



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ**

**Τμήμα Ψηφιακών συστημάτων**

**Π.Μ.Σ: Κλιματική κρίση και Τεχνολογίες πληροφορικής και  
επικοινωνιών**

**«Πως επηρεάζει το ηλεκτρονικό εμπόριο (E-commerce) τις  
ζώνες χαμηλών εκπομπών ρύπων στο κέντρο της Αθήνας»**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΤΡΙΜΗ ΕΛΕΝΗ ΜΚΚ2146**

**Επιβλέπων καθηγητής:**

**Α. ΠΟΛΥΔΩΡΟΠΟΥΛΟΥ**

**ΠΕΙΡΑΙΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ 2024**





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΜΣ: “Κλιματική Κρίση και Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών”

## ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ

### Δήλωση Πνευματικών Δικαιωμάτων

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ.3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο

**“Πως επηρεάζει το ηλεκτρονικό εμπόριο τις ζώνες χαμηλών εκπομπών ρύπων στο κέντρο της Αθήνας”**

καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και οι πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Τρίμη Ελένη, 2024, Πειραιάς

Copyright (C)



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία εξέλιξη του ηλεκτρονικού εμπορίου έχει επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι αυξημένες ανάγκες των καταναλωτών για άμεση παραλαβή προϊόντων έχει προσαρμόσει τις εταιρείες logistics σε νέες συνθήκες οι οποίες έχουν άμεση επίδραση στο περιβάλλον. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, εξετάζει το πως το ηλεκτρονικό εμπόριο επηρεάζει το περιβάλλον μέσα από δρομολόγια που πραγματοποιήθηκαν εντός του δακτυλίου της Αθήνας για την παράδοση προϊόντων άνω των 10 κιλών. Έγινε έρευνα μέσα από ερευνητικά άρθρα ώστε να εντοπιστούν αντίστοιχες περιπτώσεις που ασχολούνται με την εξέλιξη του ηλεκτρονικού εμπορίου και την επίδραση του στο περιβάλλον. Διαμορφώθηκαν μέσα από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν διαγράμματα από τα οποία έγινε προσπάθεια να εξαχθούν κάποια συμπεράσματα ώστε να επιτευχθούν καλύτερες συνθήκες διεκπεραίωσης δρομολογίων με σκοπό την μειωμένη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Η αύξηση των εκπομπών αερίων από φορτηγά τα οποία χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα για παραδόσεις e-commerce αποτελούν εμπόδιο σε μια φιλικότερη για το περιβάλλον πολιτική.

Η εργασία αυτή διερευνά τον αντίκτυπο που προκαλείται από τη γρήγορη παράδοση παραγγελιών σχετικά με τα χιλιόμετρα που διανύουν τα φορτηγά οχήματα στο κέντρο της Αθήνας.

**Λέξεις κλειδιά:** ηλεκτρονικό εμπόριο, e-commerce, ζώνες χαμηλών εκπομπών, B2C, βιωσιμότητα, logistics



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: .....	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ: .....	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ: .....	6
ΠΙΝΑΚΕΣ .....	6
ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ .....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή.....	8
1.1 Εισαγωγή: .....	8
1.2 Στόχος διπλωματικής εργασίας .....	9
1.3 Δομή της παρούσας εργασίας.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Βιβλιογραφική επισκόπηση .....	11
2.1 Η Εξέλιξη του κλάδου της εφοδιαστικής αλυσίδας (logistics).....	11
2.2 Η ραγδαία εξέλιξη του ηλεκτρονικού εμπορίου (e-commerce).....	12
2.3 E-commerce – Last mile delivery .....	13
2.4 Βασικές κατηγορίες του ηλεκτρονικού εμπορίου .....	14
2.4.1 B2B – Business to business .....	14
2.4.2 B2C - Business to Consumer .....	15
2.5 Οφέλη και περιορισμοί του ηλεκτρονικού εμπορίου.....	17
2.5.1 Πλεονεκτήματα του ηλεκτρονικού εμπορίου .....	17
2.5.2 Μειονεκτήματα του ηλεκτρονικού εμπορίου .....	19
2.6 Βιωσιμότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	20
2.6.1 Η ΚΥΑ για την Πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα .....	20
2.6.2 Μετάβαση σε περιβαλλοντικό χαρακτήρα .....	21
2.7 Οι στόχοι της πράσινης εφοδιαστικής αλυσίδας .....	22
2.8 Ζώνες χαμηλών εκπομπών ρύπων σε διεθνές επίπεδο.....	23
2.8.1 Ζώνες Χαμηλών Εκπομπών Ρύπων (Low emissions zones).....	24
2.8.2 Γιατί Οι Ζώνες χαμηλών εκπομπών είναι απαραίτητες .....	24
2.8.3 © Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (EOX) .....	25
Κανονισμοί για τις εκπομπές των οχημάτων και το σύστημα κατηγορίας Euro.....	25
2.8.4 Ζώνες μηδενικών εκπομπών (Zero emissions zones).....	26
2.8.4.1 Το παράδειγμα της Σουηδίας .....	26
2.8.4.2 Το παράδειγμα της Γαλλίας .....	27



2.8.4.3 Το παράδειγμα της Μεγάλης Βρετανίας.....	28
2.8.4.4 Το παράδειγμα της Γερμανίας.....	29
2.8.4.5 Το παράδειγμα της Ιταλίας.....	30
2.8.4.6 Το παράδειγμα της Ολλανδίας.....	31
2.9 Ζώνες Χαμηλών εκπομπών – τι ισχύει στην Ελλάδα .....	33
2.9.1 Αθήνα – Πράσινος Δακτύλιος.....	33
2.9.1.1 Είδη οχημάτων που κυκλοφορούν ελεύθερα στον δακτύλιο.....	33
2.9.1.2 Πότε εφαρμόζεται ο δακτύλιος.....	34
2.9.1.3 Όρια Δακτυλίου.....	34
2.9.1.4 Σήμανση δακτυλίου & Πρόστιμο παραβίασης .....	35
2.9.2 Τι ισχύει σε άλλες πόλεις της Ελλάδας.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Μεθοδολογία .....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μελέτη περίπτωσης – Αποτελέσματα .....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συμπεράσματα – Προτάσεις .....	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	52



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ:

### ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 2. 1: Στατιστικά στοιχεία σχετικά με τον μολυσμένο αέρα στην Ευρώπη,

Πίνακας 2.2: οι κατηγορίες Euro βαρέων οχημάτων στην Σουηδία,

Πίνακας 2.3: Οι Ολλανδικές ζώνες χαμηλών εκπομπών .

### ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

Γράφημα 2.1 Δομή της εφοδιαστικής αλυσίδας

Γράφημα 2.2: Η αύξηση των ηλεκτρονικών πωλήσεων στην Ευρώπη από το 2012 – 2022

Γράφημα 2.3: Τυπική διάταξη για τον σχεδιασμό ενός δρομολογίου (Last mile),

Γράφημα 2.4: : Προβλέψεις αύξησης πωλήσεων στην Ευρώπη για την κατηγορία B2B έως το 2025

Γράφημα 2.5: Ευρωπαϊκή έκθεση για το ηλεκτρονικό εμπόριο στην Ελλάδα για τα έτη 2017-2022

Γράφημα 2.6: Αύξηση χρήσης του διαδικτύου στην Ελλάδα έως το 2020

Γράφημα 2.7: Ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> στην Ευρώπη έως το 2022

Γράφημα 2.8: Ζώνες χαμηλών εκπομπών στην Ευρώπη

Γράφημα 2.9: τα όρια των ζωνών χαμηλών εκπομπών ρύπων στην μητροπολιτική περιοχή του Παρισιού

Γράφημα 2.10: Ζώνη εξαιρετικά χαμηλών εκπομπών στο κέντρο του Λονδίνου

Γράφημα 2.11: Χάρτης της Ρώμης με σήμανση των ζωνών χαμηλών εκπομπών ρύπων

Γράφημα 2.12: χάρτης με τις ζώνες χαμηλών εκπομπών για τα οχήματα με κινητήρα πετρελαίου στην Ολλανδία

Γράφημα 2.13: Χάρτης του δακτυλίου της Αθήνας

Γράφημα 4.14 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> για το Ford Transit

Γράφημα 4.15 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> για το Mercedes Sprinter

Γράφημα 4.16 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> για το Mercedes Vito

Γράφημα 4.17 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> για το Volkswagen Transporter

Γράφημα 4.18: Συγκριτικό γράφημα εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά τύπο οχήματος

Γράφημα 4.19: Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών CO<sub>2</sub> για όλους τους τύπους οχημάτων



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ**

**ΠΜΣ: “Κλιματική Κρίση και Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών”**

Γράφημα 4.20: Μέσος όρος εκπομπών ανά στάση

Γράφημα 4.21: Ενδεικτικός χάρτης δρομολογίου



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

### 1.1 Εισαγωγή:

Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη στον κλάδο της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ραγδαία καθώς ελέγχει και οργανώνει την αποτελεσματική ροή των αγαθών από τον προμηθευτή έως και τον τελικό παραλήπτη.

Η αυξανόμενη άνοδος του ηλεκτρονικού εμπορίου (e-commerce) ταυτόχρονα με την αύξηση της χρήσης του διαδικτύου και τον μειωμένο χρόνο για δια ζώσης αγορές έδωσε την δυνατότητα στους καταναλωτές να ψωνίζουν οποιαδήποτε ώρα και στιγμή της ημέρας. Όλη αυτή η ραγδαία εξέλιξη έκανε την αρχή της εν μέσω της πανδημίας COVID 19 με το ηλεκτρονικό εμπόριο να έχει τεράστια άνθηση.

Μέσα από την ευαισθητοποίηση που υπάρχει για το περιβάλλον τα τελευταία έτη λόγω της κλιματικής κρίσης κλάδοι όπως τα logistics προσπαθούν να εντάξουν στην πολιτική τους οικολογικές δραστηριότητες και περιβαλλοντικά πιο φιλικές, χωρίς όμως αυτό να επηρεάσει τα κέρδη τους αλλά παράλληλα να τονώσει και τη φήμη τους. Από αυτή την σκοπιά οι νέες τεχνολογίες συνδράμουν ως προς την βελτιστοποίηση των διαδικασιών όπως πχ Big DATA, Blockchain κλπ.

Η αύξηση της διανομής Last mile του ηλεκτρονικού εμπορίου μεταξύ επιχειρήσεων (B2B) και καταναλωτών (B2C) έχει επιφέρει αλλαγές στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως νέες οικονομικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις. Από την άλλη, η βιωσιμότητα και τα υψηλά επίπεδα εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που συνδέονται με τη μεταφορά εμπορευμάτων προκαλεί ζητήματα τα οποία πρέπει να διαχειριστούν από τις εταιρείες αλλά και την εκάστοτε κυβέρνηση.

Αξίζει να αναφερθεί ότι η αύξηση των δρομολογίων των φορτηγών για τις παραδόσεις ήρθε σε μια ισορροπία με την μείωση των μετακινήσεων των καταναλωτών που θα πήγαιναν οι ίδιοι να ψωνίσουν αλλά και πάλι αυτό δεν είναι αρκετό καθώς είναι απαραίτητη η μείωση των ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Αυτή η διπλωματική εργασία στοχεύει στη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο ο χρόνος παράδοσης των παραγγελιών μπορεί να επηρεάσει τα χιλιόμετρα που διανύουν τα οχήματα στο κέντρο της πόλης της Αθήνας ως πρότυπο μιας Ζώνης χαμηλών εκπομπών ρύπων.

Είναι αναγκαίο να βρεθούν λύσεις για μια μετάβαση με βιώσιμα χαρακτηριστικά για το περιβάλλον όπως επίσης και η άμεση ευαισθητοποίηση των εταιρειών και των καταναλωτών που συμμετέχουν σε αυτή την αλυσίδα.





## 1.2 Στόχος διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στο πως μεγάλες εταιρείες logistics στην Ελλάδα αξιοποιούν τα δρομολόγια για ένα μεγάλο τμήμα του ηλεκτρονικού εμπορίου, συγκεκριμένα το e-commerce που τα τελευταία χρόνια έχει μεγάλη εξέλιξη. Γίνεται μια προσπάθεια προσέγγισης μιας περιβαλλοντικής σκοπιάς σε δρομολόγια εμπορευμάτων μεγάλου όγκου (άνω των 10 kg) στο κέντρο της Αθήνας τα οποία εισέρχονται στον δακτύλιο.

Επίσης, με την αύξηση του όγκου παραγγελιών μέσω του ηλεκτρονικού εμπορίου, οι καταναλωτές είναι πιο απαιτητικοί στην ταχύτητα παράδοσης προϊόντων, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Manerba et al., 2018; Guo κ.ά., 2019).

Η αύξηση των εκπομπών αερίων από οχήματα τα οποία χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα αποτελούν εμπόδιο σε μια φιλικότερη για το περιβάλλον πολιτική .

Η βιβλιογραφία που μελετάμε αναφέρει ότι: «η μεταφορά αγαθών αποτελεί δραστηριότητα ζωτικής σημασίας για την παγκόσμια οικονομία,· το ηλεκτρονικό εμπόριο μεταξύ επιχειρήσεων (B2B) και καταναλωτών (B2C) συμβάλλει στην αύξηση της συχνότητας των μεταφορών και κατ' επέκταση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις» (Huang et al., 2018).

Η εργασία αυτή διερευνά τον αντίκτυπο που προκαλείται από τη γρήγορη παράδοση σχετικά με τα χιλιόμετρα που διανύουν τα οχήματα στο κέντρο της Αθήνας.

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να γίνει βιβλιογραφική έρευνα σε για το αντίκτυπο των γρήγορων παραδόσεων αλλά και σε ποιο βαθμό συμβάλει στην ρύπανση του περιβάλλοντος. Για τον σκοπό αυτό έχουν συλλεχθεί δεδομένα από δρομολόγια εταιρείας Logistics.

## 1.3 Δομή της παρούσας εργασίας

Η εργασία αυτή εστιάζει στην ραγδαία εξέλιξη του ηλεκτρονικού εμπορίου (e-commerce) σε σχέση με το περιβαλλοντικό αποτύπωμα που προκαλεί στο κέντρο της Αθήνας.

Στο κεφάλαιο 1 που αποτελεί την εισαγωγή της εργασίας παρουσιάζονται πληροφορίες για τον στόχο της διπλωματικής, και τα βασικά στοιχεία της βιβλιογραφίας που χρησιμοποιήθηκαν για την συγγραφή της.

Στο κεφάλαιο 2 που αφορά την Βιβλιογραφική επισκόπηση γίνεται αναφορά στους βασικούς ορισμούς του ηλεκτρονικού εμπορίου και στα είδη του, στις low emissions zones και με τι μορφή τις συναντάμε σε άλλες χώρες και τι ισχύει στην Ελλάδα. Επίσης, γίνεται αναφορά σχετικά με την βιωσιμότητα και τα «πράσινα logistics».



## **ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ**

### **ΠΜΣ: “Κλιματική Κρίση και Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών”**

Το κεφάλαιο 3 αποτελεί την Μεθοδολογία που επιλέχθηκε για την συγγραφή της εργασίας καθώς συλλέχθηκαν δεδομένα από ελληνική εταιρεία logistics σχετικά με δρομολόγια που πραγματοποιούνται στο κέντρο της Αθήνας.

Στο κεφάλαιο 4 που αναφέρουμε τα αποτελέσματα που προήλθαν από τα δεδομένα που επεξεργάστηκαν συγκριτικά με το κεφάλαιο της βιβλιογραφικής επισκόπησης

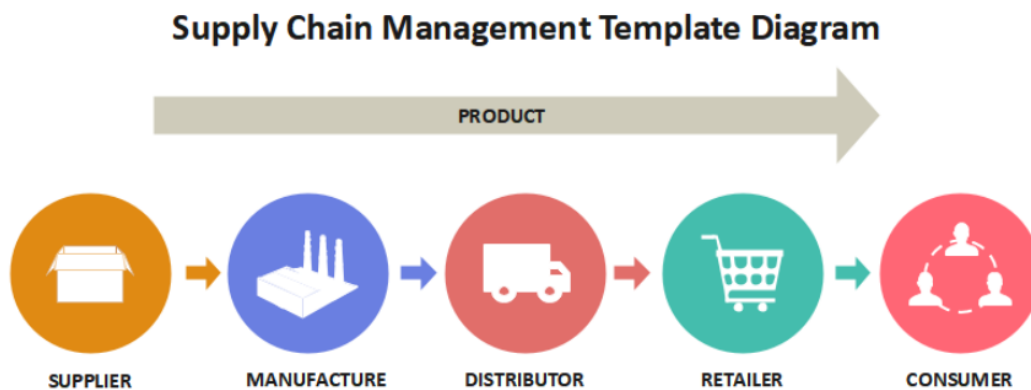
Και στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται προτάσεις για μελλοντικούς στόχους στο κομμάτι του ηλεκτρονικού εμπορίου σε σχέση με την επιβάρυνση του περιβάλλοντος.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Βιβλιογραφική επισκόπηση

### 2.1 Η Εξέλιξη του κλάδου της εφοδιαστικής αλυσίδας (logistics)

Γράφημα 2.1: Δομή της εφοδιαστικής αλυσίδας



Πηγή: edrawmax

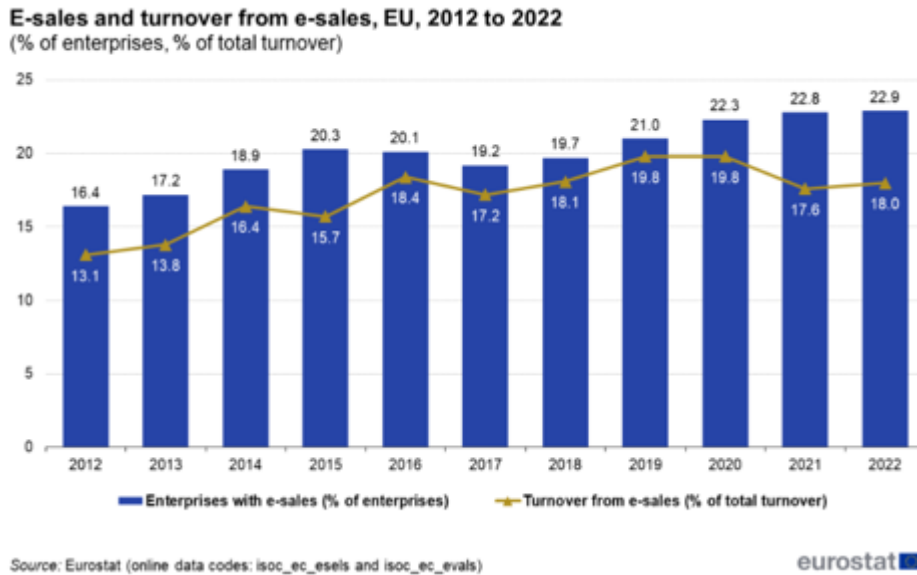
Η λειτουργία μιας εφοδιαστικής αλυσίδας είναι βασισμένη σε τρεις άξονες, όπως η κοινωνική ευθύνη, η προστασία του περιβάλλοντος και η οικονομική ανάπτυξη της κάθε εταιρείας.

Βασικοί όροι όπως Βιώσιμη και Πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα παίζουν ρόλο στη διαχείριση μιας εφοδιαστικής αλυσίδας ώστε παράλληλα με την εξέλιξη της τεχνολογίας και των μέσων να επιδιώκουν την μείωση του κόστους εφοδιασμού, την αύξηση της κοινωνικής ευθύνης της κάθε εταιρείας, και τον σεβασμό και την γνώση για την προστασία του περιβάλλοντος.



## 2.2 Η ραγδαία εξέλιξη του ηλεκτρονικού εμπορίου (e-commerce)

Γράφημα 2.2: Η αύξηση των ηλεκτρονικών πωλήσεων στην Ευρώπη από το 2012 - 2022



Πηγή: Eurostat

Το ηλεκτρονικό εμπόριο B2C έχει αναπτυχθεί τον τελευταίο καιρό προσφέροντας πολλά πλεονεκτήματα για εύκολες αγορές με πρόσβαση σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων, και αναγνωρίζεται ως ένα ευέλικτο και σύγχρονο μέσο αγοράς όπως φαίνεται στο γράφημα 2.2.

