνα**. Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιείται Ανάλυση Κόστους-Οφέλους (Cost-Benefit Analysis - CBA), για την αξιολόγηση των κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων των ΔΔΣ στην Αθήνα, μέχρι το έτος 2030. Στο πλαίσιο της ανάλυσης αναπτύσσονται Σενάρια, λαμβάνοντας υπόψη 0% (S0), 50% (S1), 72,5% (S2) και 100% (S3) έκπτωση, αντίστοιχα, στα εισιτήρια των ΔΣ. Επισημαίνεται ότι το σενάριο S0 αντιπροσωπεύει την υφιστάμενη κατάσταση, κατά την οποία δεν πραγματοποιείται έκπτωση στο κόμιστρο των ΔΣ. Καταρχήν, αναπτύσσεται ένα μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης για να διερευνηθεί για καθένα από τα τρία σενάρια ΔΔΣ (S1-S3) το επίπεδο αποδοχής των Αθηναίων μετακινούμενων όσον αφορά τις ΔΔΣ έναντι του ΙΧ αυτοκινήτου, χρησιμοποιώντας δεδομένα από έρευνα ερωτηματολογίου δηλωμένης προτίμησης. Τα αποτελέσματα του μοντέλου αυτού χρησιμοποιήθηκαν στην Ανάλυση Κόστους-Οφέλους.

Στη συνέχεια, για τα Σενάρια S1-S3 εκτιμήθηκαν και εκφράστηκαν σε χρηματικές μονάδες, το επενδυτικό και το λειτουργικό κόστος, καθώς και οι επιπτώσεις στο χρόνο ταξιδιού, στην κατανάλωση καυσίμων, στην οδική ασφάλεια και στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Λαμβάνοντας υπόψη το εκτιμώμενο κόστος και τα οφέλη από την εισαγωγή των ΔΔΣ στην Αθήνα, υπολογίστηκαν ο Οικονομικός Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Economic Rate of Return – ERR), η Οικονομική Καθαρή Παρούσα Αξία (Economic Net Present Value – ENPV) και ο λόγος των ωφελειών προς τα κόστη (B/C) για να αξιολογηθεί η **οικονομική βιωσιμότητα** της λειτουργίας των ΔΔΣ στην Αθήνα έως το έτος 2030. Τέλος, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας του δείκτη ENPV ως συνάρτηση κρίσιμων παραμέτρων όπως το κοινωνικό επιτόκιο αναγωγής. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της κοινωνικο-οικονομικής ανάλυσης.

Πίνακας 29: Συνοπτικά αποτελέσματα ανάλυσης CBA ανά σενάριο

| Σενάριο                   | ENPV (€)    | ERR(%) | B/C  |
|---------------------------|-------------|--------|------|
| S1 Μείωση κομίστρου 50%   | 515.919.563 | >100%  | 6,46 |
| S2 Μείωση κομίστρου 72,5% | 540.500.076 | >100%  | 5,24 |
| S3 Μείωση κομίστρου 100%  | 592.985.724 | >100%  | 4,52 |

## 6.2 Συμπεράσματα

Με την εισαγωγή και λειτουργία των μερικώς αλλά και των πλήρως Δωρεάν Δημόσιων Συγκοινωνιών στο αστικό δίκτυο της Αθήνας εκτιμάται σημαντική βελτίωση της οδικής ασφάλειας, του περιβάλλοντος και γενικότερα της ποιότητας ζωής στην Αθήνα. Συγκεκριμένα, έως το έτος 2030 αναμένεται σημαντική μείωση νεκρών και τραυματιών σε οδικά ατυχήματα, κατανάλωσης καυσίμου και ατμοσφαιρικών ρύπων. Η παρούσα επέμβαση στο αστικό δίκτυο της Αθήνας αποτελεί **μια κοινωνικο-οικονομικά βιώσιμη επένδυση**.

