



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**  
**Green logistics policy and best practices**  
ΡΑΠΤΟΠΟΥΛΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ

Επιβλέπων Καθηγητής  
ΣΑΧΑΡΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Φεβρουάριος 2022  
Βόλος



**Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**  
**Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών**

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**  
**Green logistics policy and best practices**

**Ονοματεπώνυμο Επιτροπής**

ΑΜΠΟΥΝΤΩΛΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΠΑΝΤΕΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

**Βόλος**



**University of Thessaly**  
**Department of Mechanical Engineering**

**Postgraduate thesis**  
**Green logistics policy and best practices**

**Sure and small names of the evaluation council**  
**AMPOUNTOLAS KONSTANTINOS**  
**PANTELIS DIMITRIOS**

**Volos**



## Σύνοψη

Η περιβαλλοντική επιβάρυνση από την ανθρώπινη δραστηριότητα τα τελευταία 80 χρόνια έχει αρνητική επίδραση στην κλιματική αλλαγή, η οποία έχει άμεσες (π.χ. πλημμύρες, απότομες αλλαγές της θερμοκρασίας) και έμμεσες (π.χ. αύξηση της στάθμης της θάλασσας) επιπτώσεις στο περιβάλλον του πλανήτη. Ο χώρος των μεταφορών και των logistics είναι ένας σημαντικός παράγοντας επιβάρυνσης λόγω της χρήσης ορυκτών καυσίμων που έχουν ως συνέπεια την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου. Τα last mile logistics είναι το πλέον ενεργοβόρο, κοστοβόρο και επιβαρυντικό μέρος μιας εφοδιαστικής αλυσίδας. Χρησιμοποιώντας ως γνώμονα τα παραπάνω, αυτή η εργασία προσπαθεί να φωτίσει τις βασικές πτυχές των green last mile logistics, που είναι η δραστηριότητα της διανομής και παράδοσης αγαθών του τελευταίου μιλίου χωρίς ιδιαίτερους επιβαρυντικούς παράγοντες ως προς το περιβάλλον. Η εργασία προσπαθεί να παρουσιάσει όλα τα βασικά θέματα (περιβαλλοντικά, τεχνολογικά, οικονομικά) που συνδέονται με τις best practices των green last mile logistics. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στα προγράμματα (projects) του "πράσινου τελευταίου μιλίου" 11 πόλεων από 9 Ευρωπαϊκές χώρες. Από τα αποτελέσματα των εν λόγω προγραμμάτων (projects) γίνεται εμφανές ότι τα λεγόμενα την παρούσας εργασίας βρίσκουν άμεση πρακτική εφαρμογή στον χώρο των αστικών διανομών και παραδόσεων αγαθών. Για να υλοποιηθούν όμως οι διάφορες best practices και στρατηγικές πρέπει να εναρμονιστεί το χρηματοοικονομικό κομμάτι με τον τεχνολογικό τομέα, έτσι ώστε να έχουμε μια βιώσιμη οικονομικά απόσβεση του αρχικού κόστους. Τέλος η εργασία κάνει μια αναφορά στα green last mile logistics του ελληνικού χώρου στον οποίο εντοπίζει ένα κενό πολιτικής και στρατηγικής από τις ελληνικές αρχές. Στον αντίποδα βρίσκεται η ιδιωτική πρωτοβουλία, με μερικές εταιρείες να εφαρμόζουν πιλοτικά προγράμματα στην Ελλάδα που είναι εφάμιλλά αυτών που υλοποιούνται από τις αρχές διαφόρων Ευρωπαϊκών πόλεων.

## Abstract

The environmental surcharge from the human activities in the last 80 years has negative effects on the climatic change which has short-term (e.g. floods) and long-term (e.g. rise of the sea levels) consequences on the environment of the planet. The sector of transportations and logistics is an important burden factor due to the use of fossil fuels which produce greenhouse gas emissions. The last mile logistics is the costliest part of the supply chain in terms of money and energy. Using the above-mentioned as guidance, this paper tries to illustrate the basic dimensions of green last mile logistics which have as main activity the last mile distribution and delivery of goods without any environmental impacts. There is an attempt to present all the basic aspects (environmental, technological, economic) which are linked to the best practices of the green last mile logistics. The projects of green last mile logistics in 11 cities from 9 European countries are highlighted by this work. Based on the results of these projects it becomes obvious that the context of the current paperwork is fully implementable in the urban logistics and the delivery of goods. As regards the implementation of the various best practices and strategies, the harmonization of the financial and technological issues is considered a necessity for a sustainable financial repayment of the initial cost. Finally, the green last mile logistics of the Greek market are presented and a leading and strategic gap by the Greek authorities is spotted. On the other hand, the private sector implements pilot projects which are similar to thus of the European cities.



## Λέξεις Κλειδιά

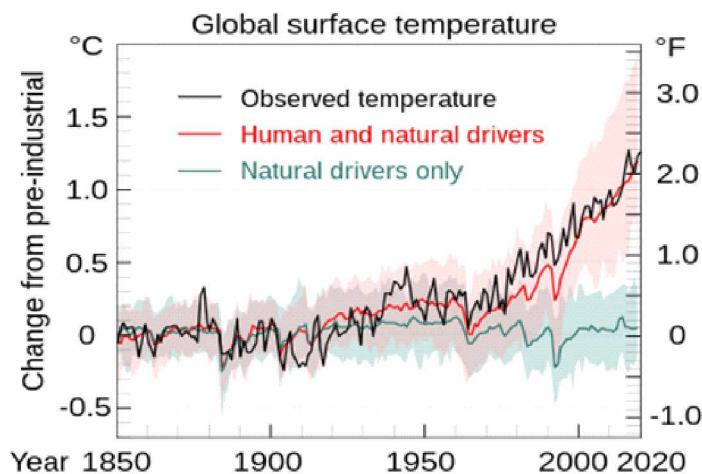
*Green last mile logistics, πράσινες εφοδιαστικές αλυσίδες (green supply chain), urban logistics, logistics των πόλεων (city logistics).*

## Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή.....	11
2	Green logistics.....	14
	2.1 Το περιβαλλοντικό πρόβλημα των εφοδιαστικών αλυσίδων.....	15
	2.2 Τι είναι η διαχείριση των πράσινων εφοδιαστικών αλυσίδων (green supply chain management).....	24
	2.3 Η μείωση εκπομπών ρύπων.....	25
	2.4 Η έννοια της ανακύκλωσης στις πράσινες εφοδιαστικές αλυσίδες.....	27
3	Διαθέσιμες Τεχνολογίες Πράσινης Μεταφοράς αστικού χαρακτήρα (last mile).....	30
	3.1 Ηλεκτρικά οχήματα.....	30
	3.2 Υδρογονοκίνηση οχημάτων.....	34
	3.3 Η έννοια του ποδηλάτου.....	37
4	Υποδομές πολεοδομικού χαρακτήρα σχετικά με τις τεχνολογίες πράσινης μεταφοράς.....	41
	4.1 Η έννοια του ποδηλατόδρομου.....	42
	4.2 Ηλεκτρικοί φορτιστές οχημάτων.....	44
	4.3 Σταθμοί Υδρογόνου.....	45
5	Η χρήση τεχνολογιών επικοινωνίας και μεγάλου όγκου δεδομένων.....	45
	5.1 Χρήση μεγάλου όγκου δεδομένων για την χάραξη πολιτικών.....	46
	5.2 Συστήματα ενημέρωσης μεταφοράς & κίνησης σε πραγματικό χρόνο.....	47
6	Τεχνικές best practices.....	47
	6.1 Στρατηγικές μείωσης καυσίμων και κόστους.....	47
	6.2 Η χρήση του υπόγειου σιδηροδρόμου.....	51
	6.3 Προγράμματα ανταμοιβών πράσινης συνέπειας καταναλωτή.....	53
	6.4 Ερμάρια παράδοσης (Parcel lockers).....	55
	6.5 Urban Consolidation Centres.....	56
	6.6 Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας από τους παρόχους υπηρεσιών last mile logistics.....	57
	6.7 Drones.....	57
	6.8 Ο ρόλος των καταναλωτών.....	58
7	Μερικές Ευρωπαϊκές χώρες και οι δράσεις τους στα green last mile logistics.....	58
	7.1 Δανία.....	61
	7.2 Ιταλία.....	62
	7.3 Ολλανδία.....	63
	7.4 Βέλγιο.....	65
	7.5 Γερμανία.....	66
	7.6 Σουηδία.....	66
	7.7 Ισπανία.....	67
	7.8 Ηνωμένο Βασίλειο.....	67
	7.9 Ελλάδα.....	68
8	Πολιτικές και νομοθετικές μεταρρυθμίσεις σχετικές με τις πράσινες μεταφορές στον Ευρωπαϊκό χώρο.....	68
9	Η πιστοποίηση πράσινης μεταφοράς προϊόντων και εφοδιαστικής αλυσίδας.....	70
10	Στρατηγικές επιδοτήσεων και δανειοδοτήσεων σχετικές με τις τεχνολογίες πράσινων μεταφορών.....	71
11	Ο Ελλαδικός χώρος και οι πράσινες μεταφορές.....	73
	11.1 Ανάγκες και δυνατότητες πράσινων μεταφορών last mile.....	74
	11.2 Ένα πλαίσιο πρακτικών στόχων για την ελληνική πολιτεία.....	76
12	Συμπεράσματα.....	76
13	Αναφορές.....	77

# 1 Εισαγωγή

Το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την ανθρώπινη δραστηριότητα είναι από τα πλέον φλέγοντα ζητήματα της εποχής μας. Η θερμοκρασία έχει ανέβει δραματικά τα τελευταία 70 χρόνια. Όπως βλέπουμε και στο γράφημα 1 η αύξηση της παγκόσμιας επιφανειακής θερμοκρασίας οφείλεται κυρίως στην ανθρώπινη δραστηριότητα σε συνδυασμό με τους φυσικούς παράγοντες. Η ανθρώπινη δραστηριότητα των βιομηχανικών κοινωνιών επηρεάζει αρνητικά το φαινόμενο του θερμοκηπίου, με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Greenhouse Gas Emissions -GHG) (π.χ. διοξείδιο του άνθρακα, θείο, μεθάνιο, οξείδια του αζώτου, χλωροφθοράνθρακες), με κυριότερη αυτών το διοξείδιο του άνθρακα λόγω του όγκου εκπομπής του. Ο κυριότερος λόγος εκπομπής GHG είναι η χρήση ορυκτών καυσίμων για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μας. Οι συνέπειες από την αύξηση της θερμοκρασίας είναι δραματικές τόσο σε βραχύ (π.χ. συχνότερα κύματα μεγάλης θερμοκρασίας και ανεξέλεγκτες πυρκαγιές) όσο και σε μακρύ (π.χ. αύξηση της στάθμης της θάλασσας) χρονικό ορίζοντα. Οι κυριότερες και άμεσες απειλές για το ανθρώπινο είδος είναι η έλλειψη τροφής και νερού, η αύξηση των ασθενειών, και η ανθρώπινη μετανάστευση σε έναν πλανήτη με πληθυσμιακή έκρηξη. Επομένως η παραγωγή της ενέργειας και κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα που συνδέεται με αυτήν πρέπει να γίνει βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον.



Γράφημα 1 : Παγκόσμια θερμοκρασία Πηγή : (IPCC, 2021)

Για να κατανοήσουμε τον ρόλο των logistics στην κλιματική αλλαγή πρέπει πρώτα να δώσουμε έναν σαφή ορισμό. Κατά τον Jonathan Weeks, πρώην πρόεδρο του Ινστιτούτου των logistics στο Ηνωμένο Βασίλειο, ως logistics ορίζεται "η μετακίνηση υλικών από την γη μέσω της παραγωγικής διαδικασίας, της διανομής και της κατανάλωσης" (McKinnon, A., Browne, M., Whiteing, A., & Piecyk, M., 2015). Δίνοντας μία πιο πρακτική διάσταση του ορισμού, τα logistics είναι η διαδικασία κατά την οποία μεταφέρονται και διανέμονται τα διάφορα παραχθέντα αγαθά στο καταναλωτικό κοινό μέσω των εφοδιαστικών αλυσίδων. Επομένως γίνεται ξεκάθαρη η άμεση σχέση των logistics με τον χώρο της ενέργειας και τα περιβαλλοντικά προβλήματα αυτής.