Υπάρχει όμως μια αρνητική πλευρά στο κομμάτι αυτό, καθώς, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από το ηλεκτρονικό εμπόριο B2C είναι μεγάλες.

Οι εταιρείες logistics, και το στάδιο Last mile είναι ένα από τα λιγότερο αποδοτικά και τα πιο ρυπογόνα στάδια στο σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας (Esper et al., 2003; Brown and Guiffrida, 2014- Wang et al., 2014- Oliveira et al., 2017- Cardenas et al., 2017- Lim και Srαι, 2018).

Οι εταιρείες επιλέγουν οι παραδόσεις να γίνονται με τη βέλτιστη ταχύτητα στον χρόνο παράδοσης με αποτέλεσμα να προκαλείται αύξηση των εκπνεόμενων ρύπων.

Και το παραπάνω αποτελεί βασικό λόγο για τον οποίο οι μεταφορές θεωρούνται μια από τις κύριες αιτίες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με το ηλεκτρονικό εμπόριο B2C (Hischier, 2018; Cortes and Suzuki, 2020).

Η πρόκληση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας στο ηλεκτρονικό εμπόριο βασίζεται στην υιοθέτηση αποτελεσματικών στρατηγικών και εργαλείων για διαχείριση των παραγγελιών μέσω του διαδικτύου και των παραδόσεών τους, ώστε να λαμβάνονται



υπόψη θέματα όπως ικανοποίηση των πελατών, οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος και κυκλοφοριακή συμφόρηση. Hayel et al., 2016; Giuffrida et al., 2017).

Η πολυπλοκότητα των μεταφορικών δραστηριοτήτων σε ένα αστικό δίκτυο logistics θα μπορούσε να εξηγηθεί εξαιτίας της διαφορετικής ζήτησης και της εφοδιαστικής που επηρεάζουν τη δρομολόγηση των οχημάτων, η οποία απαιτεί την αποτελεσματική χρήση τους, κάτι που δεν συμβαίνει πάντα.

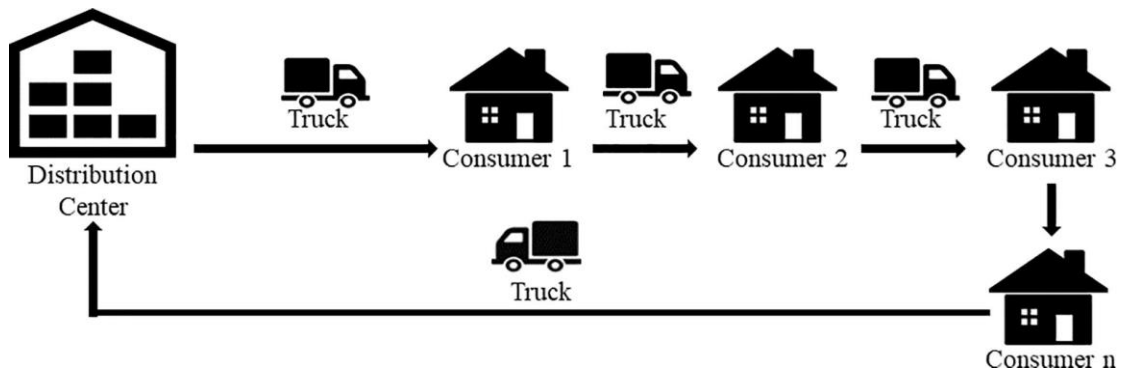
Αυτό είναι επειδή τα logistics έχουν κρίσιμο ρόλο σε ένα σενάριο στο οποίο το ηλεκτρονικό εμπόριο γίνεται όλο και πιο δημοφιλές και η παγκόσμια αγορά για την παράδοση αγαθών αναπτύσσεται υπό συνθήκες περιορισμένης υποδομής μεταφορών (Kwon et al., 2018).

Η πίεση στις εταιρείες logistics για τη συντόμευση της παράδοσης των προϊόντων ηλεκτρονικού εμπορίου B2C αυξάνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω της ταχύτερης παράδοσης, παρουσιάζοντας έναν συμβιβασμό μεταξύ ανταγωνιστικότητας και περιβαλλοντικού κόστους (Dablanc et al., 2017- Lin et al., 2018).

Το πρόβλημα των εκπομπών των καυσαερίων από το ηλεκτρονικό εμπόριο γίνεται πολύπλοκο, καθώς οι δημογραφικές και κοινωνικοοικονομικές αλλαγές αυξάνουν τον αριθμό των παραγγελιών, των παραδόσεων και κατά συνέπεια το πλήθος των εμπορευματικών οχημάτων στις αστικές περιοχές (Comi και Nuzzolo, 2016). Το θέμα αυτό θεωρείται πολύπλοκο και προκλητικό από την πλευρά μείωσης ρύπων λόγω των μικρών καθημερινών απαιτήσεων παράδοσης, των διαφορετικών χρονοδιαγραμμάτων διαθεσιμότητας και την χωρική κατανομή του τελικού παραλήπτη.

### 2.3 E-commerce – Last mile delivery

Γράφημα 2.3: Τυπική διάταξη για τον σχεδιασμό ενός δρομολογίου (Last mile)



Πηγή: science direct

Το ηλεκτρονικό εμπόριο (e-commerce) δίνει τη δυνατότητα ηλεκτρονικής αγοράς ή πώλησης προϊόντων και υπηρεσιών μέσω του διαδικτύου.



Τα τελευταία χρόνια η απλοποίηση των συναλλαγών μέσα από τις ηλεκτρονικές πληρωμές λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας έχουν απλουστεύσει τις σχέσεις αγοραστή – πωλητή. Ως αποτέλεσμα, μέσα σε λίγη ώρα χωρίς να μετακινηθεί ο αγοραστής μπορεί να αγοράσει προϊόντα τα οποία μπορεί να βρίσκονται στην άλλη άκρη του πλανήτη.

Το ηλεκτρονικό εμπόριο διακρίνεται σε 6 κατηγορίες:

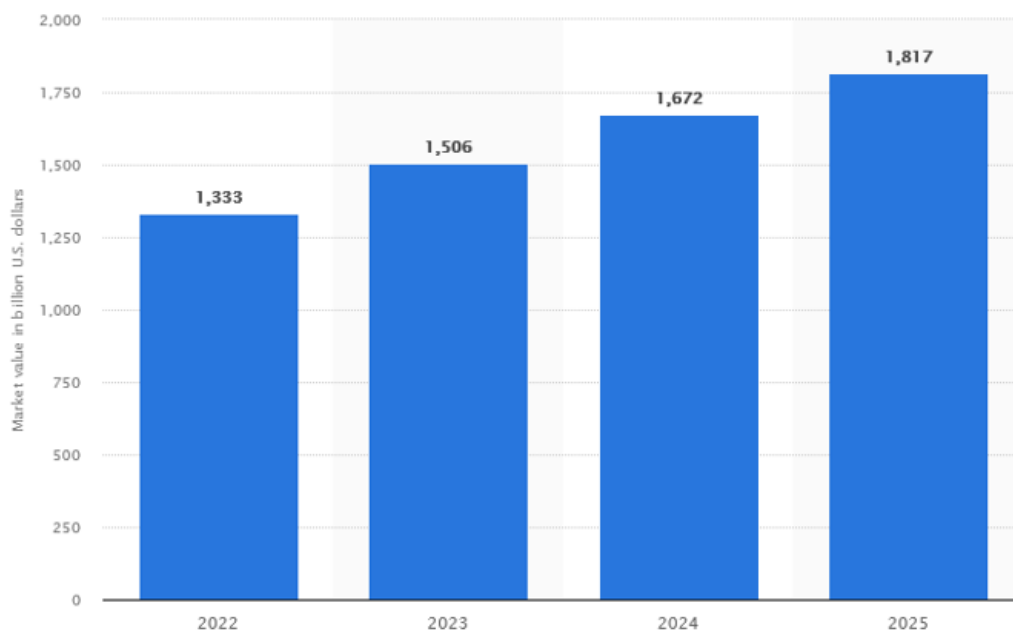
- i. B2B - Business-to-Business
- ii. B2C - Business-to-Consumer
- iii. C2C - Consumer-to-Consumer
- iv. C2B - Consumer-to-Business
- v. B2A - Business-to-Administration
- vi. C2A - Consumer-to-Administration

Παρακάτω θα αναφερθούμε κυρίως στην 2<sup>η</sup> κατηγορία B2C.

## 2.4 Βασικές κατηγορίες του ηλεκτρονικού εμπορίου

### 2.4.1 B2B – Business to business

**Γράφημα 2.4: Προβλέψεις αύξησης πωλήσεων στην Ευρώπη για την κατηγορία B2B έως το 2025**



© Statista 2022

Πηγή: statista

Το ηλεκτρονικό εμπόριο μεταξύ επιχειρήσεων (B2B) περιέχει τις ηλεκτρονικές συναλλαγές υπηρεσιών και αγαθών που πραγματοποιούνται ανάμεσα σε εταιρείες.

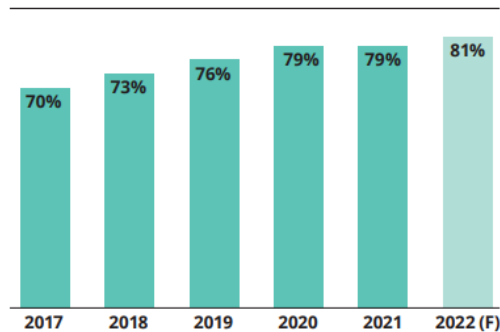


## 2.4.2 B2C - Business to Consumer

**Γράφημα 2.5: Ευρωπαϊκή έκθεση για το ηλεκτρονικό εμπόριο στην Ελλάδα για τα έτη 2017-2022**

### Internet usage

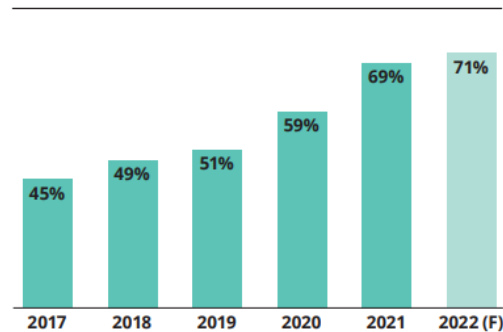
Percentage of the population accessing the internet



SOURCE: EUROSTAT

### E-Shoppers

Percentage of internet users that bought goods or services online



SOURCE: EUROSTAT

Πηγή: Eurostat

Η κατηγορία ηλεκτρονικού εμπορίου Business-to-Consumer αφορά τη σχέση μεταξύ ηλεκτρονικών επιχειρήσεων και τελικών καταναλωτών.

Ο συγκεκριμένος τύπος εμπορίου έχει μεγάλη ανάπτυξη, λόγω της μεγάλης χρήσης του διαδικτύου που πραγματοποιείται ολοένα και από περισσότερους χρήστες. Επιπλέον, τα εμπορικά καταστήματα που έχουν δημιουργήσει ηλεκτρονικά καταστήματα στο Διαδίκτυο έχουν ραγδαία αύξηση, καθώς και το εύρος των προϊόντων που πουλούν είναι μεγάλο όπως για παράδειγμα υπολογιστές, βιβλία, ρούχα, παπούτσια, αυτοκίνητα, τρόφιμα.

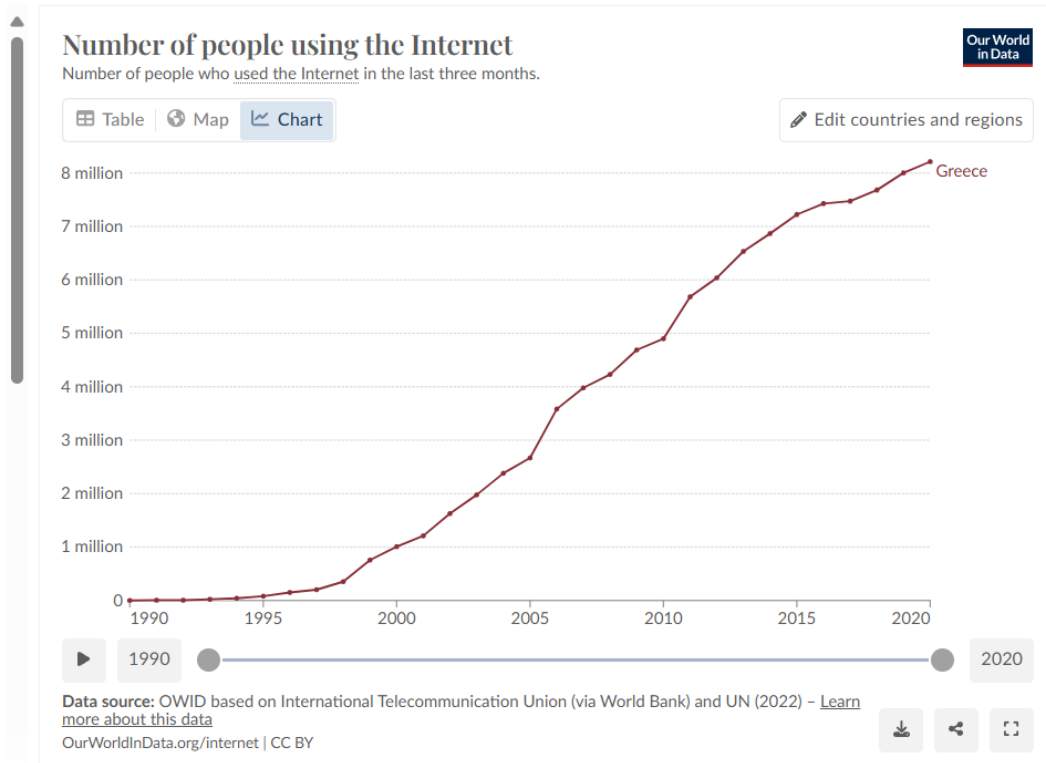
Συγκριτικά, με την αγορά στο παραδοσιακό εμπόριο, ο καταναλωτής διαθέτει περισσότερες πληροφορίες διαθέτει περισσότερες πληροφορίες για το εκάστοτε προϊόν που αναζητά όπως επίσης υπάρχει και ένα μεγαλύτερο πεδίο αναζήτησης.

Το Ηλεκτρονικό εμπόριο B2C έχει επιφέρει αύξηση της παράδοσης κατ' οίκον δημιουργώντας προβλήματα, όπως κυκλοφοριακή συμφόρηση, θόρυβο, αυξημένη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, και ανησυχίες σχετικά με τα επίπεδα εκπομπών ρύπων.

Σε αυτό το πλαίσιο, οι υποδομές αστικών μεταφορών που έχουν παραμείνει σχεδόν αμετάβλητες επηρεάζονται από προβλήματα κινητικότητας πέραν των περιβαλλοντικών, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις (Marujo et al., 2018).



Γράφημα 2.6: Αύξηση χρήσης του διαδικτύου στην Ελλάδα έως το 2020



Πηγή: Our World in Data

Ορισμένες έρευνες προτείνουν τρόπους μείωσης των εκπομπών αερίων, χωρίς μεγάλες οικονομικές επενδύσεις, για παράδειγμα, βελτίωση της χρήσης φορτηγών οχημάτων (δηλ. τύπος και ηλικία του οχήματος και οικολογικός τρόπος οδήγησης), βελτιστοποίηση των διαδρομών παράδοσης, κατανομή των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε συγκεκριμένες αποστολές (de Rangel και Cordeiro, 2015· Marquez-Ramos, ' 2015; Ugarte κ.ά., 2016· Marcilio κ.ά., 2018· Bertram και Chi, 2018).

Η επιτυχία αυτής της στρατηγικής απαιτεί από τους καταναλωτές με περιβαλλοντική συνείδηση να λαμβάνουν αποφάσεις αγοράς με κύριο στόχο τη βιωσιμότητα κατά τη διάρκεια της μεταφορά των προϊόντων τους (Nogueira et al., 2021).





## 2.5 Οφέλη και περιορισμοί του ηλεκτρονικού εμπορίου

Στη σημερινή εποχή που η χρήση του διαδικτύου έχει αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό, το ηλεκτρονικό εμπόριο έχει καταστεί βασικό συστατικό της παγκόσμιας οικονομίας επιτρέποντας σε επιχειρήσεις όλων των μεγεθών να προσεγγίσουν νέες αγορές και πελάτες.

Το ηλεκτρονικό εμπόριο αναφέρεται στην αγορά και πώληση αγαθών και υπηρεσιών στο διαδίκτυο. Περιλαμβάνει τη χρήση διαδικτύου, εφαρμογών, κοινωνικών μέσων και email για τη διευκόλυνση των συναλλαγών μεταξύ αγοραστών και πωλητών.

Προσφέρει μια σειρά πλεονεκτημάτων που μπορούν να βοηθήσουν τις εταιρείες να αναπτυχθούν όμως το ηλεκτρονικό εμπόριο έχει και μειονεκτήματά.

### 2.5.1 Πλεονεκτήματα του ηλεκτρονικού εμπορίου

Παρακάτω πλεονεκτήματα του e-commerce όπως εξελίχθηκαν μέσα στα τελευταία χρόνια

1. Με τη μείωση του λειτουργικού κόστους, οι εταιρείες είναι σε θέση να αυξήσουν τα περιθώρια κέρδους τους και να κατευθύνουν αυτά τα αποταμιευμένα κεφάλαια σε άλλους βασικούς τομείς της επιχείρησής τους (Schafer et al. 1999)
2. Η ικανοποίηση των πελατών οδηγεί στην ενίσχυση της διατήρησης των πελατών. (Torkzadeh & Dhillon 2002 )
3. Η Ισχυρή παρουσία στο διαδίκτυο δίνει την δυνατότητα για παγκόσμια εμβέλεια. (Rao et al. 2003) Η παγκόσμια αναγνώριση θα στοχεύει σε υψηλότερες δυνατότητες εσόδων και σε ευρύτερο φάσμα πελατών. (Saravanan et al. 2007)
4. Ευκολία αγορών από το σπίτι, μεγάλο εύρος επιλογής προϊόντων, εξοικονόμηση χρόνου και ελκυστικές εκπτώσεις ή προσφορές που προσφέρονται από τα site ηλεκτρονικού εμπορίου. (Banerjee et al. 2010)
5. Το ηλεκτρονικό εμπόριο έχει πολλά οφέλη, όπως το να είναι εύκολο στη χρήση και να είναι σε θέση να προσεγγίσει περισσότερους πελάτες. (Kamari & Kamari 2012)
6. Η διαδικτυακή διαφήμιση επιτρέπει στις επιχειρήσεις να αυξάνουν την αναγνωσιμότητα της επωνυμίας τους με χαμηλότερο κόστος σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους διαφήμισης. (Lucia-Palacios et al. 2014)
7. Καλύτερη προσέγγιση πελατών, μειωμένο κόστος συναλλαγών και ανταγωνιστικότητα προστιθέμενης αξίας. (Faloye 2014)
8. Εξοικονόμηση κόστους, αυξημένη αποδοτικότητα και ευρύτερη εμβέλεια στην αγορά. (Lacka et al. 2014)