Ειδικότερα, τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα Διπλωματική Εργασία συνοψίζονται στα ακόλουθα σημεία:

### Αποδοχή μετακινουμένων

- Η **αποδοχή των ΔΔΣ από τους μετακινούμενους** εξαρτάται σημαντικά κυρίως από τρεις παραμέτρους: το κόστος μετακίνησης, το χρόνο μετακίνησης και την άνεση του μέσου μεταφοράς. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε ότι οι ερωτηθέντες είναι πιο πρόθυμοι να επιλέξουν τις ΔΔΣ έναντι του ΙΧ οχήματος, εφόσον εγγυόνται χαμηλότερο κόστος μετακίνησης, εξοικονομούν περισσότερο χρόνο και τους παρέχει την καλύτερη άνεση.
- Για το Σενάριο 1 (50% έκπτωση κομίστρου), εκτιμάται ότι η **πιθανότητα αλλαγής μέσου από ΙΧ όχημα σε ΔΔΣ** είναι περίπου 40,1%, για το Σενάριο 2 (72,5% έκπτωση κομίστρου) 43,8%, ενώ για το Σενάριο 3 όπου αντιπροσωπεύει τις πλήρως ΔΔΣ (100% έκπτωση κομίστρου), το αντίστοιχο ποσοστό φτάνει το 48,5%.
- Επιπλέον από το μοντέλο αποδοχής μετακινούμενων προέκυψε ότι:
  - i. Όσο **αυξάνεται το κόμιστρο των ΔΣ** τόσο λιγότερο πιθανό είναι να τα επιλέξουν οι μετακινούμενοι.
  - ii. Αντιστρόφως ανάλογα λειτουργεί και ο **χρόνος διαδρομής** σαν παράμετρος. Όσο περισσότερο χρόνο κάνουν οι μετακινούμενοι στα ΜΜΜ να ολοκληρώσουν την μετακίνηση τους τόσο λιγότερο πιθανό είναι να επιλέξουν να μετακινούνται με αυτόν τον τρόπο.
  - iii. Η **άνεση** από την άλλη, συμπεραίνουμε από το μοντέλο πως όσο αυξάνεται στις ΔΣ, τόσο πιο πιθανό είναι να επιλέξουν η μετακινούμενοι αυτόν τον τρόπο μετακίνησης.

### Κοινωνικο-οικονομική ανάλυση κόστους ωφελειών

- Η εφαρμογή των ΔΔΣ στα αστικά κέντρα πόλεων έχει σημαντική **θετική επιρροή** στην οδική ασφάλεια, στο περιβάλλον και γενικότερα στην κοινωνία.
- Αυτή η θετική επιρροή των ΔΔΣ στο κέντρο της Αθήνας οφείλεται στο γεγονός ότι μπορεί να επιφέρει έως το έτος 2030:
  - i. **μείωση των νεκρών** σε οδικά ατυχήματα κατά 20 (S1) - 25 (S3), των βαριά τραυματιών κατά 38 (S1) - 46 (S3) και των ελαφρά τραυματιών κατά 622 (S1) -733 (S3),
  - ii. **μείωση της κατανάλωσης καυσίμου** από τα ΙΧ οχήματα κατά 1,3 (S1) – 1,4 (S3) δις λίτρα καυσίμου ισοδύναμου με την βενζίνη,
  - iii. **μείωση CO<sub>2</sub> ρύπων** 2,5 (S1) – 3,1 (S3) εκατ. τόνους,

- Αύξηση NOx ρύπων 1.040 (S1) - 1.130 (S3) τόνους και αύξηση χρόνου διαδρομής 221 (S1) – 267 (S3) εκατ. επιβατοώρες
- Το σημαντικότερο οικονομικό όφελος προκύπτει λόγω της **μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου** όσον αφορά στους μετακινούμενους που χρησιμοποιούσαν ΙΧ για τις μετακινήσεις τους εντός της πόλης και πλέον με την εισαγωγή των ΔΔΣ μετακινούνται με ΔΣ. Επίσης, σημαντικό μέρος τη επιρροής αυτής οφείλεται και στην ευθεία μείωση των παθόντων στα οδικά ατυχήματα.
- Και τα τρία σενάρια που εξετάστηκαν, το Σενάριο 1 (με 50% μείωση εισιτηρίου), το Σενάριο 2 (με 72,5% έκπτωση εισιτηρίου) και το Σενάριο 3 (δωρεάν εισιτήριο) παρουσιάζουν θετικό ENPV και λόγο B/C μεγαλύτερο της μονάδας κάτι που **υποδεικνύει την οικονομική βιωσιμότητα των μερικώς και πλήρως ΔΔΣ στην Αθήνα** έως το έτος 2030.
- Εάν θεωρηθούν ως βασικό κριτήριο επιλογής οι οικονομικοί δείκτες αλλά και η μεγιστοποίηση του κοινωνικού και περιβαλλοντικού οφέλους, το Σενάριο S3 που αντιστοιχεί σε έκπτωση κομίστρου ίση με 100% κρίνεται ως προτιμητέο καθώς παρουσιάζει το **υψηλότερο ENPV** (678 εκατ. €), συγκριτικά με τα υπόλοιπα υπό εξέταση Σενάρια.
- Η μεθοδολογία αυτή είναι **κατάλληλη για την αξιολόγηση πολιτικών** όπως η εισαγωγή των ΔΔΣ.
- Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στην **επιλογή των κατάλληλων παραδοχών** και υπολογισμών των επιμέρους τιμών των απαραίτητων επενδύσεων και του συνεπαγόμενου κόστους.