Λόγω της πολυπλοκότητας των logistics διακρίνουμε διάφορες κατηγορίες όπως τα first mile logistics, transit, urban logistics και last mile logistics. Ο κόσμος των first mile logistics και transit δεν θα μας απασχολήσει ιδιαίτερα σ' αυτή την εργασία μιας και η μελέτη μας επικεντρώνεται στα urban και πιο συγκεκριμένα στα last mile logistics.

Αρχικά ο όρος "last lime" πρωτοεμφανίστηκε στην βιομηχανία των τηλεπικοινωνιών και αναφέρεται στο τελευταίο μέρος του δικτύου. Στον χώρο των logistics ο όρος last mile αναφέρεται στο τελευταίο τμήμα της διαδικασίας παράδοσης αγαθών στον καταναλωτή. Πρόκειται για το πλέον κοστοβόρο, λιγότερο αποτελεσματικό και περιβαλλοντικά ζημιογόνο μέρος μιας εφοδιαστικής αλυσίδας (Lim, S. F. W., Jin, X., & Srai, J. S., 2018), εφόσον ευθύνεται για το 13% έως το 75% του ολικού κόστους (Gevaers, R., Van de Voorde, E., & Vanellander, T., 2011).

Σκοπός της εργασίας είναι η εξερεύνηση της αρθρογραφίας, της βιβλιογραφίας, και άλλων πηγών για την μελέτη των παραμέτρων που ορίζουν το πλαίσιο ενός φιλικού προς το περιβάλλον last mile logistics, γνωστό ως green last mile logistics.

Το πρώτο μέρος αναφέρεται γενικά στα green logistics, το περιβαλλοντικό πρόβλημα των εφοδιαστικών αλυσίδων όπως οι εκπομπές ρύπων, καθώς και στις προσπάθειες για την μείωση αυτών. Ο σκοπός αυτού του μέρους είναι όχι μόνο να δώσει μια τυπική βιβλιογραφική ανασκόπηση αλλά και την αριθμητική αίσθηση του προβλήματος μέσα από γραφικές αναλύσεις, προερχόμενες από διαφορετικές πηγές.

Ακολουθούν οι τεχνολογίες πράσινης μεταφοράς αστικού χαρακτήρα, που είναι οι πλέον κατάλληλες για green last mile logistics. Σ' αυτό το μέρος η ανάλυση προχωρεί σε μία συγκριτική διαδικασία διαφορετικών τεχνολογιών απαριθμώντας τις θετικές και αρνητικές πλευρές της κάθε μιας.

Ακολουθεί ένα σύντομο κεφάλαιο αφιερωμένο στις πολεοδομικές υποδομές (π.χ. ποδηλατόδρομοι, φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων) οι οποίες είναι απαραίτητες για την υποστήριξη ενεργειακά φιλικών οχημάτων ως προς το περιβάλλον.

Το επόμενο μέρος φέρει την ιδέα του μεγάλου όγκου δεδομένων που συνδέονται με τις εφοδιαστικές αλυσίδες και θεωρούνται ένας πολύτιμος οδηγός ως προς την χάραξη στρατηγικών και την λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων. Ο κύριος στόχος του μέρους αυτού είναι να ορίσει τα δεδομένα μεγάλου όγκου βάσει των βασικών χαρακτηριστικών (agile, sustainable, collaborative) της αναλυτικής των εφοδιαστικών αλυσίδων (SCA). Ακόμη δίνονται μερικές εφαρμογές των δεδομένων μεγάλου όγκου για λήψεις αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο κυρίως για την βελτιστοποίηση διαδρομών.

Η έννοια των δράσεων από διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες και πόλεις αυτών είναι ένα από τα πλέον σημαντικά κεφάλαια του green last mile logistics. Στην εν λόγω εργασία αναφέρονται παραδείγματα δράσεων και έργων από 9 Ευρωπαϊκές χώρες (Δανία, Ιταλία, Ολλανδία, Βέλγιο, Γερμανία, Σουηδία, Ισπανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ελλάδα) και 11 πόλεις αυτών (Κοπεγχάγη, Ρώμη, Άμστερνταμ, Ρότερνταμ, Μεσελέν, Βερολίνο, Στοκχόλμη, Βαρκελώνη, Λονδίνο, Μάντσεστερ, Αθήνα).

Δίνεται μια σύντομη περιγραφή των Ευρωπαϊκών πολιτικών βάσει της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Περιβάλλοντος (European Environmental Agency – EEA). Οι κύριες προτάσεις είναι : η χωροταξική χρήση, οι περιορισμοί στάθμευσης, η ενεργειακή απόδοση, η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, και οι πολιτικές χρεώσεων και φορολόγησης. Τέλος προτείνεται η δημιουργία microhubs και η ενσωμάτωση του εξωτερικού κόστους (external cost) των μεταφορών.