9. Το ηλεκτρονικό εμπόριο έχει βοηθήσει τις επιχειρήσεις να προσεγγίσουν περισσότερους πελάτες, να παρέχουν καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών και να εξοικονομούν χρήματα. (Hajli et al. 2014)
10. Η ευελιξία του πελάτη να ψωνίζει ανά πάσα στιγμή και να έχει πρόσβαση σε ένα ευρύ φάσμα προϊόντων αναβαθμίζει τη συνολική εμπειρία αγορών. (Tamimi & Sebastianelli)
11. Ευκολία πρόσβασης σε ένα ευρύ φάσμα προϊόντων και χαμηλότερες τιμές σε σύγκριση με την δια ζώσης αγορά προϊόντων. (Kanchan & Kumar 2015)
12. Ευκολία, εξοικονόμηση κόστους και πρόσβαση σε μια παγκόσμια αγορά. (Alshibly & Chiong 2015)
13. Οι επιχειρήσεις μπορούν να παραμείνουν σχετικές και κερδοφόρες εάν μπορούν να αντιμετωπίσουν τις αλλαγές στις τάσεις. Αυτό τους βοηθά να διατηρήσουν τη θέση τους στην αγορά και να παραμείνουν μπροστά από τους ανταγωνιστές τους. (Elbeltagi & Agag 2016)
14. Παρέχει στους πελάτες βολικές και ευέλικτες επιλογές αγοράς, οδηγώντας σε αυξημένη ικανοποίηση των πελατών. (Choshin & Ghaffari 2017)
15. Η διαφήμιση στο διαδίκτυο μπορεί να γίνει με εύκολο και άμεσο τρόπο με μικρότερο κόστος σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους διαφήμισης. (Ehikioya & Guillemot 2020)
16. Παρέχοντας στους πελάτες πολλαπλές επιλογές πληρωμής, έτσι βελτιώνεται η συνολική εμπειρία αγορών τους, γεγονός που συμβάλλει στην οικοδόμηση εμπιστοσύνης. (Gurta et al. 2021)
17. Αυξημένη προσέγγιση πελατών, εξοικονόμηση κόστους και δυνατότητα προσφοράς εξατομικευμένων προϊόντων και υπηρεσιών. (Rosário & Raimundo 2021)
18. Βελτιωμένη πρόσβαση σε αγαθά και υπηρεσίες και μειωμένο κόστος συναλλαγών. Το ηλεκτρονικό εμπόριο μπορεί επίσης να προσφέρει νέες ευκαιρίες για τους επιχειρηματίες της υπαίθρου και να συμβάλει στη γεφύρωση του εισοδηματικού χάσματος μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών. (Min et al., 2021)
19. Παρέχοντας στους πελάτες ένα άνετο μέρος για να δουν προϊόντα, οι επιχειρήσεις μπορούν να προσελκύσουν και να διατηρήσουν πελάτες, γεγονός που θα τους βοηθήσει να κερδίσουν περισσότερα χρήματα. (Zerbini et al. 2022)



## 2.5.2 Μειονεκτήματα του ηλεκτρονικού εμπορίου

Παρακάτω τα μειονεκτήματα του e-commerce όπως εξελίχθηκαν μέσα στα τελευταία χρόνια

1. Το απόρρητο των δεδομένων των πελατών είναι μία από τις προκλήσεις στην παροχή συστάσεων στους πελάτες με βάση τα προηγούμενα αρχεία αγορών τους. (Schafer et al. 1999)
2. Σημαντικά εμπόδια κατά την αγορά προϊόντων από διαδικτυακές πύλες είναι οι υπηρεσίες επιστροφής, επιστροφής χρημάτων και παράδοσης. (Torkezadeh & Dhillon 2002)
3. Πρέπει να υπάρχει τεχνολογική ανάπτυξη εντός του οργανισμού, οικονομική επένδυση και απαίτηση τηλεπικοινωνιακής υποδομής. (Rao et al. 2003)
4. Τα τελευταία χρόνια με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας υπάρχουν κάποιες υποδομές καθώς και οικονομικοί περιορισμοί στην υιοθέτηση της τεχνολογίας. (Saravanan et al. 2007)
5. Έλλειψη εμπιστοσύνης στις ηλεκτρονικές συναλλαγές, ανησυχίες σχετικά με την ποιότητα των προϊόντων, φόβος απάτης και έλλειψη φυσικής επιθεώρησης των προϊόντων. Επιλογές πληρωμής, ζητήματα παράδοσης και τεχνικές δυσλειτουργίες (Banerjee et al. 2010)
6. Η ασφάλεια των ηλεκτρονικών συναλλαγών, η ποιότητα των προσφερόμενων προϊόντων και υπηρεσιών και η αξιοπιστία των διαδικτυακών πωλητών. (Kamari & Kamari 2012)
7. Το απόρρητο των πελατών είναι η κύρια ανησυχία (Lucia-Palacios et al. 2014)
8. Απαιτεί τεχνικές δεξιότητες και επαρκή υποδομή, καθώς και οικοδόμηση εμπιστοσύνης στις ηλεκτρονικές συναλλαγές. (Faloye 2014)
9. Η δυσπιστία προμηθευτών και πελατών, οι ανησυχίες για την ασφάλεια, η έλλειψη τυποποίησης και η αντίσταση στην αλλαγή είναι όλα ζητήματα. (Lacka et al. 2014)
10. Οι αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με το προϊόν είναι το κύριο μέλημα που σχετίζεται με τις αγορές προϊόντων από ιστότοπους ηλεκτρονικού εμπορίου. (Hajli et al. 2014)
11. Έλλειψη εμπιστοσύνης στις ηλεκτρονικές συναλλαγές, ανησυχίες σχετικά με την ποιότητα και την αξιοπιστία των προϊόντων και προτίμηση στον δια ζώσης τρόπο αγοράς προϊόντων. (Kanchan & Kumar 2015)
12. Ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια και το απόρρητο. Οι καταναλωτές συχνά διστάζουν να παράσχουν προσωπικές πληροφορίες στο διαδίκτυο και υπάρχει κίνδυνος κλοπής ταυτότητας ή άλλων μορφών απάτης. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, οι ιστότοποι ηλεκτρονικού εμπορίου θα πρέπει να χρησιμοποιούν ασφαλή πρωτόκολλα, για την προστασία των προσωπικών και οικονομικών πληροφοριών των χρηστών τους. (Alshibly & Chiong 2015)
13. Τα αποτελέσματα της εμπιστοσύνης και της δέσμευσης έχουν θετικό αντίκτυπο στην ικανοποίηση των πελατών. (Elbeltagi & Agag 2016)



14. Δυσκολία στη φορολόγηση των ηλεκτρονικών συναλλαγών, ιδίως των διασυνοριακών συναλλαγών. (D.R Agrawal, W.F. Fox 2017)
15. Έλλειψη τεχνικής εμπειρογνωμοσύνης, υψηλό κόστος υλοποίησης, έλλειψη ευαισθητοποίησης και θέματα εμπιστοσύνης μεταξύ των πελατών. (Choshin & Ghaffari 2017)
16. Προβλήματα διεπαφής χρήστη. (Ehikioya & Guillemot 2020)
17. Διαθεσιμότητα λεπτομερών πληροφοριών των προϊόντων. (Gupta et al. 2021)
18. Η χρήση και η υιοθέτηση του διαδικτύου επιβραδύνονται σε πολλές αγροτικές περιοχές λόγω της έλλειψης υποδομών και πρόσβασης στο διαδίκτυο. (Min κ.ά., 2021)
19. Το απόρρητο των δεδομένων των πελατών είναι μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις. (Zerbini et al. 2022)

## 2.6 Βιωσιμότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα

### 2.6.1 Η ΚΥΑ για την Πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα

Στην Ελλάδα βρίσκεται σε ισχύ ο νόμος Ν. 4302/2014 περί Εφοδιαστικής ο οποίος είχε ως αποτέλεσμα την έκδοση Κοινής Υπουργικής Απόφασης (ΚΥΑ) σχετικά με την Πράσινη Εφοδιαστική (ΦΕΚ Β' τεύχος, Αρ. 42, 17/01/2018).

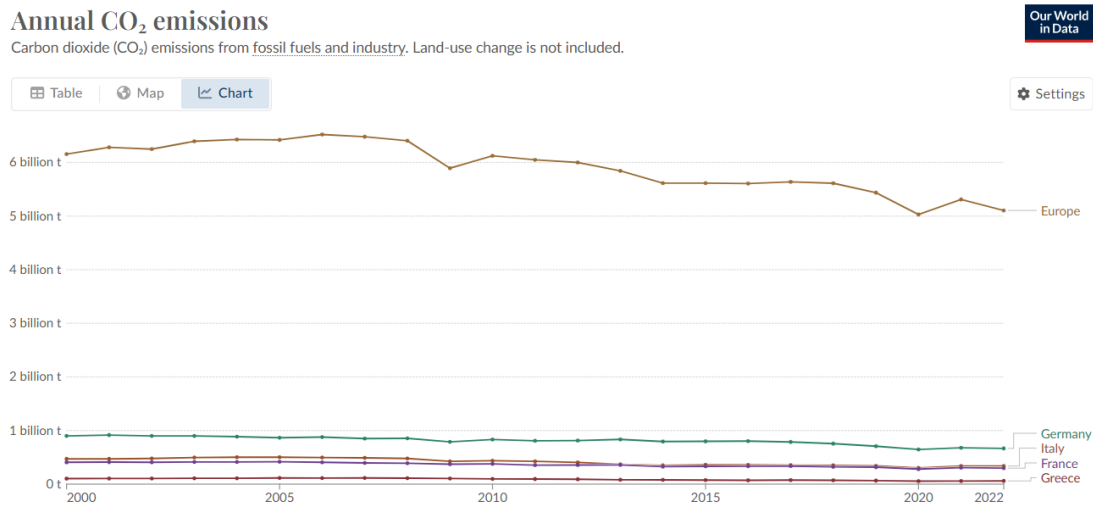
Το ΦΕΚ αναφέρει ότι οι εταιρίες που έχουν δραστηριότητες εφοδιαστικής, για παράδειγμα μεταφορικό έργο, θα πρέπει να υπολογίζουν (και προαιρετικά να το δηλώνουν σε ειδική βάση δεδομένων στο Υπουργείο Μεταφορών) τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν από την οδική μεταφορά και τη διανομή εμπορευμάτων (αποτύπωμα άνθρακα/carbon footprint).

Οι εν λόγω εκπομπές εκφράζονται σε συνολικό διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και συνολικό διοξείδιο του άνθρακα ανά τόνο-χιλιόμετρο (CO<sub>2</sub>/tn-km) ή ανά κυβικό μέτρο - χιλιόμετρο (CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>-km) για μεταφορά/διανομή.



## 2.6.2 Μετάβαση σε περιβαλλοντικό χαρακτήρα

Γράφημα 2.7: Ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> στην Ευρώπη έως το 2022



Πηγή: ourworldindata

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, υπάρχουν δύο τρόποι αντιμετώπισης των προβλημάτων που σχετίζονται με τις αστικές μεταφορές. Ο ένας είναι η βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών των υφιστάμενων τρόπων μεταφοράς, και ο άλλος είναι ο σχεδιασμός καινοτόμων συστημάτων μεταφορών τα οποία μπορούν να παρέχουν συνθήκες φιλικότερες προς το περιβάλλον (Fatnassi et al., 2015).

Για παράδειγμα, προτάσεις για τη χρήση νέων τεχνολογιών, όπως τα drones, οι επιβατικές-μεταφορικές, η μικτή παράδοση και τα έξυπνα οχήματα στοχεύουν στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της παράδοσης και μειώνουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση, τις αέριες εκπομπές και τους ρύπους (Tiwarat et al., 2018- Qu et al., 2022- Xu et al., 2022- Olovsson et al., 2022)-

Οι περισσότερες χώρες, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην καθιέρωση και εφαρμογή εναλλακτικών λύσεων που ξεπερνούν τις παραδοσιακές λειτουργίες που βασίζονται στα ορυκτά καύσιμα (Bandeira et al., 2019).

Η προσπάθεια συνδυασμού των παραδοσιακών και των πράσινων logistics στην παράδοση προϊόντων σε αστικές περιοχές είναι ένας τρόπος για τη βελτίωση συνολικά, παρέχοντας οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη (Perboli et al., 2019- Perboli et al., 2021).



## 2.7 Οι στόχοι της πράσινης εφοδιαστικής αλυσίδας

Η οικολογική εφοδιαστική ή πράσινη εφοδιαστική (green logistics) αναφέρεται στο σύνολο των βιώσιμων πολιτικών και μέτρων που αποσκοπούν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούνται από τις δραστηριότητες αυτού του επιχειρηματικού τομέα. Αυτή η έννοια της εφοδιαστικής επηρεάζει τη διαμόρφωση των διαδικασιών, των δομών και των συστημάτων ή του εξοπλισμού στη μεταφορά, τη διανομή και την αποθήκευση των εμπορευμάτων.

### **Η πράσινη εφοδιαστική επιδιώκει:**

- μετρήσεις του ανθρακικού αποτυπώματος των δραστηριοτήτων εφοδιαστικής για τη δημιουργία μέτρων σχετικά με την βιωσιμότητα και την εξέλιξη των μέτρων αυτών. Η πιο βασική μεθοδολογία για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι το διεθνές πρότυπο UNE-EN16258:2013.
- Την μείωση της ρύπανσης του εδάφους, του αέρα, του νερού με την ανάλυση των επιπτώσεων κάθε τομέα εφοδιαστικής, ιδίως εκείνων που σχετίζονται με τις μεταφορές.
- Οικολογική χρήση των υλικών, επαναχρησιμοποιώντας δοχεία και ανακυκλώνοντας τις συσκευασίες.
- Με την επέκταση της αειφορίας στην αλυσίδα εφοδιασμού, η οικολογική εφοδιαστική διαμορφώνεται επίσης από τον τύπο των προϊόντων και τις συσκευασίες τους. Όλα τα παραπάνω πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις.

Η παραδοσιακή προσέγγιση της εφοδιαστικής αφήνει συχνά την περιβαλλοντική βιωσιμότητα στο περιθώριο κατά τη λήψη αποφάσεων.

Από την άλλη πλευρά, ο στόχος της πράσινης εφοδιαστικής είναι η εξεύρεση μιας ισορροπίας μεταξύ οικολογίας και οικονομίας.



## 2.8 Ζώνες χαμηλών εκπομπών ρύπων σε διεθνές επίπεδο

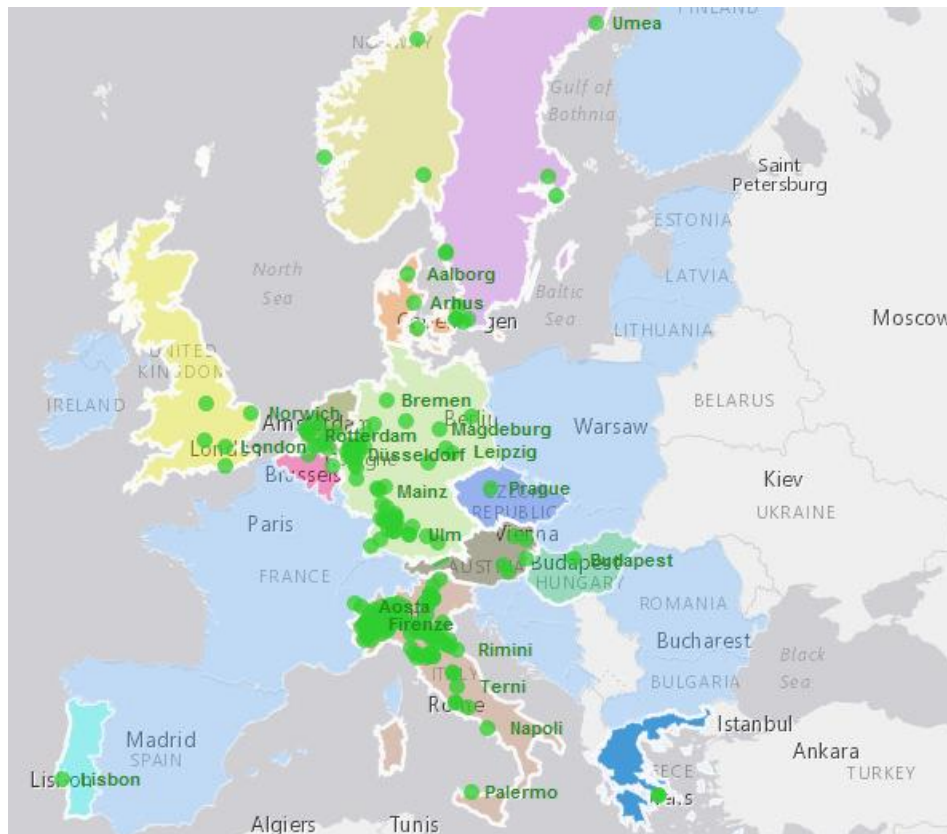
Η Ευρωπαϊκή ένωση έχει θεσπίσει κάποιους κανόνες για την προστασία του περιβάλλοντος μέσα από οδηγίες.

Με την οδηγία 1996/62/ΕΚ η Ε.Ε περιορίζει τις τιμές των ρύπων στο περιβάλλον,

Με την 1999/30/ΕΚ μπαίνουν κάποιες οριακές τιμές για ρύπους όπως τα SO<sub>2</sub> και NO<sub>2</sub>.

Με βάση τα παραπάνω έχουν αναπτυχθεί κάποια μέτρα που περιορίζουν την κυκλοφορία των οχημάτων στα αστικά κέντρα τα οποία έχουν επιβαρυνμένη ποιότητα αέρα, και οι ζώνες αυτές ονομάζονται Ζώνες χαμηλών εκπομπών ρύπων.

### Γράφημα 2.8: Ζώνες χαμηλών εκπομπών στην Ευρώπη



Πηγή: [urbanaccessregulations.eu](http://urbanaccessregulations.eu)



## 2.8.1 Ζώνες Χαμηλών Εκπομπών Ρύπων (Low emissions zones)

Η Ζώνη χαμηλών εκπομπών ρύπων αποτελεί μια περιοχή στην οποία εισέρχονται οχήματα που έχουν συγκεκριμένα κριτήρια εκπομπής ρύπων.

Τα οχήματα με υψηλές εκπομπές ρύπων που ξεπερνούν τα όρια, δεν μπορούν να εισέλθουν στην συγκεκριμένη περιοχή.

τα οχήματα παλαιάς τεχνολογίας τα οποία έχουν μεγαλύτερες εκπομπές ρύπων πληρώνουν ένα αντίτιμο για να μπορούν να εισέλθουν στη ζώνη χαμηλών εκπομπών.

Μια ζώνη μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα του αέρα αφού αξιοποιεί την Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τα οχήματα καθώς εισάγει πιο αυστηρά μέτρα όσον αφορά τα όρια εκπομπών στα νέα οχήματα που κατασκευάζονται. (Πίνακας 1)

Οι πιο γνωστές ζώνες χαμηλών εκπομπών Ρύπων στην Ευρώπη συναντώνται:

Στη Γερμανία, Γαλλία, Βέλγιο, Ιταλία, Δανία, Αυστρία, Σουηδία.

Οι ζώνες χαμηλών εκπομπών έχουν ως στόχο την βελτίωση της ποιότητας του αέρα μειώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του αζώτου NO<sub>2</sub>.

## 2.8.2 Γιατί Οι Ζώνες χαμηλών εκπομπών είναι απαραίτητες

Πίνακας 2.1: Στατιστικά στοιχεία σχετικά με τον μολυσμένο αέρα στην Ευρώπη

300 000	At least 55%	At least 330 billion
premature deaths caused by fine particulate matter annually	reduction of premature deaths due to particulate matter by 2030 (EU target)	annual economic cost of air pollution (EUR)

Πηγή: European commission

Οι Ζώνες χαμηλών εκπομπών γίνεται προσπάθεια να εφαρμοστούν σε περιοχές επιβαρυνμένες από τα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης και κατ επέκταση επιβλαβή για την υγεία.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να επιβαρύνει την ποιότητα ζωής και να προκαλέσει και θάνατο.

Παρακάτω κάποια παραδείγματα από έρευνες που έχουν γίνει από την Ευρωπαϊκή επιτροπή :

- Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι υπεύθυνη για 310.000 πρόωρους θανάτους κάθε χρόνο στην Ευρώπη.





- Η ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλεί περισσότερους πρόωρους θανάτους από τα τροχαία ατυχήματα.
- Η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει περισσότερο τους πολύ νέους και τους ηλικιωμένους και εκείνους με καρδιακές και πνευμονικές παθήσεις. Οι καρδιακές και πνευμονικές παθήσεις είναι και οι δύο κοινές αιτίες θανάτου στην Ευρώπη.
- Η ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλεί επίσης προβλήματα υγείας, όπως προσβολές άσθματος και αυξάνει τις εισαγωγές στο νοσοκομείο και ημέρες απουσίας.