### 6.3. Προτάσεις για την εφαρμογή των ΔΔΣ

Ακολούθως παρουσιάζονται προτάσεις για την εφαρμογή των ΔΔΣ στην Αθήνα.

- Για την επιτυχημένη εισαγωγή και λειτουργία των ΔΔΣ στην Αθήνα προτείνεται σε πρώτη φάση η **πilotική λειτουργία** τους. Μια πιλοτική περίοδος θα επιτρέψει την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας του συστήματος, προτού επεκταθεί σε ολόκληρη την πόλη. Κατά τη διάρκεια της πιλοτικής περιόδου, οι κάτοικοι της Αττικής να σχηματίσουν γνώμη για τα οφέλη των ΔΔΣ αφού τα χρησιμοποιήσουν για κάποιο χρονικό διάστημα αλλά και για το κράτος ώστε να εκτιμήσει το λειτουργικό κόστος αυτής της επένδυσης. Για την πιλοτική εφαρμογή των ΔΔΣ προτείνεται ο καθορισμός περιοχής και δρομολογίων, η αποτίμηση της ζήτησης για ΔΔΣ, η ενημέρωση του κοινού. Μετά την υλοποίηση της πιλοτικής λειτουργίας, μπορεί να γίνει αξιολόγηση των αποτελεσμάτων καθώς και μια έρευνα για την ικανοποίηση των επιβατών από τις ΔΔΣ.
- Είναι απαραίτητο να οργανωθούν **διαφημιστικές εκστρατείες** για την προβολή της έναρξης της λειτουργίας και των οφελών των ΔΔΣ. Μέσω αυτών των δράσεων, το κοινό θα ενημερωθεί για τα πλεονεκτήματα της χρήσης των ΔΣ. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν τη

μείωση του κόστους μετακίνησης, την ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, την αποσυμφόρηση των οδικών δικτύων και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών. Ο στόχος είναι να ευαισθητοποιηθούν οι πολίτες σχετικά με την εισαγωγή των ΔΔΣ και τα οφέλη που προσφέρουν. Με μια καλά σχεδιασμένη και εκτελεσμένη εκστρατεία, θα είναι πιθανότερο να αυξηθεί η χρήση των ΔΣ και να επιτευχθεί η επιτυχημένη εισαγωγή και λειτουργία τους στην Αθήνα.

- Επίσης, το κράτος θα μπορούσε να δώσει **«αντι-κίνητρα» για την χρήση των ΙΧ οχημάτων**. Για παράδειγμα αύξηση της φορολογίας στα βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα Ι.Χ. , ή η είσοδος στον δακτύλιο να γίνεται με χρηματικό αντίτιμο. Επιπρόσθετα μπορεί να αυξηθεί η αστυνόμευση και το πρόστιμο για την παράνομη στάθμευση.
- Ακόμα, προτείνεται η **αναβάθμιση των υπαρχουσών υποδομών και του στόλου ΔΣ** καθώς και του επιπέδου εξυπηρέτησης των ΔΣ, αυξάνοντας δρομολόγια, αγοράζοντας νέα φιλικά προς το περιβάλλον λεωφορεία και άλλες τέτοιες ενέργειες που θα προσελκύσουν περισσότερους μετακινούμενους στις ΔΣ από τα ΙΧ, και θα κάνουν πιο ομαλή την μετάβαση στις ΔΔΣ.
- Κλείνοντας ένας πολύ σημαντικός παράγοντας είναι το κόστος (επένδυσης αλλά και λειτουργίας) των ΔΔΣ . Θα μπορούσε το κράτος να βρει πρακτικές ώστε να καλύπτει την μείωση του κομίστρου (ή την απαλοιφή του) είτε μέσω διαφημίσεων στα μέσα μεταφοράς , είτε με φορολογία σε όλους τους κατοίκους για τα ΜΜΜ είτε με ειδικά κονδύλια του κράτους ή του δήμου προς τον ΟΑΣΑ.