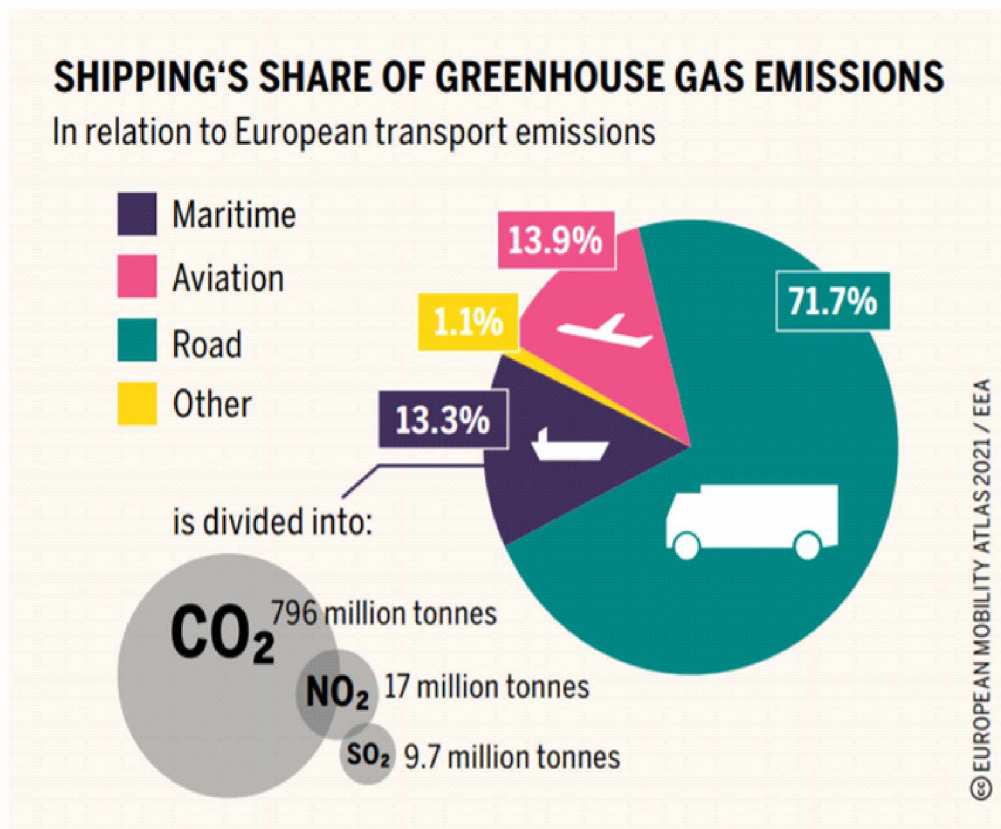
Ακολουθεί η πιστοποίηση της πράσινης μεταφοράς των προϊόντων και της εφοδιαστικής αλυσίδας κατά ISO 140001, καθώς και η ανάλυση της χρηματοδότησης των πράσινων επενδύσεων για logistics. Το ενδιαφέρον δεν επικεντρώνεται σε συγκεκριμένα τραπεζικά προϊόντα αλλά στον ίδιο τον μηχανισμό δανδισμού με σκοπό την κατανόηση της λογικής ενός βιώσιμου πράσινου τραπεζικού συστήματος που αφορά τον χώρο των logistics και φυσικά και τα green last mile logistics.

Το τελευταίο μέρος είναι αφιερωμένο στον Ελλαδικό χώρο και στις πράσινες μεταφορές του τελευταίου μιλίου. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις πρωτοβουλίες του ιδιωτικού τομέα για εφαρμογές green last mile logistics. Ακόμη γίνεται λόγος για την ανάγκη ενός πλαισίου από την

Ελληνική πολιτεία, το οποίο θα καθορίζει ξεκάθαρους στόχους σχετικά με τα green last mile logistics. Η εργασία δίνει ξεκάθαρους προτάσεις σχετικά με τους στόχους που είναι αναγκαίοι και εναρμονίζονται με τους Ευρωπαϊκούς ενεργειακούς στόχους μέχρι το 2050, καθώς και τα δρώμενα σχετικά με τον χώρο των green last mile logistics.

## 2 Green logistics

Ως green logistics ορίζεται ένα σύνολο τακτικών και στρατηγικών διαχείρισης με σκοπό την μείωση του οικολογικού και ενεργειακού αποτυπώματος από την μεταφορά και την διανομή αγαθών (Seroka-Stolka, O., & Ociera-Kubicka, A., 2019). Ως αποτέλεσμα έχουμε ένα σύστημα logistics φιλικό ως προς το περιβάλλον. Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η τρέχουσα δραστηριότητα των logistics δεν είναι και πολύ φιλική ως προς το περιβάλλον λόγω των οικονομικών και εμπορικών θεμάτων (π.χ. ταχύτητα μεταφοράς, κόστος), και επειδή δεν είναι εύκολο να αλλάξει ως προς το πιο πράσινο (Rodrigue, J. P., Slack, B., & Comtois, C., 2017). Ωστόσο οι προσπάθειες σε Ευρωπαϊκό αλλά και σε διεθνές επίπεδο έχουν αυξηθεί ιδιαίτερα, έτσι ώστε να βελτιωθεί η περιβαλλοντική διάσταση των logistics. Χαρακτηριστικό είναι το γράφημα 2 που μας δίνει τα στοιχεία των αερίων του θερμοκηπίου στον Ευρωπαϊκό χώρο βάσει του μεταφορικού μέσου.



Γράφημα 2 : Ποσοστά εκπομπής GHG ανάλογα με το μεταφορικό μέσο. Πηγή : (EU\_monility\_Atlas\_2021, 2021)