### 2.8.3 © Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΧ)

Όλα τα παραπάνω οδηγούν σε μεγάλους κινδύνους για την υγεία και για αυτό σε πολλές χώρες και ειδικά στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν τεθεί κάποια πρότυπα ποιότητας του αέρα.

Κύρια πηγή ρύπανσης σε μεγάλες πόλεις αποτελεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση. Γι αυτό σαν μέτρο έχουν εφαρμοστεί οι Ζώνες χαμηλών εκπομπών ώστε να μειωθεί η ρύπανση από τις εκπομπές ρύπων από την κυκλοφορία των οχημάτων.

#### Κανονισμοί για τις εκπομπές των οχημάτων και το σύστημα κατηγορίας Euro

#### Πίνακας 2.2: οι κατηγορίες Euro βαρέων οχημάτων στην Σουηδία

Low emission zones in Sweden – Evidence from Uppsala

Table 1: Euro classes heavy vehicle, diesel engines, g/kWh (smoke in m <sup>-1</sup> )						
Tier	Date	CO	HC	NOx	PM	Smoke
Euro I	1992 (<85 kW)	4.5	1.1	8.0	0,612	
	1992 (> 85 kW)	4.5	1.1	8.0	0.36	
Euro II	October 1996	4.0	1.1	7.0	0.25	
	October 1998	4.0	1.1	7.0	0.15	
Euro III	October 2000	2.1	0.66	5.0	0.10	0.8
					0,13 <sup>1</sup>	
Euro IV	October 2005	1.5	0.46	3.5	0.02	0.5
Euro V	October 2008	1.5	0.46	2.0	0.02	0.5
Euro VI	January 2013	1.5	0.13	0.4	0.01	

Source: transportpolicy.net (2019)

Note: 1 for engines of less than 0.75 dm<sup>3</sup> swept volume per cylinder and a rated power speed of more than 3000 min<sup>-1</sup>

Πηγή: Low emission zones in Sweden – Evidence from Uppsala



Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι εκπομπές από τα βαρέα οχήματα ρυθμίζονται από το σύστημα κατηγοριών Euro.

Οι κλάσεις Euro είναι σταθερά πρότυπα που ρυθμίζουν το μέγιστο επιτρεπόμενο επίπεδο εκπομπών για τα νέα οχήματα (πίνακας 1).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το σύστημα ταξινόμησης του Euro βασίζεται σε δοκιμές πάγκου του κινητήρα χωρίς το υπόλοιπο φορτηγό. Ως εκ τούτου, τα κριτήρια εκπομπών του πίνακα 1 δεν είναι οι μέγιστες εκπομπές για οχήματα σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας και συνθήκες (transportpolicy.net, 2019). Είναι, επομένως, πιθανό οι εκπομπές κατά την πραγματική οδήγηση να αποκλίνουν σημαντικά από τις εκπομπές κινητήρων στις δοκιμές.

### 2.8.4 Ζώνες μηδενικών εκπομπών (Zero emissions zones)

Οι ζώνες μηδενικών εκπομπών εφαρμόζονται για την μείωση της ρύπανσης σε τοπικό επίπεδο και την μείωση των εκπομπών ρύπων συνολικά. Η δημιουργία τους μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο και να συμβάλουν σε μια καλύτερη ποιότητα ζωής εντός της ζώνης αυτής αλλά και πιθανόν σε κάποιο βαθμό εκτός της ζώνης.

Υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι εφαρμογής μιας ζώνης μηδενικών ρύπων, είτε με περιορισμό της κυκλοφορίας, είτε με απαγόρευση χρήσης κινητήρων εσωτερικής καύσης (βενζίνη, ντίζελ, κινητήρας αερίου).

Αυτό που ακολουθείται είναι ο συνδυασμός και των δύο παραπάνω. Για παράδειγμα, μια πεζοδρομημένη ζώνη όπου τα οχήματα που επιτρέπονται είναι οχήματα μηδενικών εκπομπών για παράδειγμα ηλεκτρικά, θα ήταν μια ζώνη μηδενικών εκπομπών.

Ένα παράδειγμα από το εξωτερικό είναι η zero emissions zones -logistics, όπου τα οχήματα που κάνουν τις παραδόσεις προϊόντων πρέπει να έχουν μηδενικές εκπομπές.

#### 2.8.4.1 Το παράδειγμα της Σουηδίας

Στη Σουηδία ο αριθμός των πρόωρων θανάτων από την ατμοσφαιρική ρύπανση έφτασε τους 7600 το 2015.

Η Ζώνη χαμηλών εκπομπών εφαρμόστηκε στην περιοχή της Ουπσάλα χωρίς όμως να φαίνεται ότι υπάρχει κάποια καλύτερευση στα ποσοστά μείωσης του NO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα.



Ο νόμος που ρυθμίζει τις ζώνες χαμηλών εκπομπών στη Σουηδία είναι ο Trafikförordningen (SFS, 1998:1276), και ισχύει όλες τις ημέρες και ώρες της εβδομάδας.

Ο νόμος αυτός έχει σχεδιαστεί για να τηρείται ως εθνικό πλαίσιο για την πολιτική. Αυτό το εθνικό πλαίσιο αποσκοπεί στην απλούστευση και εναρμόνιση των κανονισμών εντός της Σουηδίας (Holman et al., 2015). Είναι, ωστόσο, οι τοπικοί δήμοι που έχουν το δικαίωμα να κηρύξουν περιοχές χαμηλής ζώνης εκπομπών. Ως εκ τούτου, οι δήμοι λαμβάνουν την απόφαση, αλλά πρέπει να ακολουθούν το εθνικό πλαίσιο κατά την εφαρμογή τους.

Συνεπώς, οι δήμοι στη Σουηδία δεν μπορούν να επιβάλλουν αυστηρότερους περιορισμούς από το εθνικό πλαίσιο.

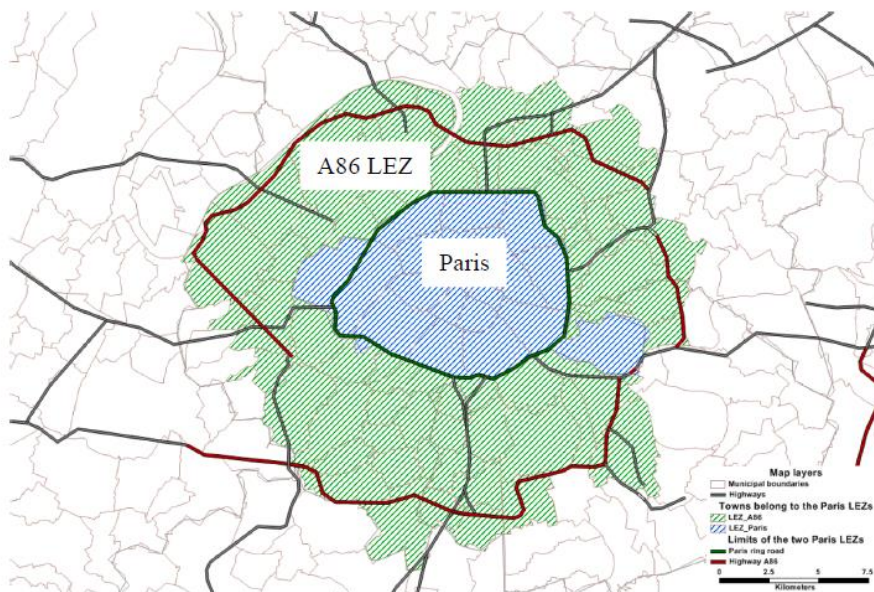
### 2.8.4.2 Το παράδειγμα της Γαλλίας

**Γράφημα 2.9: τα όρια των ζωνών χαμηλών εκπομπών ρύπων στην μητροπολιτική περιοχή του Παρισιού**

The 6 classes of the Crit'Air classification in Euro standard.

Crit'Air class	Green	1	2	3	4	5
passenger car or light commercial vehicle (LCV)	Gazoline	Euro 5-6 (2011-)	Euro 4 (2006-2010)	Euro 2-3 (1997-2005)		
	Diesel		Euro 5-6 (2011-)	Euro 4 (2006-2010)	Euro 3 (2000-2005)	Euro 2 (1997-2000)

The Green sticker corresponds to electric or hydrogen vehicles. Euro 1 or older vehicles cannot have stickers.



Πηγή: science direct



Τα όρια της Ζώνης χαμηλών εκπομπών στη μητροπολιτική περιοχή του Παρισιού - The Paris Region low emission zone, a benefit shared with residents outside the zone

Το 2015 η Μητροπολιτική Αρχή του Παρισιού υπέβαλε σχέδια για τη θέσπιση μέτρων βελτίωσης της ποιότητας του αέρα με την εφαρμογή μιας ζώνης χαμηλών εκπομπών.

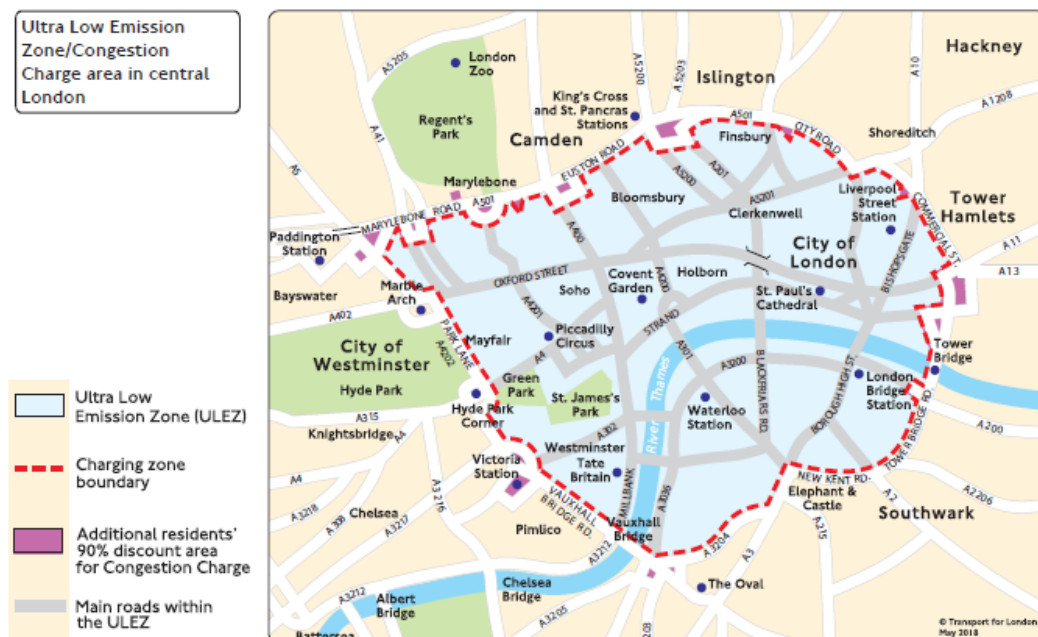
Μαζί με τους περιορισμούς κυκλοφορίας, δημιούργησαν μια σήμανση με το αυτοκόλλητο Crit'Air, το οποίο ισχύει σε όλη τη Γαλλία και χρησιμοποιήθηκε για την κατηγοριοποίηση όλων των οχημάτων ανάλογα με το επίπεδο εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων από τους κινητήρες τους με βάση το πρότυπο Euro.

Οι κατηγορίες οχημάτων που δημιουργήθηκαν στην ταξινόμηση Crit'Air ήταν 6 όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα.

Από το 2016 τα οχήματα χωρίς αυτοκόλλητο δεν επιτρέπεται πλέον να οδηγούν στο Παρίσι τις εργάσιμες ημέρες μεταξύ 8 π.μ. και 5 μ.μ. και τα οχήματα που εκπέμπουν τους περισσότερους ρύπους (αυτοκόλλητα Crit'Air 4 και 5) έχουν απαγορευτεί να εισέρχονται στο Παρίσι.

### 2.8.4.3 Το παράδειγμα της Μεγάλης Βρετανίας

Γράφημα 2.10: Ζώνη εξαιρετικά χαμηλών εκπομπών στο κέντρο του Λονδίνου





Η Ζώνη εξαιρετικά χαμηλών εκπομπών ULEZ του κεντρικού Λονδίνου εγκαινιάστηκε στις 8 Απριλίου 2019. Τα περισσότερα οχήματα που κινούνται στη ζώνη ULEZ πρέπει να πληρούν αυστηρά πρότυπα εκπομπών ή να πληρώνουν το ημερήσιο τέλος.

Όταν η ζώνη ULEZ επεκταθεί, τα πρότυπα θα παραμείνουν τα ίδια, αλλά η περιοχή που θα καλύπτεται θα είναι 18 φορές μεγαλύτερη.

Η ULEZ ισχύει 24 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα, όλο το χρόνο (εκτός από την ημέρα των Χριστουγέννων).

Το 2021 θα υπάρξουν επίσης αλλαγές στη ζώνη χαμηλών εκπομπών (LEZ) και στο τέλος κυκλοφοριακής συμφόρησης (C-Charge). Όταν γίνουν όλες οι αλλαγές, το Λονδίνο θα έχει τρία διαφορετικά συστήματα τελών κυκλοφορίας.

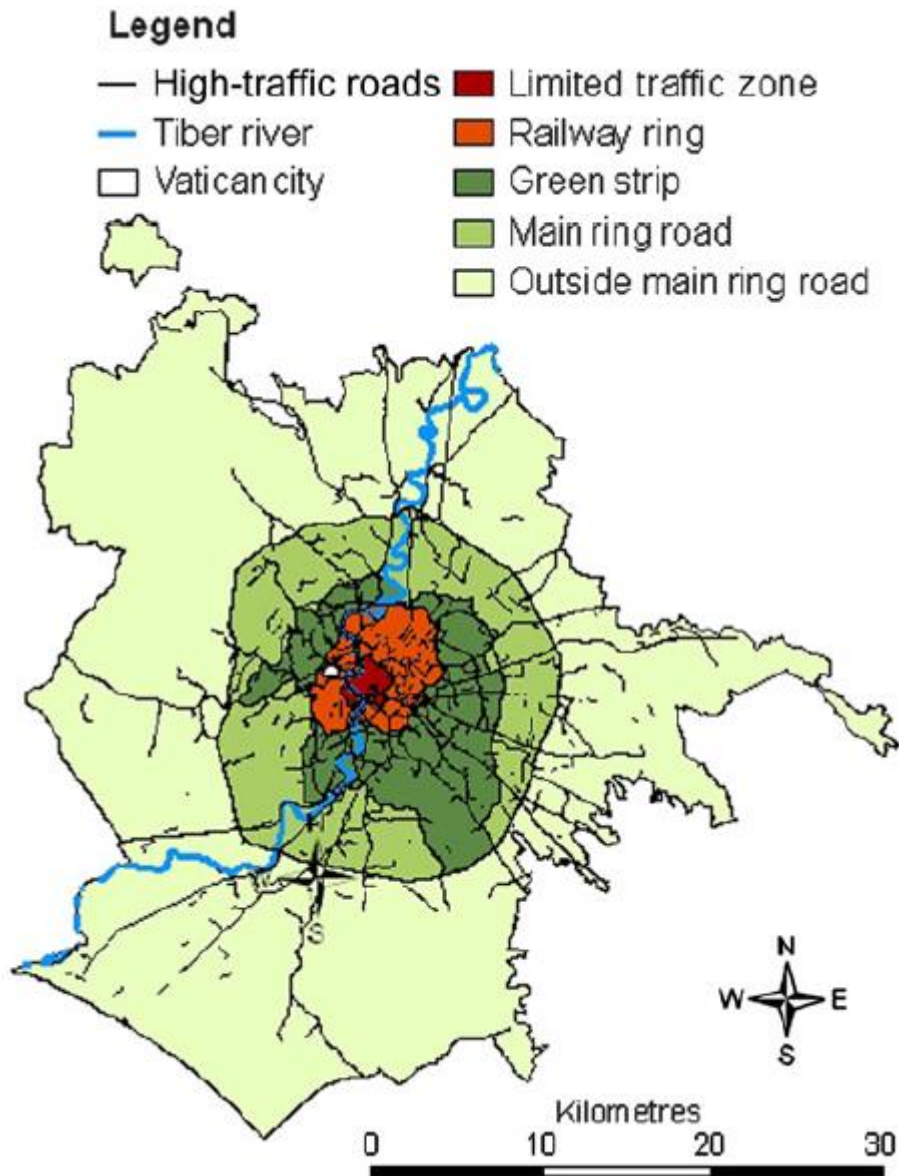
#### 2.8.4.4 Το παράδειγμα της Γερμανίας

Από το 2006 έχει τεθεί σε ισχύ ένας νόμος κατά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, κατά τον οποίο οι οδηγοί πρέπει να έχουν τοποθετημένο στο όχημα τους ένα ειδικό περιβαλλοντικό αυτοκόλλητο προκειμένου να εισέλθουν στην «πράσινη ζώνη» των περισσότερων πόλεων.

Ο νόμος αυτός ισχύει για οποιονδήποτε οδηγεί επιβατικό όχημα ή μικρό φορτηγό στη Γερμανία, είτε είναι κάτοικος είτε όχι. Ακόμη και αν το αυτοκίνητο πληροί τα ευρωπαϊκά πρότυπα, ο οδηγός μπορεί να τιμωρηθεί με πρόστιμο εάν δεν έχει τοποθετήσει αυτοκόλλητο.

### 2.8.4.5 Το παράδειγμα της Ιταλίας

Γράφημα 2.11: Χάρτης της Ρώμης με σήμανση των ζωνών χαμηλών εκπομπών ρύπων



Πηγή: Health benefits of traffic-related air pollution reduction in different socioeconomic groups: the effect of low-emission zoning in Rome

Από τον Οκτώβριο του 2001, η κυκλοφορία των οχημάτων στο κέντρο έχει απαγορευτεί σε όλα τα οχήματα τις καθημερινές από τις 06:30 έως τις 18:00 και το Σάββατο από τις 14:30 έως τις 18:00.

Ο έλεγχος για την τήρηση της Ζώνης χαμηλών εκπομπών γίνεται με κάμερες οι οποίες καταγράφουν τα οχήματα που εισέρχονται και εξέρχονται από τη ζώνη.



Μόνο εγκεκριμένα οχήματα (αυτοκίνητα κατοίκων, επαγγελματικά οχήματα και οχήματα δημόσιων συγκοινωνιών) μπορούν να εισέλθουν ανά πάσα στιγμή.

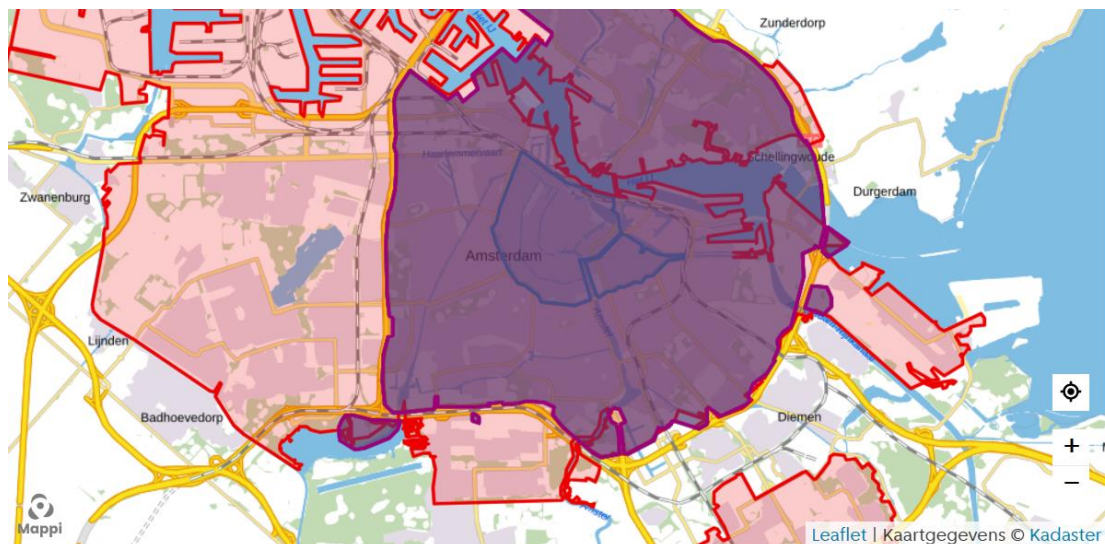
Από τον Ιανουάριο του 2002, τα παλαιά οχήματα ντίζελ δεν επιτρέπονταν στην περιοχή (κατά τη διάρκεια της ημέρας).