#### 6.4. Προτάσεις για μελλοντική επέκταση της έρευνας

Αξίζει να τονιστεί η συνθετότητα του ζητήματος αυτού, ειδικά στην περίπτωση μιας πολυπληθούς πρωτεύουσας, όπως η Αθήνα. Στην περίπτωση που όντως προωθηθεί το μέτρο προς εφαρμογή, θα πρόκειται για ένα από τα μεγαλύτερα αστικά συγκροτήματα που θα διαθέτουν σύστημα δωρεάν μετακινήσεων. Είναι δεδομένο, ότι η λήψη μιας τέτοιας απόφασης προϋποθέτει περαιτέρω έρευνα και οικονομοτεχνικού περιεχομένου (πηγές απαραίτητης χρηματοδότησης από Κράτος, Ευρωπαϊκή Ένωση, Δήμο, διαφημίσεις), όσο και συνεχή έλεγχο της πορείας του μέτρου σε τακτά χρονικά διαστήματα, για να επιβεβαιώνεται η ομαλή συνέχιση του μεταφορικού έργου.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία μπορεί να αποτελέσει την αφορμή για την πιο ενδελεχή έρευνα στο ζήτημα και την εφαρμογή των ΔΔΣ στο μέλλον, τόσο με την ενδελεχή βιβλιογραφική ανασκόπηση που παρέχει, όσο και με την ανάλυση που εκπονήθηκε. Αρχικά, η εφαρμογή αυτή μπορεί να είναι πιλοτική, για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα, ίσως ορισμένων μηνών. Μετά από αυτό το διάστημα, προτείνεται η πραγματοποίηση μιας έρευνας για την ικανοποίηση των χρηστών, καθώς και μιας μελέτης CBA με τα πραγματικά οικονομικά δεδομένα που θα έχουν προκύψει.

Σε κάθε περίπτωση, είναι αναγκαία η υποστήριξη του θεσμού των ΔΣ, ακόμη και των μη δωρεάν, καθώς είναι αναγκαίο να μετατρέψουμε τις πόλεις μας σε αστικά κέντρα με πιο ασφαλή μετακίνηση, χωρίς μόλυνση και με άνεση κατά τις μετακινήσεις και η συχνότερη χρήση ΜΜΜ μπορεί να συντελέσει σε όλα τα παραπάνω.

Οι πιθανές προεκτάσεις-παραλλαγές της παρούσας, έτσι ώστε να υπάρξει εμβάθυνση στην έρευνα επί του θέματος των ΔΔΣ είναι:

- η εξερεύνηση των κοινωνικό-οικονομικών επιπτώσεων από τις ΔΔΣ σε άλλες πόλεις της Ελλάδας, λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (μέγεθος, πληθυσμός, στόλος ΜΜΜ και χρήση ΙΧ, κ.α.) τους. Κρίνεται πιθανόν να υπάρχουν πόλεις, όπου μια αντίστοιχη ανάλυση κοινωνικό-οικονομικών επιπτώσεων θα εξήγαγε αρνητικά αποτελέσματα και θα ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε τους λόγους για αυτό.
- Δεν θα ήταν δυνατό στο πλαίσιο της Διπλωματικής Εργασίας να υφίστανται οι συνθήκες να ληφθούν πράγματι υπόψη όλες οι παράμετροι που επηρεάζουν την επιλογή μέσου μεταφοράς. Προτείνεται επέκταση της ανάλυσης CBA, συνυπολογίζοντας πρόσθετες συνιστώσες, όπως το ποσό που δεν πληρώνεται από τους χρήστες προς τον ΟΑΣΑ λόγω του χαμηλού εισιτηρίου, το ποσό που μπορεί να ανακτηθεί μέσω διαφημίσεων ή άλλων πηγών.
- ο συνδυασμός των ΔΔΣ μαζί με σύγχρονα συστήματα μεταφορών (αυτόνομα οχήματα, ηλεκτρικά οχήματα, κ.α.) και μελέτη της ελκυστικότητας των ΜΜΜ ανά περίπτωση.