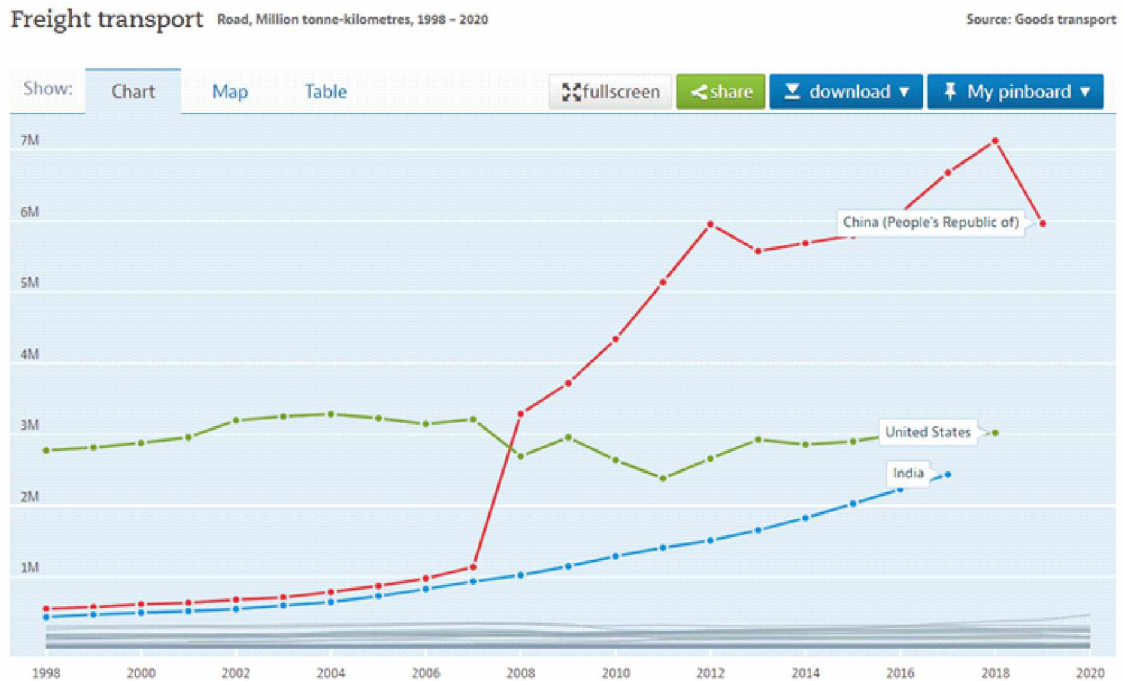
Οι προσπάθειες τόσο σε Ευρωπαϊκό όσο και σε διεθνές επίπεδο έχουν αυξηθεί ιδιαίτερα με την συμφωνία του Παρισιού, καθώς αυτή να επιβάλλει όχι μόνο μείωση 50% στις εκπομπές GHG αλλά επεμβαίνει και στην ναυτιλία με την θέσπιση της πολιτικής μείωσης του θείου στο 0,5%, η οποία εφαρμόζεται στα 70000 πλοία παγκοσμίως.

## 2.1 Το περιβαλλοντικό πρόβλημα των εφοδιαστικών αλυσίδων

Ένα από τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά ζητήματα είναι οι περιβαλλοντικές συνέπειες από τις δραστηριότητες των εφοδιαστικών αλυσίδων. Το κύριο πρόβλημα είναι η μόλυνση της ατμόσφαιρας από τις εκπομπές CO<sub>2</sub> των οχημάτων που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα και δραστηριοποιούνται σε στεριά, θάλασσα και αέρα (Open\_university, 2020).

Για να γίνει πιο κατανοητό το μέγεθος του προβλήματος δίνουμε κάποιες ιστορικά καταγεγραμμένες τιμές και κάποιες προβλέψεις, όπως αυτές δίνονται από διάφορους

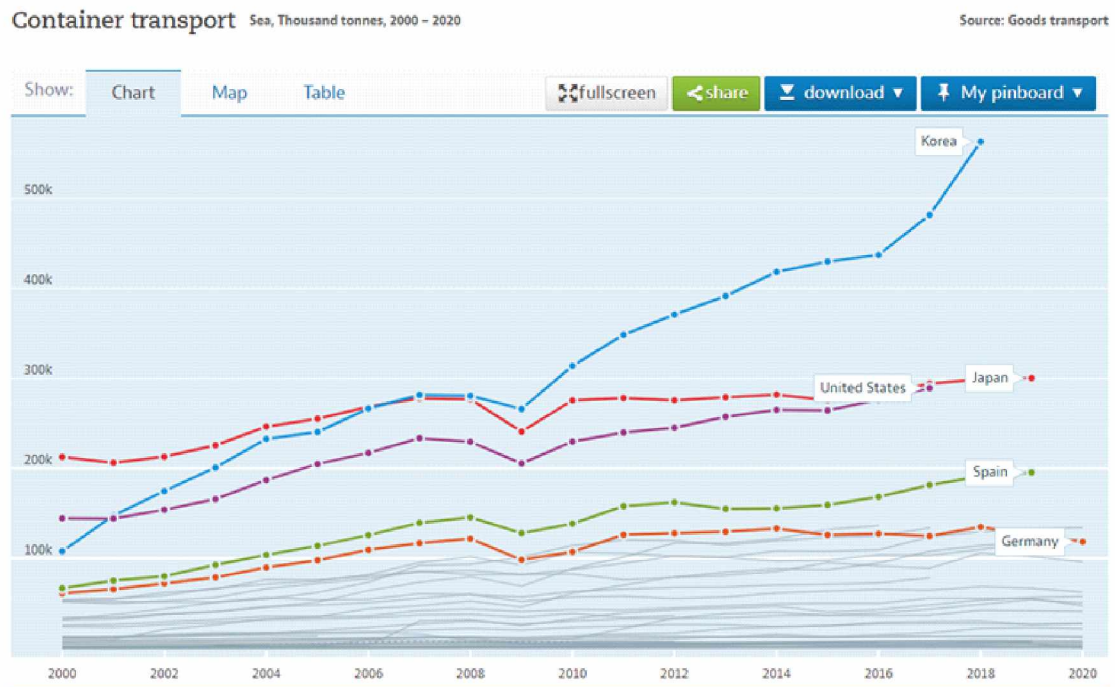
οργανισμούς, διεθνώς αναγνωρισμένες βάσεις δεδομένων, καθώς και άλλες γνωστές και αξιόπιστες πηγές.



Γράφημα 3 : Ιστορικά δεδομένα freight transport για Κίνα, ΗΠΑ, Ινδία. Πηγή : OECD

Παραπάνω δίνονται τα ιστορικά νούμερα για μεταφορές στην ενδοχώρα (freight transport-inland) των μεγαλύτερων χωρών πληθυσμιακά (Κίνα, Ινδία, Ηνωμένες πολιτείες). Είναι χαρακτηριστικό ότι ιδιαίτερα η Κίνα και μετά η Ινδία έχουν τρομερή αύξηση την τελευταία δεκαετία, ενώ οι Ηνωμένες πολιτείες παρουσιάζουν μια σταθερή κατάσταση.