Από τον Ιούλιο του 2002, μόνο οχήματα με καταλυτικό μετατροπέα επιτρέπονταν στην περιοχή (κατά τη διάρκεια της ημέρας), και από τον Ιανουάριο του 2003 οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας.

Ο γενικός στόχος αυτής της πολιτικής ήταν η μείωση του αριθμού των ιδιωτικών οχημάτων στο κέντρο, για να προωθηθεί η χρήση δημόσιων μεταφορών και να διευκολυνθεί η αντικατάσταση παλαιών οχημάτων.

#### 2.8.4.6 Το παράδειγμα της Ολλανδίας

**Γράφημα 2.12: χάρτης με τις ζώνες χαμηλών εκπομπών για τα οχήματα με κινητήρα πετρελαίου στην Ολλανδία**



Πηγή:mappi



Πίνακας 2.3: Οι Ολλανδικές ζώνες χαμηλών εκπομπών

City	
Amsterdam	Arnhem
Breda	Delft
Den Haag	Eindhoven
Leiden	Maastricht
Rijswijk	Rotterdam
's Hertogenbosch	Tilburg
Utrecht	Rotterdam Maasvlakte <sup>1</sup>

Πηγή: LOW EMISSION ZONES - A study into the business effects and external effects as a result of businesses anticipating on low emission zone policy.

Η ζώνη χαμηλών εκπομπών στο Άμστερνταμ δεν επιτρέπει την είσοδο των πετρελαιοκίνητων αυτοκίνητων με πρότυπο εκπομπών Euro 3 ή χαμηλότερο. Για οχήματα με εκπομπές ρύπων Euro 4 ή υψηλότερες δίνετε απεριόριστη πρόσβαση. Δεν απαιτείται αυτοκόλλητο και δεν υπάρχουν ημερήσιες εξαιρέσεις για τα αυτοκίνητα.





## 2.9 Ζώνες Χαμηλών εκπομπών – τι ισχύει στην Ελλάδα

### 2.9.1 Αθήνα – Πράσινος Δακτύλιος

Ο Δακτύλιος της Αθήνας είναι η πιο γνωστή ζώνη χαμηλών εκπομπών και βρίσκεται στο κέντρο της πόλης και είναι σε ισχύ συγκεκριμένες ώρες.

Η Αθήνα είναι η πρωτεύουσα της χώρας επομένως, σύμφωνα με το ΦΕΚ 4860/Β'/20.10.2021 έχουν αποφασιστεί μέτρα που περιορίζουν την κυκλοφορία των οχημάτων

Σκοπός αυτής της πρωτοβουλίας είναι ο περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ώστε να μειωθεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση στο κέντρο της Αθήνας.

Το κέντρο της Αθήνας που αφορά το κεντρικό σημείο του δακτυλίου και γύρω του επιτρέπονται να κυκλοφορούν μόνο επιβατηγά ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητα με μέγιστη αποδεκτή μάζα (ΜΑΜΦΟ) μέχρι 2200 χιλιάδες χιλιόγραμμα και με βάση τον τελευταίο αριθμό της πινακίδας κυκλοφορίας.

Αυτό που ισχύει είναι ότι:

- τις ζυγές ημέρες επιτρέπεται η κυκλοφορία οχημάτων με αριθμό κυκλοφορίας που τελειώνει σε ζυγό αριθμό και συγκεκριμένα 0, 2, 4, 6, 8 και
- τις μονές ημέρες επιτρέπεται η κυκλοφορία οχημάτων που ο αριθμός κυκλοφορίας λήγει σε μονό αριθμό δηλαδή σε 1, 3, 5, 7 και 9

#### 2.9.1.1 Είδη οχημάτων που κυκλοφορούν ελεύθερα στον δακτύλιο

Παρακάτω τα είδη των οχημάτων που μπαίνουν στον δακτύλιο:

1. Τα αυτοκίνητα EURO 6 πρέπει να εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα λιγότερο από 120 g/km και τα εξής είδη οχημάτων: τα ηλεκτρικά, τα υβριδικά, και με φυσικό αέριο από την κατασκευή.

Υπάρχει ειδικό σήμα για την κυκλοφορία οχημάτων στο κέντρο της Αθήνας όπου επιτρέπει την κατ' εξαίρεση κυκλοφορία τους και εκδίδεται ηλεκτρονικά μέσω της Ενιαίας Ψηφιακής Πύλης της Δημόσιας Διοίκησης.

Ο έλεγχος πληρότητας των προϋποθέσεων για την απόκτηση του ειδικού σήματος διενεργείται αυτομάτως με την άντληση των απαραίτητων στοιχείων όπως φαίνονται στην άδεια κυκλοφορίας των οχημάτων.

2. Τα ταξί - ΕΔΧ

3. τα αυτοκίνητα των μόνιμων κατοίκων εντός του δακτυλίου στους οποίους παρέχεται ειδική κάρτα εισόδου.

Για τα οχήματα των μόνιμων κατοίκων εσωτερικά του Δακτυλίου, προβλέπονται ειδικές Ζώνες εισόδου - εξόδου και χορηγείται ειδική κάρτα από τις αρμόδιες Υπηρεσίες του δήμου Αθηναίων.



Οι ζώνες αυτές είναι οι εξής:

- Α Ζώνη: Η περιοχή που περικλείεται από τις λεωφόρους και οδούς: Λ. Αλεξάνδρας – Ζαχάρωφ – Λ. Μεσογείων – Φειδιππίδου – Μιχαλακοπούλου – Σπ. Μερκούρη Ριζάρη – Λ. Βασ. Σοφίας – Βασ. Γεωργίου Α' – Σταδίου – Αιόλου – 28ης Οκτωβρίου (Πατησίων) – Λ. Αλεξάνδρας.
- Β Ζώνη: Η περιοχή που περικλείεται από τις λεωφόρους και οδούς: 28ης Οκτωβρίου (Πατησίων) – Αιόλου Σταδίου – Ερμού – Πειραιώς – Ιερά Οδός – Λ. Κωνσταντινουπόλεως – Αχιλλέως – Πλ. Καραϊσκάκη – Καρόλου Μάρνη – 28ης Οκτωβρίου (Πατησίων).
- Γ Ζώνη: Η περιοχή που περικλείεται από τις λεωφόρους και οδούς: Ερμού – Πλατεία Συντάγματος – Λ. Αμαλίας – Λ. Ανδρ. Συγγρού – Καλλιρρόης – Παναγή Τσαλδάρη Χαμοστέρνας – Πειραιώς – Ερμού.
- Δ Ζώνη: Η περιοχή που περικλείεται από τις λεωφόρους και οδούς: Λ. Βασ. Σοφίας – Ριζάρη – Σπ. Μερκούρη – Υμηττού – Ηλ. Ηλιού – Α. Φραντζή – Καλλιρρόης – Λ. Ανδρ. Συγγρού – Λ. Βασ. Αμαλίας – Λ. Βασ. Σοφίας.

### 2.9.1.2 Πότε εφαρμόζεται ο δακτύλιος

Ο δακτύλιος εφαρμόζεται από τον Οκτώβριο έως και τον Ιούλιο κάθε έτους τις ημέρες Δευτέρα με Πέμπτη από τις 07.00 έως τις 20.00 και την Παρασκευή από 07.00 έως 15.00.

Οι παραπάνω περιορισμοί δεν ισχύουν τις επίσημες αργίες, όπως και τις ημέρες που ανακοινώνεται απεργία των εργαζομένων στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Επίσης, δικαίωμα άρσης των μέτρων αυτών μπορεί να γίνει με απόφαση του Υπουργού Εσωτερικών.

### 2.9.1.3 Όρια Δακτυλίου

Τα όρια του δακτυλίου περιλαμβάνουν τις παρακάτω λεωφόρους και οδούς: «Λ. Αλεξάνδρας – Ζαχάρωφ – Λ. Μεσογείων – Φειδιππίδου Μιχαλακοπούλου – Σπύρου Μερκούρη – Βρυάξιδος – Υμηττού – Ηλ. Ηλιού – Ανδρ. Φραντζή – Λ. Ανδρ. Συγγρού Χαμοστέρνας – Πειραιώς – Ιερά Οδός – Λ. Αλεξάνδρας», ισχύουν οι εξής περιορισμοί της κυκλοφορίας:

- Στις οριακές λεωφόρους και οδούς του δακτυλίου δεν ισχύουν τα παραπάνω μέτρα περιορισμού της κυκλοφορίας.
- Με απόφαση του Υπουργού Υποδομών και Μεταφορών, είναι δυνατόν να τροποποιούνται προσωρινά τα όρια του δακτυλίου.



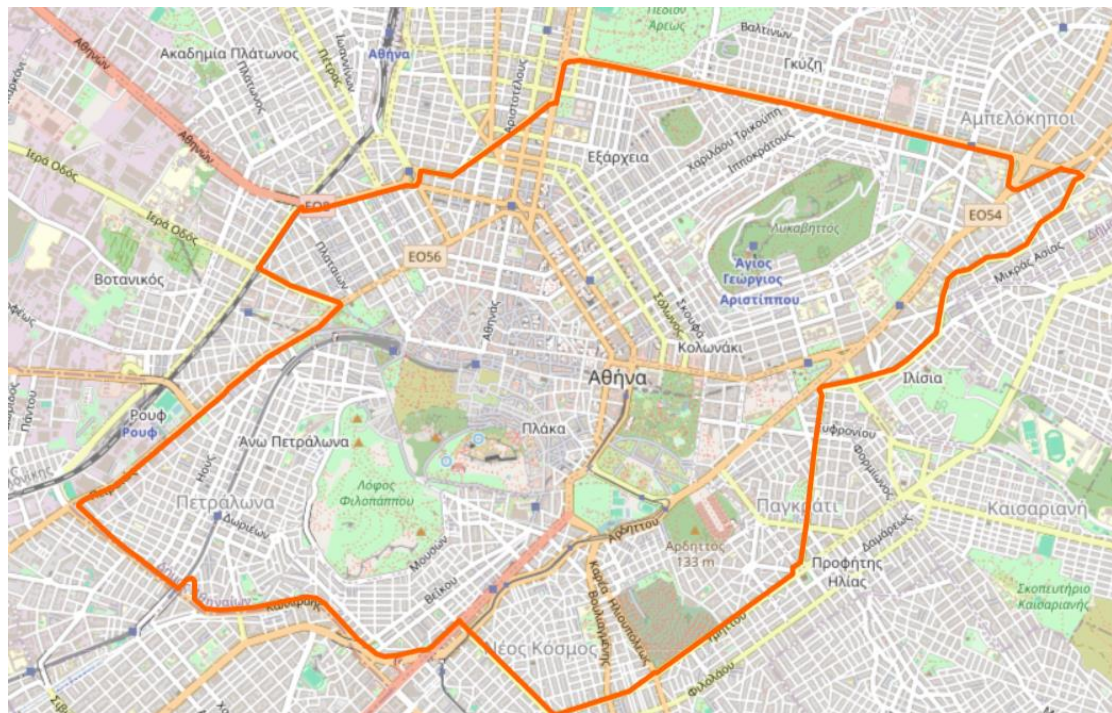
### 2.9.1.4 Σήμανση δακτυλίου & Πρόστιμο παραβίασης

Τα όρια του μικρού δακτυλίου σημειώνονται με ειδικές πινακίδες, όπως η παρακάτω, με την ένδειξη «Δ» σε κίτρινο φόντο, οι οποίες βρίσκονται σε κάθε εισερχόμενο δρόμο προς το δακτύλιο

Οι παραβάτες των περιοριστικών μέτρων, τιμωρούνται με διοικητικό πρόστιμο 100 €.

Οι ίδιες ποινές επιβάλλονται και στους κατοίκους του δακτυλίου, κατόχους της ειδικής κάρτας, σε περίπτωση κυκλοφορίας τους σε ζώνη διαφορετική από την επιτρεπόμενη ή σε ώρες άλλες από τις προβλεπόμενες για τις ζώνες αυτές, από την παρούσα απόφαση.

### Γράφημα 2.13: Χάρτης του δακτυλίου της Αθήνας



Πηγή: <https://www.openstreetmap.org/relation/6661692>

Στην Ελλάδα οι ζώνες χαμηλών εκπομπών που υπάρχουν βρίσκονται στις μεγάλες πόλεις όπως η Αθήνα μέσω του Δακτυλίου στο κέντρο της πόλης

### 2.9.2 Τι ισχύει σε άλλες πόλεις της Ελλάδας

Στη Θεσσαλονίκη δεν υπάρχει οριοθετημένος Δακτύλιος όπως αυτός στην Αθήνα όμως έχουν παρθεί κάποια μέτρα για την μείωση της ρύπανσης από τα οχήματα μέσω:



- Προώθησης των δημόσιων συγκοινωνιών και των ποδηλάτων.
- Προγραμμάτων ευαισθητοποίησης και εκπαίδευσης για την μειωμένη χρήση αυτοκινήτων.
- Πεζοδρομήσεων και δημιουργίας ποδηλατοδρόμων
- Μέσω επιδοτήσεων για την χρήση ηλεκτρικών οχημάτων
- Αύξηση των υποδομών φόρτισης σε πολλά σημεία

Σε άλλες μεγάλες πόλεις όπως το Ηράκλειο ή την Πάτρα εφαρμόζονται μέτρα όπως συμβαίνει στη Θεσσαλονίκη καθώς δεν υπάρχει κάποιος οριοθετημένος δακτύλιος.



### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Μεθοδολογία

Αρχικά, έγινε η επεξεργασία της βιβλιογραφίας και η συγγραφή της βιβλιογραφικής επισκόπησης ώστε να συγκεντρώσουμε πληροφορίες οι οποίες μπορούν να φανούν χρήσιμες και να αξιοποιηθούν για τη συγκεκριμένη έρευνα.

Μέσω της έρευνας που διενεργούμε για τις εκπομπές ρύπων από φορτηγά οχήματα στο κέντρο της Αθήνας, έγινε προσπάθεια να αποκτηθεί μια καλύτερη προσέγγιση στην επεξεργασία αντίστοιχων θεμάτων, καθώς και να καταλήξουμε στη μέθοδο με βάση την οποία θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία των δεδομένων για να επιτευχθεί το ζητούμενο αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Τα δεδομένα μας συλλέχθηκαν από πλατφόρμα που χρησιμοποιεί εταιρεία logistics (POD) και καταχωρήθηκαν σε μια βάση δεδομένων (Microsoft Excel), η οποία βελτιώθηκε σταδιακά, έως ότου αποκτήσει την τελική της μορφή.

Τα στοιχεία που αξιοποιήθηκαν είχαν ως περιεχόμενο τις διευθύνσεις που θα κατέληγαν τα προϊόντα, το βάρος, τον όγκο και το σύνολο των τεμαχίων.

Το εύρος των δεδομένων ήταν γύρω στα 500 δρομολόγια από τα οποία καταλήξαμε σε 80 δρομολόγια τα οποία έλαβαν χώρα στον δακτύλιο του κέντρου της Αθήνας και μπορεί να αφορούσαν προσπάθεια πρώτης παράδοσης, επαναδρομολογήσεις ή και επιστροφές προϊόντων.

Χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο χαρτών GOOGLE MAPS για τον υπολογισμό των χιλιομέτρων που διένυσαν τα φορτηγά από την Θέση 1 που αφορά την θέση φόρτωσης μέχρι και το τελευταίο σημείο παράδοσης.

Η θέση 1 εν τέλει δεν λήφθηκε υπόψιν στο σύνολο των χιλιομέτρων, οι μετρήσεις ξεκινούν από το πρώτο σημείο παράδοσης το οποίο βρίσκεται πιο κοντά στον δακτύλιο.

Έγινε προσπάθεια να ερμηνεύσουμε τα δεδομένα που λάβαμε από την εταιρεία Logistics ώστε να υπολογιστούν οι εκπομπές CO<sub>2</sub> των φορτηγών οχημάτων με βάση τα χιλιόμετρα που διένυσαν στα δρομολόγια που έλαβαν χώρα στο κέντρο της Αθήνας και συγκεκριμένα εντός του Δακτυλίου.

Στη συνέχεια, λάβαμε ενημέρωση από την εταιρεία σχετικά με τον στόλο των φορτηγών οχημάτων που ολοκλήρωσαν τα επιλεγμένα δρομολόγια στο κέντρο της Αθήνας και έγινε εντοπισμός των εκπομπών CO<sub>2</sub> των οχημάτων μέσω του κατασκευαστή τους.

Παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν για τον υπολογισμό των εκπομπών ανά δρομολόγιο είναι οι παρακάτω:

- Η κατάσταση του οχήματος, για παράδειγμα αν γίνονται συχνά service τότε λόγω της καλής και ποιοτικής συντήρησης θα έχει λιγότερες εκπομπές CO<sub>2</sub>
- Ο τρόπος οδήγησης με οικολογική τρόπο.



- Το φορτίο που έχει το κάθε όχημα, όσο περισσότερο όγκο έχει ένα όχημα τόσο περισσότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> θα εκπέμπει.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι μέγιστες τιμές εκπομπών CO<sub>2</sub> επειδή τα φορτηγά αξιοποιούν το μέγιστο του όγκου τους.

Να αναφέρουμε ότι τα δρομολόγια έγιναν το διάστημα Ιανουάριο- Απρίλιο του 2024 και αφορούν φορτία άνω των 10 κιλών για εξοπλισμό οικιακής χρήσης. Επιλέχθηκε το συγκεκριμένο φίλτρο στα κιλά για να μπορέσουμε να εξάγουμε ένα συμπέρασμα για μεγαλύτερου όγκου αντικείμενα τα οποία έχουν δυσκολία στην μετακίνηση και πρέπει να τηρούνται κάποιες προϋποθέσεις όπως για παράδειγμα μεγάλα οχήματα.

Επίσης, έχει γίνει αποτύπωση ενδεικτικά ενός χάρτη με την χωρική κατανομή ενός δρομολογίου.

Μετά το πέρας της επεξεργασίας των δεδομένων αυτών χρησιμοποιήθηκαν τα υπολογιστικά φύλλα (Microsoft excel) για την δημιουργία γραφημάτων ώστε να μπορεί να γίνει ασφαλής εξαγωγή συμπερασμάτων.

Τέλος, η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε είναι περιγραφική στατιστική και τα διαγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν είναι η σύνθεση ραβδογραμμάτων με γραμμές για την αποτύπωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> ανά όχημα και συγκριτικά γραφήματα για τους τέσσερις τύπους οχημάτων.

Τα δρομολόγια που αντιστοιχούν στο κάθε όχημα είναι 20.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μελέτη περίπτωσης – Αποτελέσματα

Αρχικά, στόχος της διπλωματικής μας εργασίας είναι ο υπολογισμός εκπομπών CO<sub>2</sub> για τα δρομολόγια που πραγματοποιήθηκαν στο κέντρο του Δακτυλίου της Αθήνας.