## Βιβλιογραφία

- ACEA. (2019). Passenger car fleet by fuel type, European Union. Ανάκτηση από <https://www.acea.auto/figure/passenger-car-fleet-by-fuel-type/>
- Bhatta, S., & Drennan, M. P. (2003). The economic benefits of public investment in transportation: A review of recent literature. *Journal of Planning Education and Research*, 22(3), σσ. 288-296. Ανάκτηση 2022, από [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=en&user=inx1nUIAAAAJ&citation\\_for\\_view=inx1nUIAAAAJ:Y0pCki6q\\_DkC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=inx1nUIAAAAJ&citation_for_view=inx1nUIAAAAJ:Y0pCki6q_DkC)
- Black, W. R., & Nijkamp, P. (2002). *Social Change and Sustainable Transport*. New York: Barnes and Noble.
- Briche, H., & Hure, M. (2017). *Dunkirk as a New “Laboratory” for Free Transit*. Ανάκτηση 2022, από <https://metropolitics.org/Dunkirk-as-a-New-Laboratory-for-Free-Transit.html>
- Brie, M. (2018). Belgium: Ending the Car Siege in Hasselt. Στο J. Dellheim, & J. Prince, *Free Public Transit: And Why We Don't Pay To Ride Elevators*. Black Rose Books. Ανάκτηση 2022
- Cats, O., Susilo, Y. O., & Reimal, T. (2016). *The prospects of fare-free public transport: evidence from Tallin*. Springer. doi:10.1007/s11116-016-9695-5
- CERTU. (2010, April). Le débat: la gratuité des Transports Collectifs Urbains? . (CERTU, Επιμ.) *TRANS FLASH: Bulletin d'information des déplacements urbains départementaux et régionaux*(352). Ανάκτηση από <http://docplayer.fr/29335708-Le-debat-la-gratuite-des-transport-collectifs-urbains.html>
- Cervero, R. (1990, February). Transit pricing research: A review and synthesis. (K. W. Axhausen, Επιμ.) *Transportation*(17), σσ. 117-139. doi:10.1007/BF02125332
- City Council of Stockholm. (2011). *Annual Report of the City Council of Stockholm*. Stockholm: City Council of Stockholm. Ανάκτηση 2022, από [https://international.stockholm.se/globalassets/ovriga-bilder-och-filer/city\\_of\\_stockholm\\_annual\\_report\\_2011.pdf](https://international.stockholm.se/globalassets/ovriga-bilder-och-filer/city_of_stockholm_annual_report_2011.pdf)
- Cordier, B. (2007). *La gratuité totale des transports collectifs urbains : effets sur la fréquentation et intérêts*. Bureau d'études en transports en déplacements.
- Duhamel, Y. (2004). *GRATUITE DES TRANSPORTS PUBLICS URBAINS ET REPARTITION MODALE RETOUR SUR RAPPORT FINAL* . Ivry, France. Ανάκτηση 2022, από [https://www.utp.fr/system/files/Publications/Axiales2004\\_Impact\\_Gratuit\\_TP\\_Rapport\\_Predit.pdf](https://www.utp.fr/system/files/Publications/Axiales2004_Impact_Gratuit_TP_Rapport_Predit.pdf)
- Dutra, A. (2019). *THE PRESENT AND THE FUTURE OF FARE-FREE PUBLIC TRANSPORT AND SUSTAINABLE PUBLIC TRANSPORT: THE CASES OF AVESTA AND TALLINN AND THE VISIONS FOR LUXEMBOURG AND UPPSALA*. Master Thesis, Uppsala. Ανάκτηση 2022, από <http://www.cemus.uu.se/wp-content/uploads/2021/05/Dutra-A.2019-Thesis.pdf>
- European Commission. (2004). *Reclaiming city streets for people ‘Chaos or quality of life?’*.
- European Commission. (2014). *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects*. Brussels: European Commission.
- Eurostat. (2021). *Distribution of distance travelled per person per day by travel purpose for urban mobility on all days*. Eurostat.