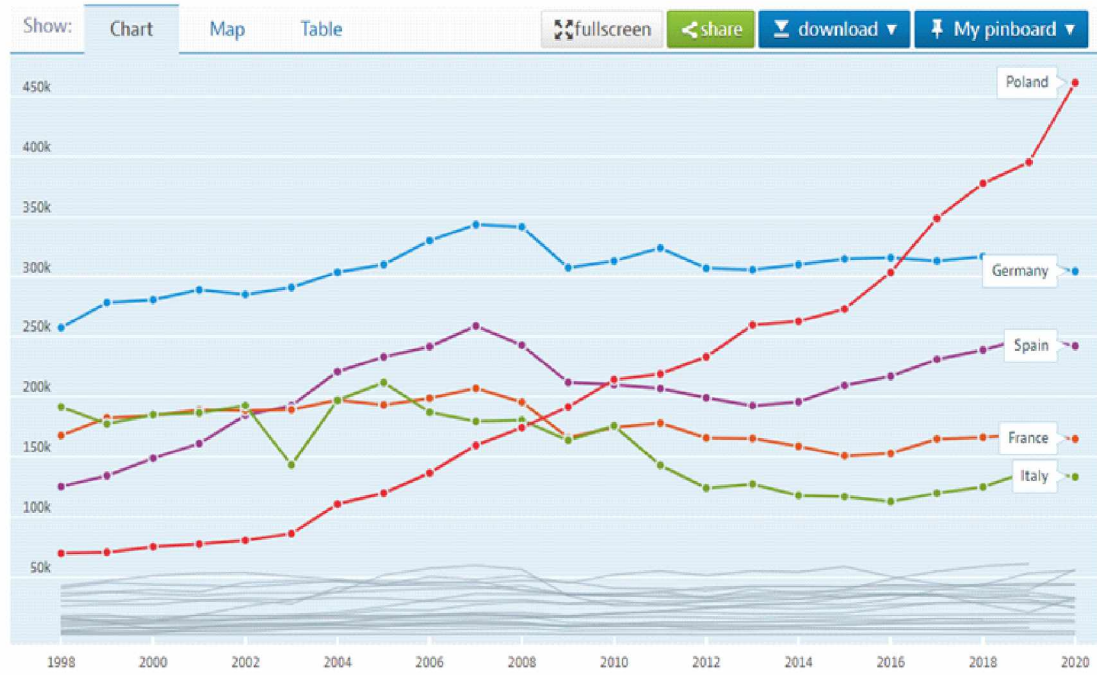


*Γράφημα 4 : Ιστορικά δεδομένα για container. Πηγή : OECD*

Στο ίδιο μήκος κύματος κινούνται και τα container σε παγκόσμιο επίπεδο με την σταδιακή αυξητική τάση να ξεπερνά σε ορισμένες περιπτώσεις και τους 500.000 μετρητικούς τόνους (π.χ. Κορέα).