Οι τύποι οχημάτων που διεκπεραιώνουν τα δρομολόγια και οι εκπομπές CO<sub>2</sub> σύμφωνα με τον κατασκευαστή, είναι τα παρακάτω:

- Ford Transit Van με κινητήρα diesel 2.0L, σύμφωνα με την ιστοσελίδα του κατασκευαστή οι εκπομπές κυμαίνονται από 150 έως 220 g/km.
- Mercedes Sprinter 319 CDI 3.0L Diesel 243-269 g/km
- Mercedes vito 119 CDI 2.1L Diesel 177-201 g/km
- Volkswagen Transporter 2.5 TDI Diesel 210-224 g/km

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας είναι τα παρακάτω:

**Πίνακας 4.1: Πίνακας δεδομένων I**

ΟΧΗΜΑ	Συνολικός εκτιμώμενος χρόνος (min)	Συνολική απόσταση (km)	Υπολογισμός εκπομπών CO <sub>2</sub> (gr)
Ford Transit Van	106	27,7	6094
Ford Transit Van	112	29,8	6556
Ford Transit Van	179	55,4	12188
Ford Transit Van	112	28	6160
Ford Transit Van	113	28,9	6358
Ford Transit Van	156	43,1	9482
Ford Transit Van	172	49,2	10824
Ford Transit Van	96	26,5	5830
Ford Transit Van	104	32,1	7062
Ford Transit Van	91	27,7	6094
Ford Transit Van	136	35,3	7766
Ford Transit Van	146	39,5	8690
Ford Transit Van	113	26,9	5918
Ford Transit Van	106	32,6	7172
Ford Transit Van	139	36,7	8074
Ford Transit Van	128	31,4	6908
Ford Transit Van	82	21,3	4686
Ford Transit Van	90	23,8	5236
Ford Transit Van	154	42,2	9284
Ford Transit Van	109	30,9	6798
Mercedes Sprinter	132	39,1	10517,9
Mercedes Sprinter	147	38,9	10464,1
Mercedes Sprinter	85	20,7	5568,3
Mercedes Sprinter	125	33,3	8957,7



Mercedes Sprinter	115	29,6	7962,4
Mercedes Sprinter	80	21,1	5675,9
Mercedes Sprinter	130	32,8	8823,2
Mercedes Sprinter	146	36,7	9872,3
Mercedes Sprinter	212	61,8	16624,2
Mercedes Sprinter	65	17,3	4653,7
Mercedes Sprinter	143	38,4	10329,6
Mercedes Sprinter	163	44,8	12051,2
Mercedes Sprinter	105	27,7	7451,3
Mercedes Sprinter	125	32,7	8796,3
Mercedes Sprinter	129	36,7	9872,3
Mercedes Sprinter	131	34,5	9280,5
Mercedes Sprinter	143	44,5	11970,5
Mercedes Sprinter	82	19,6	5272,4
Mercedes Sprinter	56	14,6	3927,4
Mercedes Sprinter	123	29,6	7962,4
Mercedes vito	150	42,7	8582,7
Mercedes vito	143	34,6	6954,6
Mercedes vito	105	30,6	6150,6
Mercedes vito	113	29,3	5889,3
Mercedes vito	46	15,2	3055,2
Mercedes vito	119	32,8	6592,8
Mercedes vito	64	30,5	6130,5
Mercedes vito	144	36,6	7356,6
Mercedes vito	124	38,9	7818,9
Mercedes vito	70	16,3	3276,3
Mercedes vito	65	15,4	3095,4
Mercedes vito	52	12,3	2472,3
Mercedes vito	63	15,7	3155,7
Mercedes vito	101	25,3	5085,3
Mercedes vito	111	29,5	5929,5
Mercedes vito	81	20,8	4180,8
Mercedes vito	81	24,2	4864,2
Mercedes vito	95	23,8	4783,8
Mercedes vito	121	35,3	7095,3
Mercedes vito	72	36,5	7336,5
Volkswagen Transporter	126	42,8	9587,2
Volkswagen Transporter	189	52,9	11849,6
Volkswagen Transporter	122	29,9	6697,6
Volkswagen Transporter	141	38,1	8534,4
Volkswagen Transporter	126	36,2	8108,8





Volkswagen Transporter	122	33,4	7481,6
Volkswagen Transporter	111	32,4	7257,6
Volkswagen Transporter	95	28,6	6406,4
Volkswagen Transporter	152	41,9	9385,6
Volkswagen Transporter	115	29,1	6518,4
Volkswagen Transporter	202	76,2	17068,8
Volkswagen Transporter	143	40,4	9049,6
Volkswagen Transporter	134	32,2	7212,8
Volkswagen Transporter	155	42,4	9497,6
Volkswagen Transporter	171	48,8	10931,2
Volkswagen Transporter	123	32,6	7302,4
Volkswagen Transporter	113	43,8	9811,2
Volkswagen Transporter	159	44,5	9968
Volkswagen Transporter	104	28	6272
Volkswagen Transporter	138	35,1	7862,4

Στον πίνακα 4.1 βλέπουμε τον καταμερισμό των οχημάτων ανά δρομολόγιο όπου εμφανίζεται το σύνολο των χιλιομέτρων που διένυσαν, ο χρόνος που ολοκληρώθηκε το δρομολόγιο και οι υπολογισμένες εκπομπές CO<sub>2</sub>.

#### Πίνακας 4.2: Πίνακας δεδομένων II

Ετικέτες γραμμής	Μέσος όρος από Εκπομπές CO <sub>2</sub> /Στάση
Ford Transit Van	430,47
Mercedes Sprinter	506,88
Mercedes vito	395,41
Volkswagen Transporter	522,99
<b>Γενικό Άθροισμα</b>	<b>463,94</b>



Στον πίνακα 4.2 έχει υπολογιστεί ο μέσος όρος των εκπομπών CO<sub>2</sub> σε αναλογία με τις στάσεις που πραγματοποίησαν τα φορτηγά για τους τέσσερις τύπους οχήματος.

Πίνακας 4.3: Πίνακας δεδομένων III

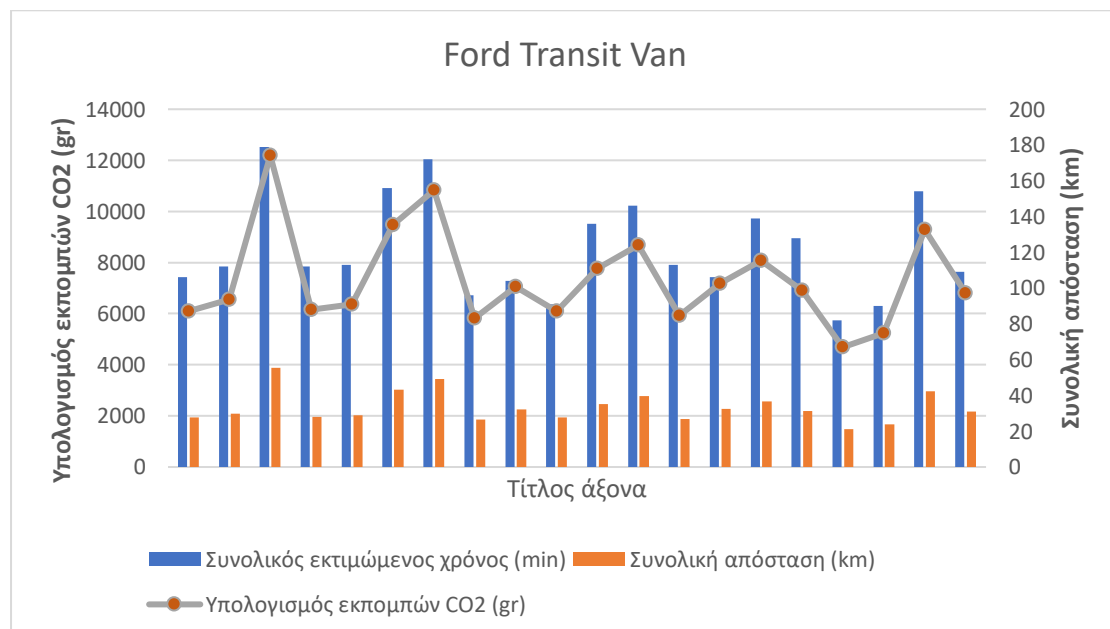
Ετικέτες γραμμής	Μέσος όρος από total εκτιμώμενος χρόνος (min)	Μέσος όρος από Total km	Μέσος όρος από Υπολογισμός εκπομπών CO <sub>2</sub> (gr)
Ford Transit Van	122,2	33,45	7359
Mercedes Sprinter	121,85	32,72	8801,68
Mercedes vito	96	27,315	5490,315
Volkswagen Transporter	137,05	39,465	8840,16
<b>Γενικό Άθροισμα</b>	<b>119,275</b>	<b>33,2375</b>	<b>7622,78875</b>

Στον πίνακα 4.3 έχει υπολογιστεί ο μέσος όρος για όλα μας τα δεδομένα ώστε να δημιουργηθεί το συγκριτικό γράφημα για να μπορούμε να βγάλουμε ένα πιο ασφαλές συμπέρασμα με την αποτύπωση των αποτελεσμάτων στο γράφημα.

Παρακάτω παρατίθενται τα γραφήματα ανά τύπο φορτηγού σε αντιστοιχία με τις εκπομπές ρύπων και την χιλιομετρική απόσταση που διανύθηκαν σε κάθε δρομολόγιο

Παρακάτω τα γραφήματα στα οποία αποτυπώνονται οι εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά φορτηγό:

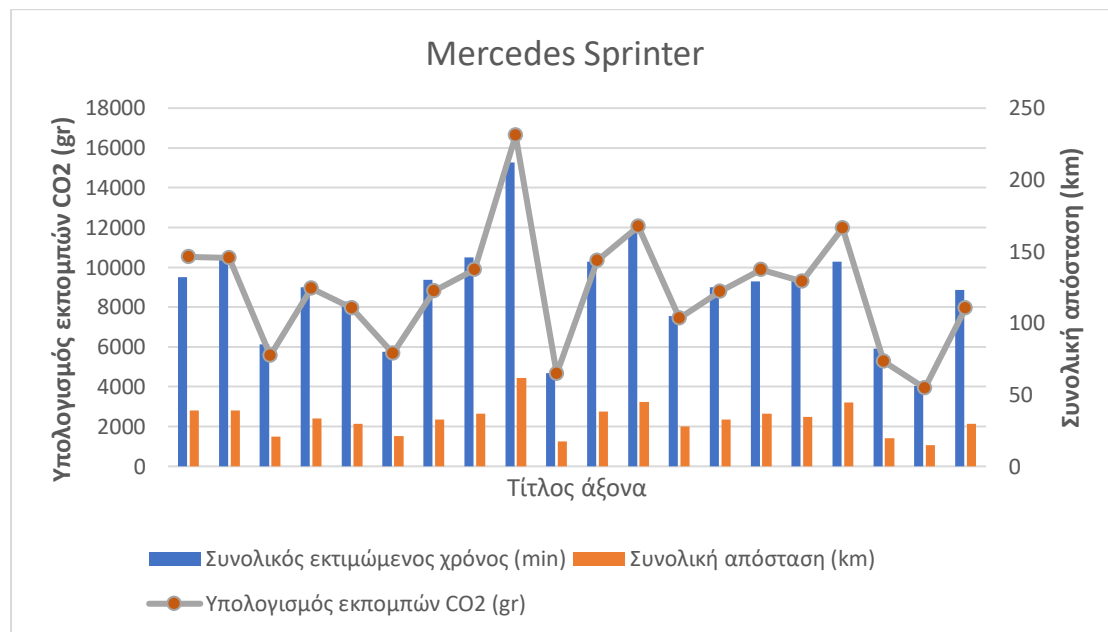
Γράφημα 4.14 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> για το Ford Transit





Το διάγραμμα αυτό αντιστοιχεί σε όχημα μεσαίας κατηγορίας εκπομπής ρύπων σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα, παρόλο που οι εκπομπές ρύπων εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες στο συγκεκριμένο γράφημα μπορούμε να πούμε ότι σε δρομολόγια που έχουν μικρές διαφορές σε χιλιόμετρα εντοπίζουμε ότι σε περιπτώσεις που το χρονικό διάστημα διεκπαιρέωσης του δρομολογίου είναι αυξημένο καθώς το όχημα μπορεί να μην ακολουθεί την βέλτιστη διαδρομή οι εκπομπές ρύπων είναι αυξημένες.

Γράφημα 4.15 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> για το Mercedes Sprinter

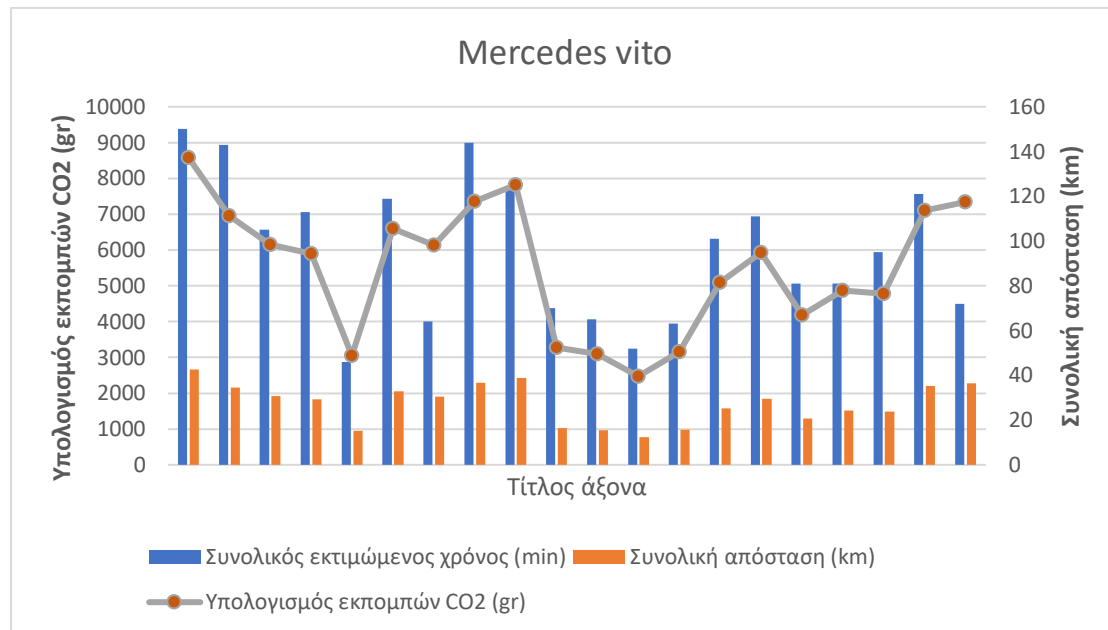


Στο παρόν γράφημα έχουμε μεγαλύτερης μηχανής Diesel φορτηγό όχημα το οποίο δίνει μεγαλύτερες εκπομπές ρύπων σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα.

Οι τιμές των εκπομπών είναι αυξημένες και σε αυτή την περίπτωση παρατηρούμε σχεδόν ίδιες χιλιομετρικές αποστάσεις δρομολογίων με διαφορές στο χρονικό διάστημα ολοκλήρωσης των δρομολογίων.

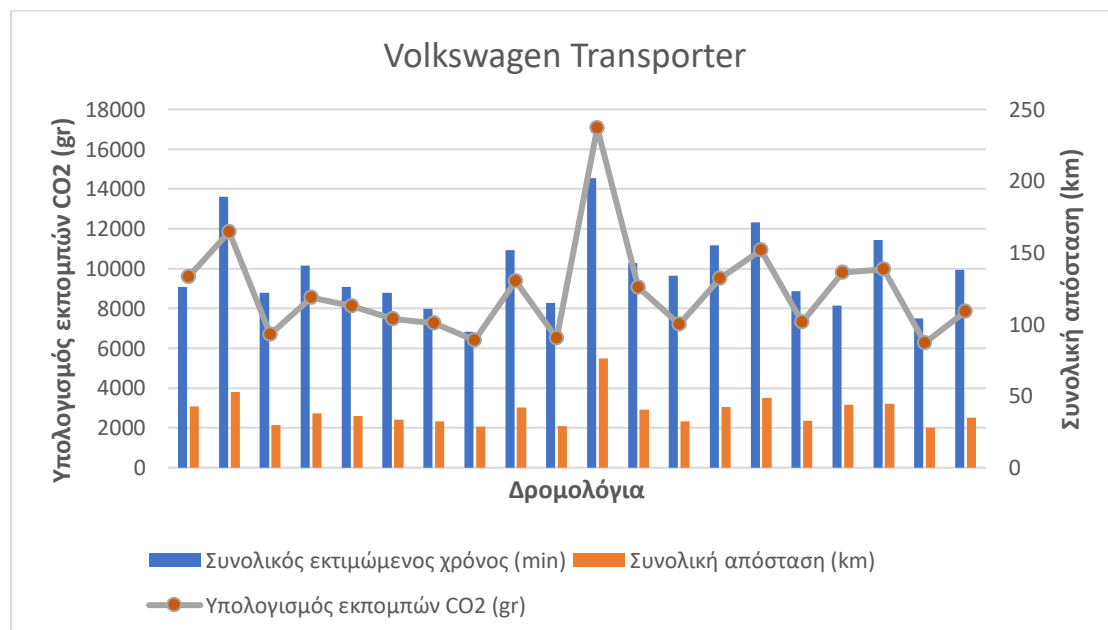


Γράφημα 4.16 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> για το Mercedes Vito



Το συγκεκριμένο όχημα έχει μικρότερο κινητήρα από τα υπόλοιπα και έχει την μικρότερη κατανάλωση και αντίστοιχα βλέπουμε τις μικρότερες τιμές σε εκπομπές CO<sub>2</sub>, και εντοπίζουμε ότι εξαρτάται από την χιλιομετρική απόσταση και το χρονικό διάστημα ολοκλήρωσης του εκάστοτε δρομολογίου.

Γράφημα 4.17 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> για το Volkswagen Transporter

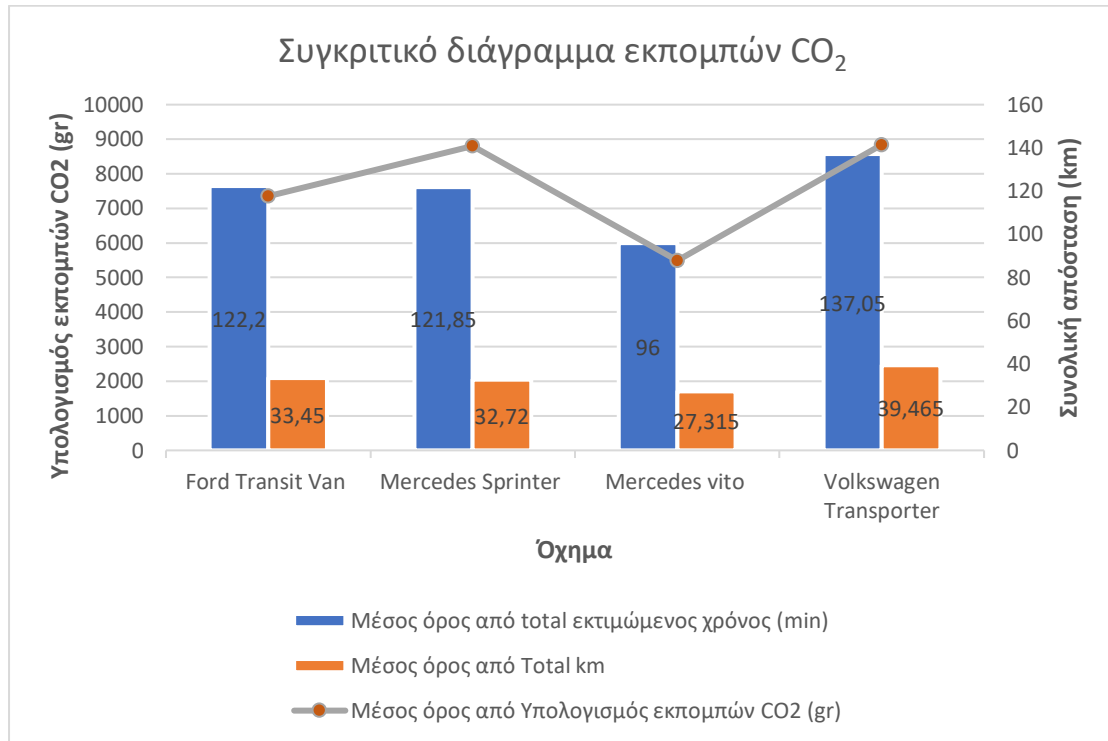




Το συγκεκριμένο γράφημα αποτυπώνει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> για το παλαιότερο όχημα του στόλου και εντοπίζουμε τα ανώτερα ποσοστά σε εκπομπές ρύπων.

Οι Αυξημένες εκπομπές αντιστοιχίζονται με τα χιλιόμετρα.