- Figg, H. (2021, June 2). *Eltis*, 2nd Edition. Ανάκτηση 2022, από [eltis.org](https://www.eltis.org/resources/case-studies/free-passenger-transport-exploring-benefits-and-disadvantages):  
<https://www.eltis.org/resources/case-studies/free-passenger-transport-exploring-benefits-and-disadvantages>
- Fosgerau, M., Hjorth, K., & Lyk-Jensen, S. V. (2010, October). Between-mode-differences in the value of travel time: Self-selection or strategic behaviour? *Transportation Research Part D: Transportation and environment*, 15(7), σσ. 370-381.
- Giovannangeli, M., & Sagot-Duvauroux, J. (2012). *Voyageurs sans ticket: Liberté, égalité, gratuité: une expérience sociale à Aubagne*. Éditions Au diable.
- (2019). *Handbook of external costs of transport*. Brussels: European Commission.
- Hodge, D. C., Orrell, J. D., & Strauss, T. R. (1994). *FREE FARE POLICY: COSTS, IMPACTS ON TRANSIT SERVICE AND ATTAINMENT OF TRANSIT SYSTEM GOALS*. Washington State Transportation Center.
- Holland, M., Pye, S., Watkiss, P., & Droste-Franke, B. (2005). *Damages per tonne emission of PM2.5, NH3, SO2, NOx and VOCs from each EU25 Member State (excluding Cyprus) and surrounding seas*. European Commission DG Environment. Ανάκτηση από  
[https://ec.europa.eu/environment/archives/cafe/activities/pdf/cafe\\_cba\\_externalities.pdf](https://ec.europa.eu/environment/archives/cafe/activities/pdf/cafe_cba_externalities.pdf)
- Isacsson, L. (2015). *Equality and Growth: Fare free public transport in Avesta Municipality*. Avesta: Avesta Municipality. Ανάκτηση 2022, από  
<https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.tallinn.ee%2Fen%2Fmedia%2F312231&wdOrigin=BROWSELINK>
- ITF. (2021). *Covid-19 and Transport: A Compendium*. Paris: OECD Publishing.
- Kębłowski, W. (2017). *More than just riding without a ticket? Exploring the geography of fare-free public transport*. Brussels. Ανάκτηση 2022, από  
[https://www.researchgate.net/publication/320300147\\_More\\_than\\_just\\_riding\\_without\\_a\\_ticket\\_Exploring\\_the\\_geography\\_of\\_fare-free\\_public\\_transport](https://www.researchgate.net/publication/320300147_More_than_just_riding_without_a_ticket_Exploring_the_geography_of_fare-free_public_transport)
- Larrabure, M. (2016, August 2). The struggle for the new commons in the Brazilian free transit movement. *Studies in Political Economy: A Socialist Review*, σσ. 175-194. Ανάκτηση 2022, από  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07078552.2016.1211135>
- Luxembourg.lu. (2022). Luxembourg: Let's make it happen. (l. a. Luxembourg, Επιμ.) Luxembourg, Luxembourg. Ανάκτηση 2022, από <https://luxembourg.public.lu/en/living/mobility/public-transport.html>
- Manaugh, K., & El-Geneidy, A. M. (2012). *Who Benefits from New Transportation Infrastructure? Using Accessibility Measures to Evaluate Social Equity in Transit Provision*. London.
- Mobilite Gratuite. (2022). *Mobilite Gratuite*. Ανάκτηση 2022, από [mobilitegratuite.lu](https://mobilitegratuite.lu/):  
<https://mobilitegratuite.lu/>
- Nanaki, E. A., Koroneos, C. J., Xydis, G. A., & Rovas, D. (2014, September). Comparative environmental assessment of Athens urban buses—Diesel, CNG and biofuel powered. *Transport Policy*, σσ. 311-318.
- Otte, D., Jansch, M., & Johannsen, H. (2015). Investigation of bicycle accidents involving collisions with the opening door of parking vehicles and demands for a suitable driver assistance system. *IRCOBI Conference 2015*, (σσ. 13-21).