### Freight transport Road, Million tonne-kilometres, 1998 - 2020

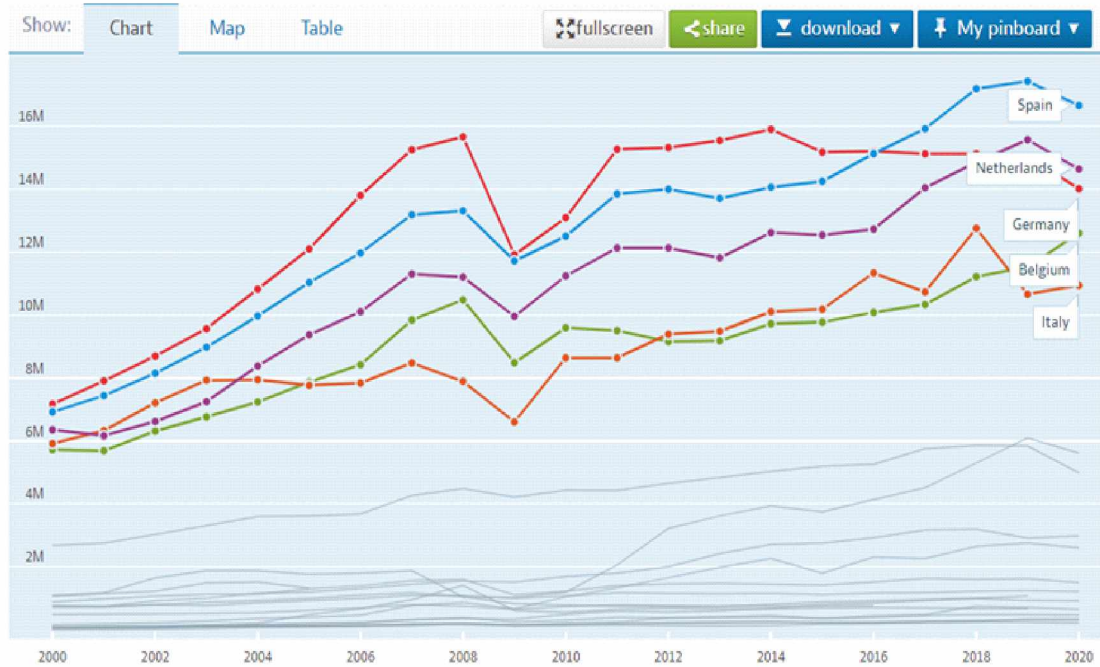
Source: Goods transport



Γράφημα 5 : Ιστορικά δεδομένα για freight transport στην Ευρώπη. Πηγή : OECD

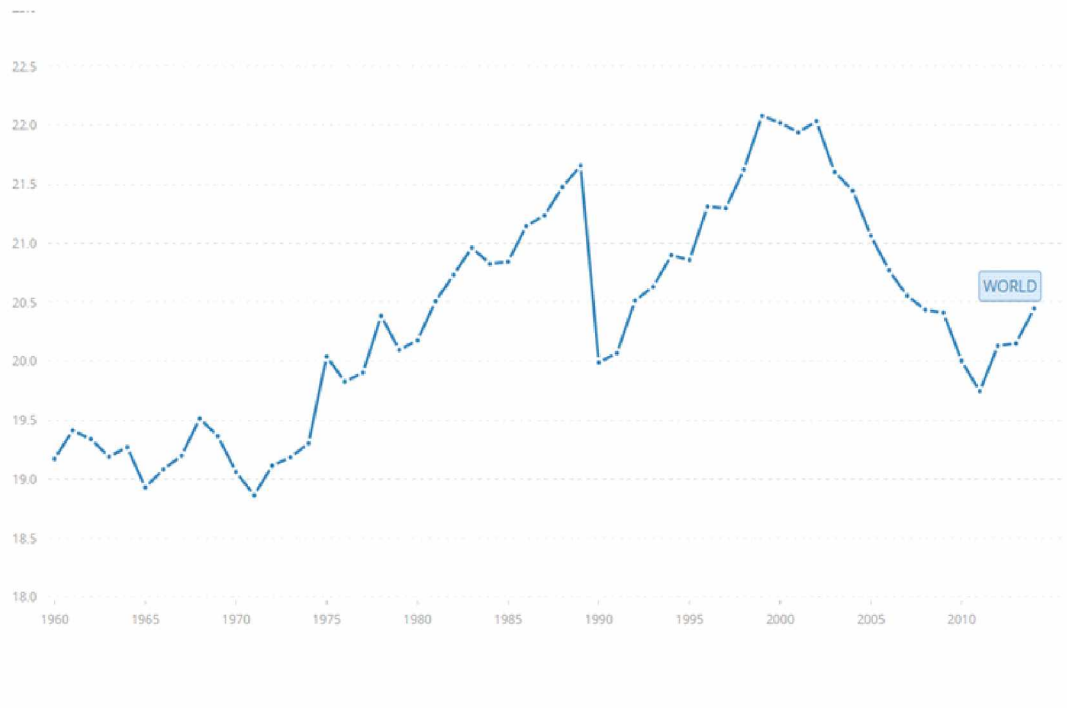
### Container transport Sea, Twenty Foot Equivalent Unit, 2000 - 2020

Source: Goods transport



Γράφημα 6 : Ιστορικά δεδομένα για container στην Ευρώπη. Πηγή : OECD

Στην Ευρώπη η τάση είναι επίσης αυξητική όσον αφορά στον χώρο των freight transport, καθώς και τα container.

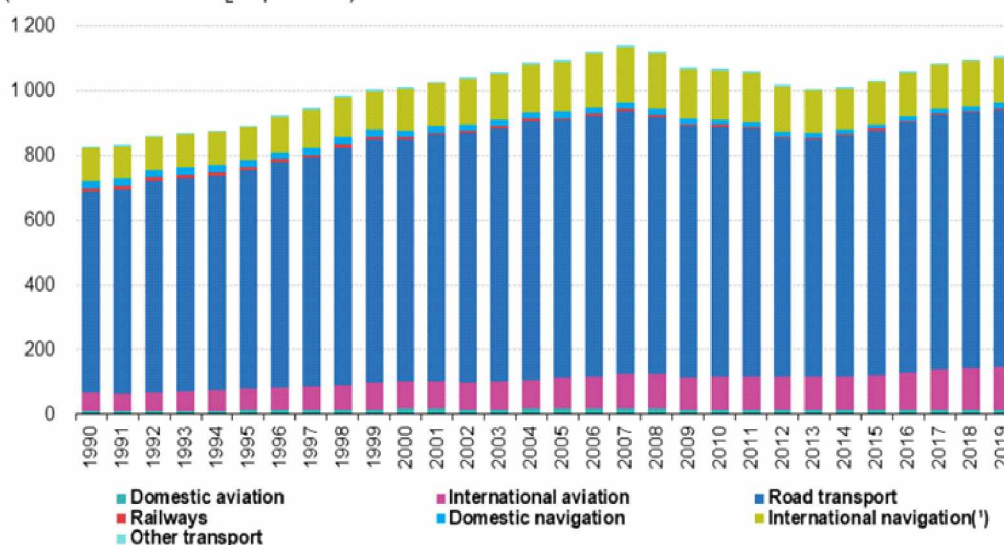


Γράφημα 7 : Ιστορικά δεδομένα CO<sub>2</sub> λόγω μεταφορών (ποσοστό καύσης καυσίμου). Πηγή : WorldBank

Μελετώντας την γραφική απεικόνιση των ιστορικών τιμών CO<sub>2</sub> (προερχόμενες από τις μεταφορές ως ποσοστό καύσης καυσίμου) από 1960 έως σήμερα, αυτή χαρακτηρίζεται από πολύ μεγάλες αυξομειώσεις. Πιο συγκεκριμένα την δεκαετία 60-70 έχουμε μια σταθερή πορεία γύρω στο 19%. Από το 1970 μέχρι το 1990 έχουμε μια σταδιακή αύξηση στο 21,5%, και σε λιγότερο από δύο χρόνια μια απότομη πτώση στο 20%. Την περίοδο 1999-2000 έχουμε το ιστορικό υψηλό του 22%, ενώ μετά ξεκινά μια σταδιακή πτώση που καταλήγει περίπου στο 20%.

### Greenhouse gas emissions of transport, EU, 1990-2019

(million tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent)



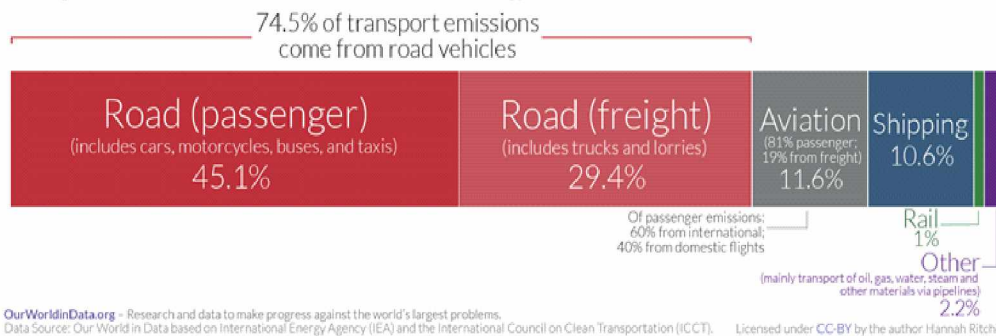
Γράφημα 8 : Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από μεταφορές στην ΕΕ. Πηγή : Eurostat

Στον ευρωπαϊκό χώρο οι τιμές των αερίων του θερμοκηπίου από το 1990 μέχρι το 2019 παρουσιάζουν μια αύξηση της τάξης του 20%.