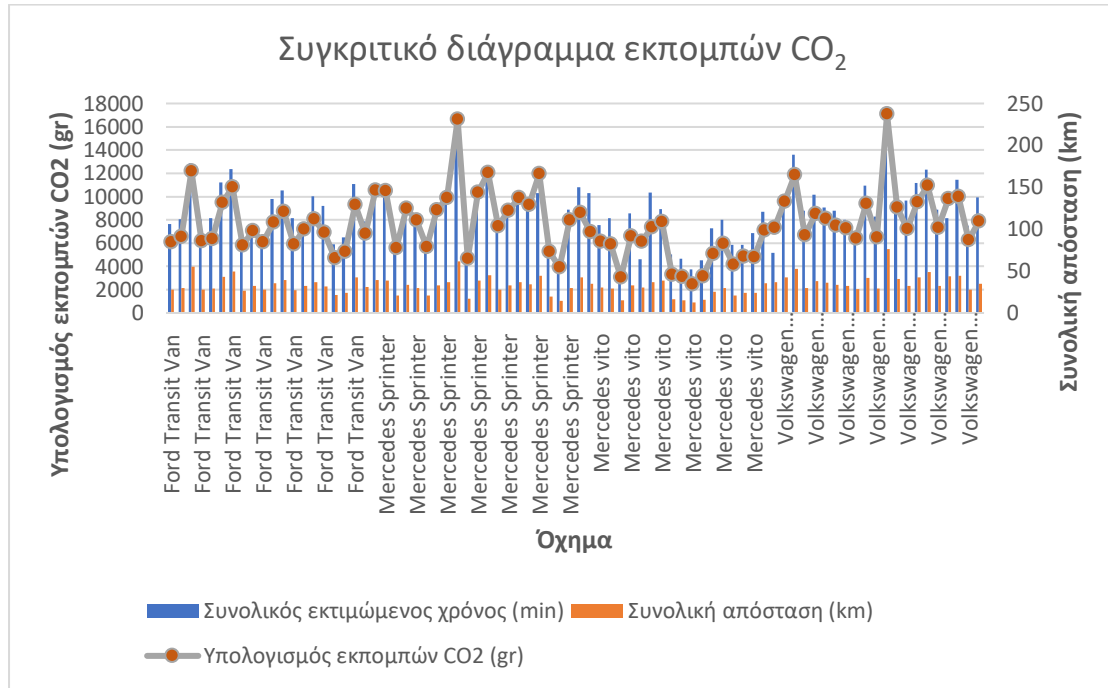
Γράφημα 4.18: Συγκριτικό γράφημα εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά τύπο οχήματος



Στο παραπάνω γράφημα βλέπουμε τους μέσους όρους των τιμών χιλιομέτρων, χρόνος και εκπομπές CO<sub>2</sub> τα οποία μας βοηθούν να εντοπίσουμε ότι το Volkswagen έχει το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών και στη συνέχεια ακολουθεί το Sprinter το οποίο είναι το όχημα με τον μεγαλύτερο κινητήρα. τα φορτηγά Ford transit, Mercedes sprinter και Volkswagen transporter έχουν διανύσει περίπου τον ίδιο αριθμό χιλιομέτρων σε σχέση με το Volkswagen Vito το οποίο έχει τα λιγότερα χιλιόμετρα και τις χαμηλότερες εκπομπές ρύπων.



Γράφημα 4.19: Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών CO<sub>2</sub> για όλους τους τύπους οχημάτων

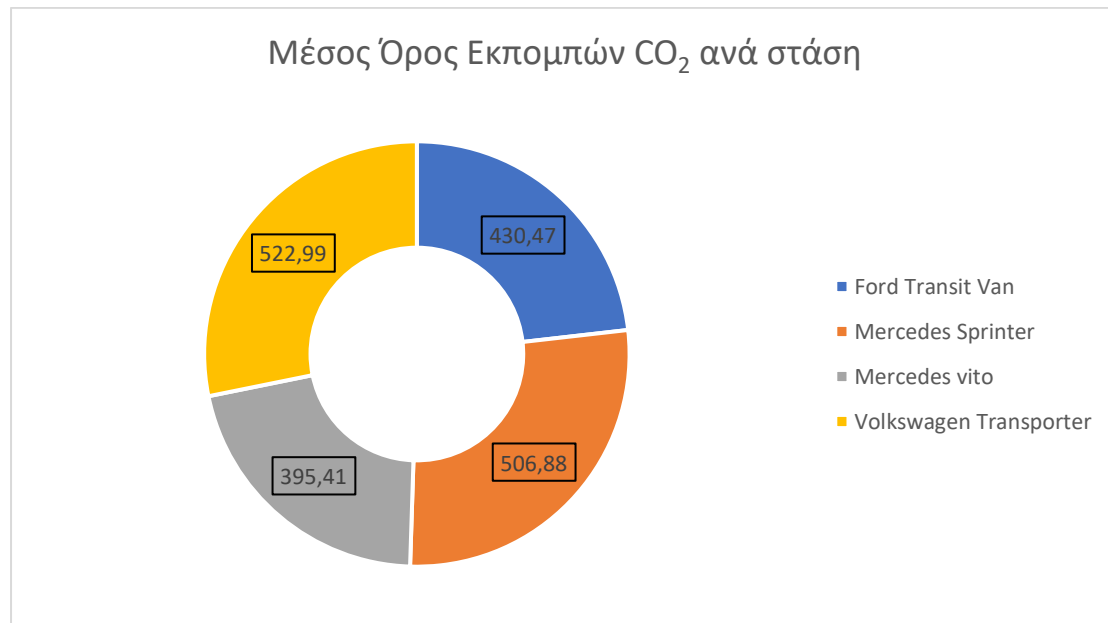


Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι σε μεγάλες χιλιομετρικές αποστάσεις τα επίπεδα εκπομπών CO<sub>2</sub> είναι σε υψηλά επίπεδα στα 2 είδη οχημάτων και συγκεκριμένα στο Mercedes sprinter και στο Volkswagen transporter.

Οφείλουμε να παρατηρήσουμε ότι οι εκπομπές ρύπων κυμαίνονται στα ίδια περίπου επίπεδα αναλογικά με τα χιλιόμετρα που διανύουν τα φορτηγά οχήματα.



Γράφημα 4.20: Μέσος όρος εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά στάση



Στο παραπάνω γράφημα εντοπίζουμε ότι τα δύο είδη οχημάτων Mercedes sprinter και Volkswagen transporter τα οποία έχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά εκπομπών CO<sub>2</sub> πάλι έχουν τις μεγαλύτερες εκπομπές ανά στάση ενώ τα υπόλοιπα είδη φορτηγών και συγκεκριμένα το Mercedes vito και το ford transit κατέχουν μικρότερα επίπεδα εκπομπών.

Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψιν σε ένα δρομολόγιο για να μπορέσουμε να βγάλουμε συμπεράσματα είναι:

- οι παραδόσεις που μπορεί να εκτελούνται σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και
- οι παραδόσεις που γίνονται άνευ χρονικού πλαισίου.

Όταν δεν υπάρχει συγκεκριμένος χρόνος παράδοσης και τα φορτηγά γεμίζουν με το μέγιστο φορτίο των δυνατοτήτων τους τότε μειώνουν τα συνολικά χιλιόμετρα που διανύουν.

Αξίζει να τονιστεί ότι η κατανάλωση καυσίμου, ανεξάρτητα από την πηγή της, σχετίζεται αναλογικά με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που μπορούν να παραχθούν κατά τη μεταφορά αγαθών και επηρεάζουν άμεσα το κόστος. Η αναζήτηση εξοικονόμησης καυσίμων συμβάλλει θετικά τόσο στη μείωση του λειτουργικού κόστους όσο και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, παρέχοντας έτσι οικονομικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα (Bartholomeu et al., 2016).

Ο συνδυασμός παραδοσιακών και πράσινων μοντέλων εφοδιαστικής στην παράδοση προϊόντων σε αστικές περιοχές είναι σημαντική, όπως επισημαίνεται από τους Perboli et al. (2019), για την εξισορρόπηση των οικονομικών και περιβαλλοντικών αναγκών.



Ο χρόνος παράδοσης αναφέρεται στο χρονικό διάστημα μεταξύ της παραγγελίας που υποβάλλει ο ηλεκτρονικός καταναλωτής και της άφιξης του προϊόντος στην κατοικία του. Η προθεσμία μπορεί να οριστεί, για παράδειγμα, σε προκαθορισμένη ημέρα, βάρδια ή ώρα (Ignat and Chankov, 2020).

Οι χρόνοι παράδοσης συνήθως ποικίλλουν ως εξής: στην ταχεία παράδοση, οι καταναλωτές επιλέγουν την παραλαβή του προϊόντος στο συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα και για να ανταποκριθούν σε αυτό, οι εταιρείες που αναλαμβάνουν την μεταφορά θέτουν μικρότερους χρόνους παράδοσης (Manerba et al., 2018).

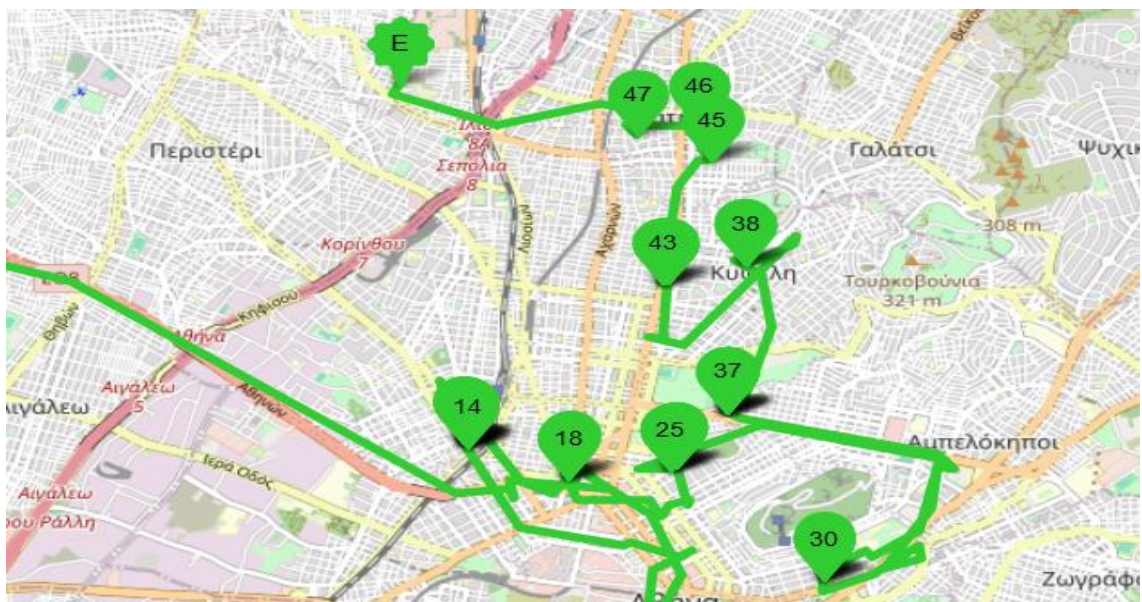
Βασικό στοιχείο για την επίτευξη του στόχου της προγραμματισμένης παράδοσης είναι η ταχύτητα στην μεταφορά. Ως αποτέλεσμα, οι πάροχοι υπηρεσιών εφοδιαστικής αναγκάζονται να χρησιμοποιήσουν μεγαλύτερο αριθμό οχημάτων για να ανταποκριθούν στον χρονικό περιορισμό που επιβάλλει ο καταναλωτής (Manerba et al., 2018, Guo et al., 2019).

Στην μη προκαθορισμένη παράδοση, οι καταναλωτές συμφωνούν να περιμένουν περισσότερο για το προϊόν τους, έτσι ώστε οι μεταφορείς να έχουν πιο ευέλικτα χρονικά διαστήματα για τις παραδόσεις, τείνοντας να χρησιμοποιούν λιγότερα οχήματα τα οποία θα αξιοποιούν μεγαλύτερο μέρος του όγκου τους.

Αυτή η προσέγγιση είναι πιο οικονομική καθώς απαιτεί λιγότερα χιλιόμετρα που διανύονται, δημιουργώντας χαμηλότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο σε σύγκριση με την προηγούμενη κατάσταση

Από τα διαγράμματα παρατηρούμε ότι όταν πρέπει να γίνουν δρομολόγια μεγάλων αποστάσεων ή ο συμφωνηθείς χρόνος παράδοσης δεν ταυτίζεται με την βέλτιστη διαδρομή τότε το δρομολόγιο διαρκεί περισσότερο και αντίστοιχα έχουμε μεγάλες εκπομπές CO<sub>2</sub> και επομένως μεγαλύτερη περιβαλλοντική επιβάρυνση.

#### Γράφημα 4.21: Ενδεικτικός χάρτης δρομολογίου







Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης δείχνουν ότι οι παραδόσεις σε περιορισμένο χρόνο ή όχι επηρεάζει διαφορετικά τα χιλιόμετρα που διανύουν τα οχήματα στο κέντρο της πόλης.

- Τα δεδομένα μας απέδειξαν ότι η αύξηση των δρομολογίων (παράδοση αυθημερόν ή την επόμενη ημέρα ή επαναδρομολόγηση) καθιστά τις μεταφορές λιγότερο περιβαλλοντικά βιώσιμες.
- Αντίστοιχα, η αύξηση στα δρομολόγια προκαλεί επίσης αύξηση του αριθμού των οχημάτων που απαιτούνται για τη μεταφορά.
- η ζήτηση για αύξηση των παραδόσεων προκαλεί αύξηση στη ζήτηση του στόλου.
- Οι παραδόσεις σε συγκεκριμένα χρονικά πλαίσια προκαλούν την ανάγκη περισσότερων οχημάτων για την πραγματοποίηση των ίδιων παραδόσεων που θα χρησιμοποιούσαν λιγότερα οχήματα.
- Επιπλέον, η αυξανόμενη ζήτηση για ταχύτερες μεταφορές οδηγεί σε περιβαλλοντικά προβλήματα, καθώς η αύξηση των ταχύτερων εμπορευματικών μεταφορών σε ορισμένες περιπτώσεις δεν επιτρέπει στις εταιρείες να ενσωματώσουν τις αποστολές με βάση την περιοχή ή τον όγκο, αναγκάζοντάς τις να κάνουν ταχύτερες, ακριβότερες και πιο ρυπογόνες παραδόσεις με φορτηγά που δεν αξιοποιούν το 100% του όγκου τους (Cortes and Suzuki, 2020). Jaller και Pahwa, 2020, Muñoz-Villamizar et al., 2021).

Επιβεβαιώνεται ότι οι παραδόσεις που δεν έχουν χρονικό περιορισμό έχουν τη δυνατότητα να καταστήσουν το Last mile delivery πιο βιώσιμο ελαχιστοποιώντας τη ζήτηση οχημάτων και καυσίμων, μειώνοντας κατά συνέπεια τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συμπεράσματα – Προτάσεις

Στην παρούσα εργασία, εξετάστηκε η ραγδαία εξέλιξη του ηλεκτρονικού εμπορίου τα τελευταία χρόνια, η περιβαλλοντική διάσταση, και το πόσο επιβαρύνεται το περιβάλλον από τα δρομολόγια για το e-commerce στο κέντρο της Αθήνας.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η συλλογή δεδομένων από πρόσφατες δημοσιεύσεις και η σύγκριση τους με δεδομένα που συλλέχθηκαν από εταιρεία Logistics που λειτουργεί στην Ελλάδα.

Μέσα από την επεξεργασία των δεδομένων δόθηκε η δυνατότητα να έρθουμε σε επαφή με τις χιλιομετρικές αποστάσεις δρομολογίων εντός του δακτυλίου στο κέντρο της Αθήνας και μέσα από υπολογισμούς να εντοπίσουμε τις εκπομπές CO<sub>2</sub> για κάθε φορτηγό όχημα που έχει αναλάβει το κάθε δρομολόγιο.

Οι εταιρείες Logistics έχοντας πλέον ερμηνεύσει τις ανάγκες της αγοράς έχουν διαπιστώσει ότι δεν αρκεί η ταχύτητα στις παραδόσεις και οι περιβαλλοντικά φιλικότερες συσκευασίες στα προϊόντα αλλά και οι μετακινήσεις των εμπορευμάτων οφείλουν να είναι ελάχιστα ρυπογόνες ενώ παράλληλα οι εταιρείες προσπαθούν να είναι άκρως ανταγωνιστικές και κερδοφόρες.

Όσο η εκάστοτε εταιρεία δραστηριοποιείται με το μικρότερο δυνατό κόστος και δεν έχει μεγαλύτερο κέρδος αλλά δεν θα καταφέρει να κατακτήσει τον στόχο για περιβαλλοντικά φιλικότερες μετακινήσεις.

Το ηλεκτρονικό εμπόριο πρέπει να βασίζεται στην δυνατότητα εύρεσης καινοτόμων μεθόδων για μείωση της ρύπανσης, μια καινοτόμος ιδέα που αξίζει να αναφέρουμε η οποία ξεκίνησε με την αύξηση του ηλεκτρονικού εμπορίου είναι τα lockers που αξιοποιούν ένα δρομολόγιο για να εξυπηρετηθούν πολλοί καταναλωτές, όμως αυτό μπορεί να αξιοποιηθεί μόνο για μικρού όγκου προϊόντα.

Μελέτες που αναλύθηκαν στην βιβλιογραφία έχουν χρησιμοποιήσει πλασματικά δεδομένα ενώ στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήσαμε δεδομένα πραγματικών δρομολογίων που πραγματοποιήθηκαν με τους συγκεκριμένους τύπους φορτηγών που αναφέρονται παραπάνω.

Λαμβάνοντας υπόψη το ηλεκτρονικό εμπόριο B2C και την αυξανόμενη ζήτηση για άμεσες παραδόσεις, η παρούσα μελέτη εξετάζει το πως επηρεάζεται το κέντρο από τους εκπεμπόμενους ρύπους των φορτηγών οχημάτων που διεκπεραιώνουν αυτές τις παραδόσεις.

Από τα αποτελέσματα που βρέθηκαν, συμπεραίνουμε ότι οι ευέλικτοι χρόνοι παράδοσης στους καταναλωτές και η δυνατότητα τα φορτηγά οχήματα να έχουν ως φορτίο το μέγιστο του όγκου τους μπορούν να καταστήσουν τα δρομολόγια για το e-commerce πιο περιβαλλοντικά βιώσιμα, καθώς υπάρχει μείωση στα χιλιόμετρα που διανύουν τα οχήματα και, κατά συνέπεια, απαιτείται χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου, μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην εφοδιαστική παραγωγή.



## ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

### ΠΜΣ: “Κλιματική Κρίση και Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών”

Οι περιορισμοί της έρευνας μας βρίσκονται στο ότι επεξεργαστήκαμε μόνο 80 δρομολόγια ενός περιορισμένου χρονικού διαστήματος ενώ για μια ολοκληρωμένη έρευνα απαιτείται μεγαλύτερο εύρος δεδομένων

Το κέντρο της Αθήνας αποτελεί ένα πολυσύχναστο τμήμα της πόλης το οποίο με τον Δακτύλιο ρυθμίζεται κατά κάποιον τρόπο η κυκλοφορία ωστόσο η παλαιότητα των οχημάτων δεν θα επιφέρει εύκολα καλύτερευση στο κομμάτι της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Μια πρόταση για μελλοντική έρευνα είναι η καλύτερη ενημέρωση και επιδότηση από το κράτος ώστε να γίνει αλλαγή του στόλου στις εταιρείες logistics με ηλεκτρικά οχήματα ώστε η επίτευξη των στόχων να είναι εφικτή.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

1. Alexis Poulhès, Laurent Proulhac - The Paris Region low emission zone, a benefit shared with residents outside the zone (2021)
2. Anderluh, A., Hemmelmayr, V.C., Nolz, P.C., 2017. Synchronizing vans and cargo bikes in a city distribution network. CEJOR 25 (2), 345–376.
3. Arnold, F., C´ardenas, I., Sørensen, K., Dewulf, W., 2018. Simulation of B2C e-commerce distribution in Antwerp using cargo bikes and delivery points. Eur. Trans. Res. Rev. 10 (2), 1–13.
4. Arslan, A., Agatz, N., Kroon, L., Zuidwijk, R., 2016. Crowdsourced delivery-a pickup and delivery problem with ad-hoc drivers. SSRN Electron. J. 1–29
5. Ballou, R.H., 2004. Business Logistics/Supply Chain Management, fifth ed. Prentice Hall, New Jersey.
6. Bartholomeu, D.B., P´era, T.G., Caixeta-Filho, J.V., 2016. Logística sustentável: avaliação de estratégias de redução das emissões de CO2 no transporte rodoviário de cargas.
7. Bjørgen, A., Bjerkan, K.Y., Hjelkrem, O.A., 2019. E-groceries: sustainable last mile Identification of benefits, challenges, and pathways in E-commerce industries: An integrated two-phase decision-making model
8. Brown, J.R., Guiffrida, A.L., 2014. Carbon emissions comparison of last mile delivery versus customer pickup. Int. J. Logist. Res. Appl. 17 (6), 503–521.
9. C´ardenas, I., Beckers, J., Vanelslander, T., 2017. E-commerce last-mile in Belgium: developing an external cost delivery index. Res. Transport. Bus. Manage. 24, 123–129.
10. C. Zerbini, T.H. Bijmolt, S. Maestripieri, B. Luceri Drivers of consumer adoption of e-Commerce: a meta-analysis Int. J. Res. Mark., 39 (4) (2022), pp. 1186-1208
11. Castillo, V. E., Bell, J. E., Rose, W. J., 2018. Rodrigues, A. M. Crowdsourcing last mile delivery: strategic implications and future research directions. Journal of Business Logistics. 39 (1), 7-25
12. Comi, A., Nuzzolo, A., 2016. Exploring the relationships between e-shopping attitudes and urban freight Transport. Transp. Res. Procedia 12, 399–412.
13. Cortes, J.D., Suzuki, Y., 2020. Vehicle ROUTING WITH SHIPMENT CONSOLIDation. Int. J. Prod. Econ. 227, 107622
14. Dablanc, L., Morganti, E., Arvidsson, N., Woxenius, J., Browne, M., Saidi, N., 2017. The rise of on-demand ‘instant deliveries’ in European cities. Supply Chain Forum Int. J. 203–217.
15. D.R. Agrawal, W.F. Fox Taxes in an e-commerce generation Int. Tax Public Finance, 24 (5) (2017), pp. 903-926
16. D.O. Faloye The adoption of e-commerce in small businesses: empirical evidence from retail sector in Nigeria J. Bus. Retail Manag. Res., 8 (2) (2014), pp. 54-64
17. Ding, Y., Jin, M., 2019. Service and pricing strategies in online retailing under carbon emission regulation. J. Cleaner Prod. 217, 85–94.
18. Dost, F., Maier, E., 2018. E-commerce effects on energy consumption: a multi-year ecosystem-level assessment. J. Ind. Ecol. 22 (4), 799–812



19. Edwards, J.B., Mckinnon, A.C., Cullinare, S.L., 2010. Comparative analysis on the carbon footprints of conventional and online retailing: a “last mile” perspective. *J. Phys. Distribut. Logist. Manage.* 40 (1–2), 103–123.
20. E. Lacka, H.K. Chan, N. Yip (Eds.), *E-commerce Platform acceptance: Suppliers, retailers, and Consumers*, Springer (2014)
21. Elbeltagi, G. Agag, *E-retailing ethics and its impact on customer satisfaction and repurchase intention: a cultural and commitment-trust theory perspective* *Internet Res.*, 26 (1) (2016), pp. 288-310
22. Esper, T.L., Jensen, T.D., Turnipseed, F.L., Burton, S., 2003. The last mile: an examination of effects of online retail delivery strategies on consumers. *J. Bus. Logist.* 24 (2), 177–203.
23. E. Lacka, H.K. Chan, N. Yip (Eds.), *E-commerce Platform acceptance: Suppliers, retailers, and Consumers*, Springer, 2014
24. E. Lacka, H.K. Chan, N. Yip (Eds.), *E-commerce Platform acceptance: Suppliers, retailers, and Consumers*, Springer (2014)
25. F. Kamari, S. Kamari - Trust in electronic commerce: a new model for building online trust in B2C *Eur. J. Bus. Manag.*, 4 (10) (2012), pp. 125-133
26. Fatnassi, E., Chaouachi, J., Klibi, W., 2015. Planning and operating a shared goods and passengers on-demand rapid transit system for sustainable city-logistics. *Transport. Res. Part B Methodol.* 81, 440–460.
27. Filippo Tassinari - Low emission zones and traffic congestion: Evidence from Madrid Central - *ScienceDirect* (2024)
28. Florio, A.M., Feillet, D., Hartl, R.F., 2018. The delivery problem: optimizing hit rates in ecommerce deliveries. *Transport. Res. B Methodol.* 117, 455–472.
29. Gan, M., Liu, X., Chen, S., Yan, Y., Li, D., 2018. The identification of truck-related greenhouse gas emissions and critical impact factors in an urban logistics network. *J. Cleaner Prod.* 178, 561–571.
30. Geísa Pereira Marcilio Nogueira <sup>a</sup>, João José de Assis Rangel <sup>b</sup>, Paulo Rossi Croce <sup>b</sup>, Túlio Almeida Peixoto - *Science direct: The environmental impact of fast delivery B2C e-commerce in outbound logistics operations: A simulation approach* (2022)
31. Giuffrida, M., Mangiaracina, R., Tumino, A., 2017. Logistics solutions to support cross border e-commerce towards China: the case of apparel industry. *Lecture Notes Electr. Eng.* 413, 163–177.
32. Gonzalez-Feliu, J., Ambrosini, C., Routhier, J.L., 2012. New trends on urban goods movement: modelling and simulation of e-commerce distribution. *Eur. Trans.* 50 (6), 1–23.
33. Guo, X., Jaramillo, Y.J.L., Bloemhof-Ruwaard, J., Claassen, G.D.H., 2019. On integrating crowdsourced delivery in last-mile logistics: a simulation study to quantify its feasibility. *J. Cleaner Prod.* 241
34. G. Torkzadeh, G. Dhillon *Measuring factors that influence the success of Internet commerce* *Inf. Syst. Res.*, 13 (2) (2002), pp. 187-204



35. Hayel, Y., Quadri, D., Jim'enez, T., Brotcorne, L., 2016. Decentralized optimization of last-mile delivery services with non-cooperative bounded rational customers. *Ann. Oper. Res.* 239 (2), 451–469.
36. Hogenbirk, M. - LOW EMISSION ZONES - A study into the business effects and external effects as a result of businesses anticipating on low emission zone policy. (2016)
37. H. Alshibly, R. Chiong - Customer empowerment: does it influence electronic government success? A citizen-centric perspective  
*Electr. Commerce Res. Appl.*, 14 (6) (2015), pp. 393-404
38. Hischier, R., 2018. Car vs packaging-A first, simple (environmental) sustainability assessment of our changing shopping behaviour. *Sustainability* 10, 1–12.
39. Huang, Y., Savelsbergh, M., Zhao, L., 2018. Designing logistics systems for home delivery in densely populated urban area. *Trans. Res. Part B Methodol.* 115, 95–125.
40. Ignat, B., Chankov, S., 2020. Do e-commerce customers change their preferred last-mile delivery based on its sustainability impact? *Int. J. Logist. Manage.* 31 (3), 521–548.
41. Jaller, M., Pahwa, A., 2020. Evaluating the environmental impacts of online shopping: a behavioral and transportation approach. *Transp. Res. Part D* 80, 102223
42. Janjevic, M., Winkenbach, M., 2020. Characterizing urban last-mile distribution strategies in mature and emerging e-commerce markets. *Transport. Res. Part A Policy Pract.* 133, 164–196.
43. Jinfeng Wang , Lei Zhu , Lijie Feng , Jian Feng - A meta-analysis of sustainable supply chain management and firm performance: Some new findings on sustainable supply chain management (2023)
44. Ji, S., Sun, Q., 2017. Low-carbon planning and design in B & R logistics service: a case study of an e-commerce big data platform in China. *Sustainability* 9 (11), 2052.
45. J.J. de Rangel A., Cordeiro, A. C. A. Free and open-source software for sustainable analysis in logistics systems design *Journal of Simulation*
46. J.B. Schafer, J. Konstan, J. Riedl. Recommender systems in e-commerce, *Proceedings of the 1st ACM conference on Electronic commerce* (1999), pp. 158-166
47. Kiba, J.M., Marcinkowski, J., Jagoda, A., Skowronska, A., 2021. Sustainable last mile delivery on e-commerce market in cities from the perspective of various stakeholders. *Literature review. Sustain. Cit. Soc.* 71, 102984
48. Kissler, S.M., Tedijanto, C., Goldstein, E., Grad, Y.H., Lipsitch, M., 2020. Projecting the transmission dynamics of SARS-CoV-2 through the post pandemic period, 860–868.
49. Kwon, N., Kim, J., Lim, S., Chae, J., Park, H., 2018. T-reduce: route-aware mobile trajectory data reduction in transportation management systems.



50. Li, Q., Long, R., Chen, H., 2017. Empirical study of the willingness of consumers to purchase low-carbon products by considering carbon labels: a case study. *J. Cleaner*
51. L. Lucia-Palacios, V. Bordonaba-Juste, Y. Polo-Redondo, M. Grünhagen E-business implementation and performance: analysis of mediating factors *Internet Res.*, 24 (2) (2014), pp. 223-244
52. Lim, S.F.W.T., Srai, J.S., 2018. Examining the anatomy of last-mile distribution in ecommerce omnichannel retailing: a supply network configuration approach. *Int. J. Operat. Product. Manage.* 38 (9), 1735–1764
53. Lin, J., Zhou, W., Du, L., 2018. Is on-demand same day package delivery service green? *Transport. Res. Part D: Trans. Environ.* 61, 118–139
54. Manerba, D., Mansini, R., Zanotti, R., 2018. Attended home delivery: reducing last-mile environmental impact by changing customer habits. *IFAC-Papers Online* 51, 55–60.
55. Marcilio, G.P., Rangel, J.J.A., Souza, C.L.M., Shimoda, E., Silva, F.F., Peixoto, T.A., 2018. Analysis of greenhouse gas emissions in the road freight transportation using simulation. *J. Cleaner Prod.* 170, 298–309
56. M. Choshin, A. Ghaffari, An investigation of the impact of effective factors on the success of e-commerce in small-and medium-sized companies, *Comput. Hum. Behav.*, 66 (2017), pp. 67-74
57. M´arquez-Ramos, L., 2015. The relationship between trade and sustainable transport: a quantitative assessment with indicators of the importance of environmental performance and agglomeration externalities. *Ecol. Ind.* 52, 170–183.
58. Marujo, L.G., Goes, G.V., D’agosto, M.A., Ferreira, A.F., Winkenbach, M., Bandeira, R.A.M., . Assessing the sustainability of mobile depots: the case of urban freight distribution in Rio de Janeiro. *Transport. Res. D Trans. Environ.* 62, 256–267.
59. Muhammad Imran , Imran Khan , Abdelmohsen A. Nassani , Rima H. Binsaeed , Haroon Rashid Khan, Muhammad Moinuddin Qazi Abro, Khalid Zaman, Mohamed Haffar ` A green perspective: Investigating the optical effects of e-commerce, renewable energy demand, and services trade on carbon emissions - *ScienceDirect* (2023)
60. N. Tamimi, R. Sebastianelli The relative importance of e-tailer website attributes on the likelihood of online purchase, *Internet Res.*, 25 (2) (2015), pp. 169-183
61. N. Banerjee, A. Dutta, T. Dasgupta, A study on customers' attitude towards online shopping-An Indian perspective, *Indian J. Mark.*, 40 (11) (2010), pp. 36-42
62. N. Hajli, J. Sims, M. Shanmugam, A practical model for e-commerce adoption in Iran, *J. Enterprise Inf. Manag.*, 27 (6) (2014), pp. 719-730
63. Rosário, R. Raimundo, Consumer marketing strategy and e-commerce in the last decade: a literature review *J. Theoret. Appl. Electr. Commerce Res.*, 16 (7) (2021), pp. 3003-3024



64. Santibanez Gonzalez <sup>f</sup> S. Gupta, B. Jha, R.K. Singh, Decision making framework for foreign direct investment: analytic hierarchy process and weighted aggregated sum product assessment integrated approach, *J. Public Affairs* 22 (2021) e2771 . distribution in city planning. *Res. Transport.*
65. S.S. Rao, G. Metts, C.A. Mora Monge Electronic commerce development in small and medium sized enterprises: a stage model and its implications *Bus. Process Manag. J.*, 9 (1) (2003), pp. 11-32
66. S. Saravanan, V. Hamsapriya, S. Vijayakumar, Role of electronic commerce tools in European automobile trade *World Rev. Entrep., Manag. Sustain. Dev.*, 3 (3-4) (2007), pp. 358-364
67. S.A. Ehikioya, E. Guillemot, in: *A Critical Assessment of the Design Issues in E-Commerce Systems development. Engineering Reports*, 2, Wiley Online Library, 2020, pp. 1–24 .
68. S. Gupta, B. Jha, R.K. Singh, Decision making framework for foreign direct investment: analytic hierarchy process and weighted aggregated sum product assessment integrated approach *J. Public Affairs*, 22 (2021), p. e2771
69. S. Gupta, B. Jha, R.K. Singh, Decision making framework for foreign direct investment: analytic hierarchy process and weighted aggregated sum product assessment integrated approach, *J. Public Affairs*, 22 (2021), p. e2771
70. S.A. Ehikioya, E. Guillemot, *A Critical Assessment of the Design Issues in E-Commerce Systems development. Engineering Reports*, 2, Wiley Online Library (2020), pp. 1-24
71. U. Kanchan, N. Kumar A study about impact of customer characteristics on online purchase behavior in Indian context, *Am. J. Econ. Bus. Admin.*, 7 (3) (2015), pp. 130-138





### ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ:

1. [Driving in Germany: Green Zones • The German Way & More \(german-way.com\)](http://www.german-way.com)
2. <https://el.urbanaccessregulations.eu/low-emission-zones-main>
3. [https://environment.ec.europa.eu/topics/air\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/air_en)
4. <https://marble-arch.london/news/ulez-are-you-ready/>
5. <https://www.all-forward.com/Blogs/Sustainable-Logistics> (Εικόνα εξώφυλλου)
6. [https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1)
7. [Low emission zones in Sweden – Evidence from Uppsala – University of Gothenburg](http://www.gu.se/low-emission-zones-in-sweden-evidence-from- uppsala)
8. [Αθήνα \(urbanaccessregulations.eu\)](http://www.urbanaccessregulations.eu)
9. <https://corporate.ford.com/home.html>
10. <https://www.volkswagen.gr/el.html>
11. <https://www.mercedes-benz.gr/>



## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 2. 1: Στατιστικά στοιχεία σχετικά με τον μολυσμένο αέρα στην Ευρώπη,

Πηγή: European comission- [https://environment.ec.europa.eu/topics/air\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/air_en)

Πίνακας 2.2: οι κατηγορίες Euro βαρέων οχημάτων στην Σουηδία, Πηγή: Herman Andersson - Low emission zones in Sweden – Evidence from Uppsala, University of Gothenburg

Πίνακας 2.3: Οι Ολλανδικές ζώνες χαμηλών εκπομπών

Πηγή: LOW EMISSION ZONES

Merlijn Hogenbirk - A study into the business effects and external effects as a result of businesses anticipating on low emission zone policy.

Πίνακας 4.1: Πίνακας δεδομένων I

Πίνακας 4.2: Πίνακας δεδομένων II

Πίνακας 4.3: Πίνακας δεδομένων III



## ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

Γράφημα 2.1 Δομή της εφοδιαστικής αλυσίδας, πηγή:

<https://www.edrawmax.com/article/supply-chain-diagram-examples.html>

Γράφημα 2.2: Η αύξηση των ηλεκτρονικών πωλήσεων στην Ευρώπη από το 2012 – 2022, πηγή: Eurostat, [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=E-commerce\\_statistics#E-sales\\_record\\_a\\_slight\\_increase\\_over\\_recent\\_years](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=E-commerce_statistics#E-sales_record_a_slight_increase_over_recent_years)

Γράφημα 2.3: Τυπική διάταξη για τον σχεδιασμό ενός δρομολογίου (Last mile), πηγή: science direct, Geísa Pereira Marcilio Nogueira, Joˆao Jos´e de Assis Rangel , Paulo Rossi Croce , Túlio Almeida Peixoto - The environmental impact of fast delivery B2C e-commerce in outbound logistics operations: A simulation approach

Γράφημα 2.4: : Προβλέψεις αύξησης πωλήσεων στην Ευρώπη για την κατηγορία B2B έως το 2025

πηγή: statista, <https://www.statista.com/statistics/1300515/business-to-business-online-market-value-forecast-europe/>

Γράφημα 2.5: Ευρωπαϊκή έκθεση για το ηλεκτρονικό εμπόριο στην Ελλάδα για τα έτη 2017-2022, πηγή: Eurostat, CMI2022\_FullVersion\_LIGHT\_v2.pdf (ecommerce-europe.eu)

Γράφημα 2.6: Αύξηση χρήσης του διαδικτύου στην Ελλάδα έως το 2020 Πηγή: ourworldindata, Internet - Our World in Data

Γράφημα 2.7: Ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> στην Ευρώπη έως το 2022, Πηγή: ourworldindata Annual CO<sub>2</sub> emissions (ourworldindata.org)

Γράφημα 2.8: Ζώνες χαμηλών εκπομπών στην Ευρώπη, Πηγή: urbanaccessregulations.eu, [https://www.researchgate.net/figure/Areas-with-low-emission-zones-LEZ-in-Europe-marked-with-green-dots\\_fig1\\_328227578](https://www.researchgate.net/figure/Areas-with-low-emission-zones-LEZ-in-Europe-marked-with-green-dots_fig1_328227578)

Γράφημα 2.9: τα όρια των ζωνών χαμηλών εκπομπών ρύπων στην μητροπολιτική περιοχή του Παρισιού, πηγή: science direct, Alexis Poulh`es \*, Laurent Proulhac, The Paris Region low emission zone, a benefit shared with residents outside the zone

Γράφημα 2.10: Ζώνη εξαιρετικά χαμηλών εκπομπών στο κέντρο του Λονδίνου

Πηγή: TfL, pdf CENTRAL LONDON ULTRA LOW EMISSION ZONE – 2020 REPORT- March 2021

Γράφημα 2.11: Χάρτης της Ρώμης με σήμανση των ζωνών χαμηλών εκπομπών ρύπων, Map of Rome with the circular zones and high-traffic roads (>10 000 vehicles per day). πηγή: Giulia Cesaroni, Hanna Boogaard, Sander Jonkers, Daniela Porta, Chiara Badaloni

Γράφημα 2.12: χάρτης με τις ζώνες χαμηλών εκπομπών για τα οχήματα με κινητήρα πετρελαίου στην Ολλανδία



Πηγή:mappi - Map with low emission zones for diesel vehicles - City of Amsterdam  
Giorgio Cattani,4 Francesco Forastiere,1 Gerard Hoek - Health benefits of traffic-related air pollution reduction

in different socioeconomic groups: the effect of low-emission zoning in Rome

Γράφημα 2.13: Χάρτης του δακτυλίου της Αθήνας, πηγή:  
<https://www.openstreetmap.org/relation/6661692>

Γράφημα 4.14 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> για το Ford Transit

Γράφημα 4.15 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> για το Mercedes Sprinter

Γράφημα 4.16 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> για το Mercedes Vito

Γράφημα 4.17 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> για το Volkswagen Transporter

Γράφημα 4.18: Συγκριτικό γράφημα εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά τύπο οχήματος

Γράφημα 4.19: Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών CO<sub>2</sub> για όλους τους τύπους οχημάτων

Γράφημα 4.20: Μέσος όρος εκπομπών ανά στάση

Γράφημα 4.21: Ενδεικτικός χάρτης δρομολογίου