- Rapid Transition Alliance. (2021, October 28). *Rapid Transition Alliance*. Ανάκτηση από <https://www.rapidtransition.org/stories/free-public-transport-the-new-global-initiative-clearing-the-air-roads-and-helping-keep-climate-targets-on-track/>
- Ruiz-Montañez, M. (2017). Financing public transport: a spatial model based on city size. *European Journal of Management and Business Economics*, 26(1), σσ. 112-122. Ανάκτηση 2022, από <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/EJMBE-07-2017-007/full/pdf?title=financing-public-transport-a-spatial-model-based-on-city-size>
- Söderbaum, P. (2018). *Economics, ideological orientation and democracy for sustainable development* (2nd Edition εκδ.). Bristol, UK: World Economics Association.
- Storchmann, K. (2003). Externalities by Automobiles and Fare-Free Transit in Germany. *Journal of Public Transport*, 6(4), σσ. 89-105. Ανάκτηση 2022
- Tuisk, T., & Prause, G. (2019). Chapter 8 - Case study: Free public transport as instrument for energy savings and urban sustainable development—the case of the city of Tallinn. Στο M. Authors, M. Tvaronavičienė, & B. Ślusarczyk (Επιμ.), *Energy Transformation Towards Sustainability* (σσ. 163-177). Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/C2018-0-02510-4>
- Van-Goeverden, C., Rietveld, P., Koelemeijer, J., & Peeters, P. (2006). *Subsidies in public transport*.
- Γιαννόπουλος, Γ. Α. (2020). *Σύλλογος Ελλήνων Συγκοινωνιολόγων*. Ανάκτηση 2022, από <https://www.ses.gr/dimosiesastikessugkoinwniesthessalonikis/>
- Γούλας, Β. (2022). *ΔΩΡΕΑΝ ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ*. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα.
- ΕΛΣΤΑΤ. (2021). *Οδικά ατυχήματα - 2019*. Αθήνα: ΕΛΣΤΑΤ.
- ΕΛΣΤΑΤ. (2022). *ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ: ΟΔΙΚΑ ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ: Έτος 2020*. Πειραιάς: Ελληνική Στατιστική Αρχή. Ανάκτηση 2022, από [https://www.statistics.gr/documents/20181/17776954/NWS\\_SDT04DTAN2020\\_30032022\\_GR.pdf/f9fada24-6252-b269-f95c-4b09213b2bda?t=1648627186870](https://www.statistics.gr/documents/20181/17776954/NWS_SDT04DTAN2020_30032022_GR.pdf/f9fada24-6252-b269-f95c-4b09213b2bda?t=1648627186870)
- Μπόλκας, Α. (2022). *Επιπτώσεις της πανδημίας Covid-19 στις μεταφορές*. Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Θεσσαλονίκη. Ανάκτηση από <http://ikee.lib.auth.gr/record/343630/files/Bolkas.pdf>
- ΟΑΣΑ. (2019). *Έκθεση Πεπραγμένων 2018*. Αθήνα: ΟΑΣΑ.
- ΟΑΣΑ. (2021). *Έκθεση Πεπραγμένων 2020*. Αθήνα: ΟΑΣΑ. Ανάκτηση 2022, από <https://oasa.b-cdn.net/wp-content/uploads/2022/03/OASA-ekthesi-pepragmenon-2020-final.pdf>
- ΟΑΣΑ. (2022). Ανάκτηση από <https://www.oasa.gr/>
- ΟΑΣΑ. (2022). *ΟΑΣΑ Α.Ε.* Ανάκτηση από <https://www.oasa.gr/>
- ΟΣΥ. (2022). *ΟΣΥ Α.Ε.* Ανάκτηση από <https://www.osy.gr/>
- ΣΤΑΣΥ. (2022). *ΣΤΑΣΥ Α.Ε.* Ανάκτηση από <https://www.stasy.gr/>
- Τσακοφίτης, Γ. (2014). *Το συνολικό κόστος των τροχαίων ατυχημάτων στην Ελλάδα*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ, ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ, Πειραιάς. Ανάκτηση 2022