Κατά το 2020 υπήρξε μια σημαντική πτώση στις εκπομπές CO<sub>2</sub> στον χώρο των μεταφορών παγκοσμίως από τους 8,5Gt το 2019 στους 7,1 Gt λόγω της πανδημίας COVID-19. Ο κύριος λόγος ήταν οι περιορισμοί των μετακινήσεων, άρα και η αισθητά μειωμένη χρήση ΙΧ. Η πτώση όμως στον χώρο των φορτηγών δεν ήταν πάνω από 5% και αυτό εξηγείται, διότι οι εφοδιαστικές αλυσίδες δεν σταμάτησαν ποτέ την λειτουργία τους. Χαρακτηριστικά, τα φορτηγά μεγάλου φορτίου ήταν υπεύθυνα για 1,2Gt (17%) και ακολούθησαν τα μεσαίου τύπου με 0,6Gt.

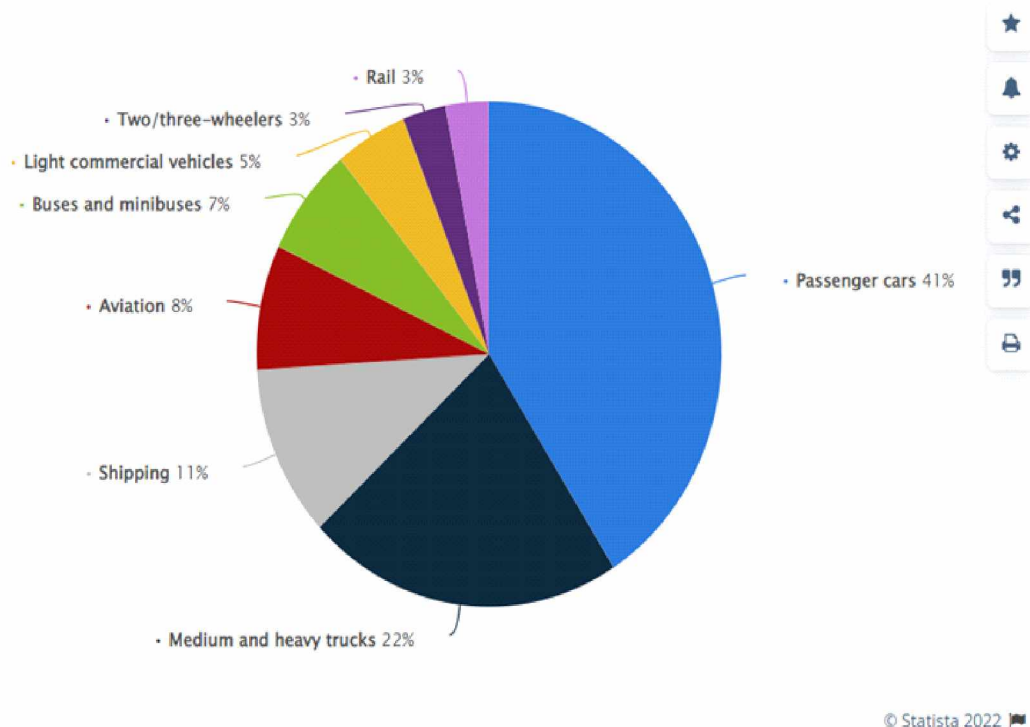
## Global CO<sub>2</sub> emissions from transport

This is based on global transport emissions in 2018, which totalled 8 billion tonnes CO<sub>2</sub>.  
Transport accounts for 24% of CO<sub>2</sub> emissions from energy.



Γράφημα 9 : Εκπομπές CO<sub>2</sub> από μεταφορές για το 2018. Πηγή : OurWorldinData

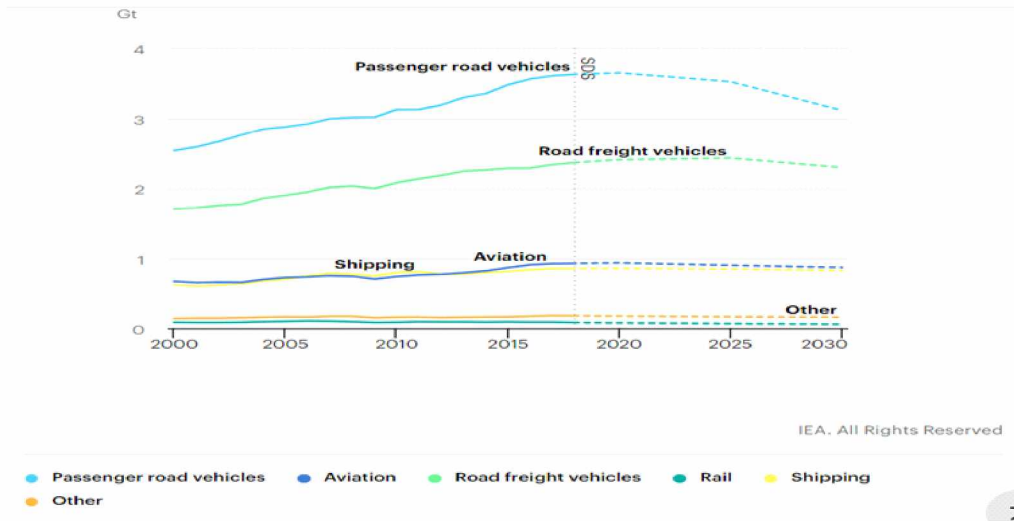
Σε γενικές γραμμές οι μεταφορές φορτίων μέσω ξηράς (δηλ. φορτηγά, μικρά οχήματα) είναι περίπου το 20%-30% των εκπομπών από μεταφορές, 10% από πλοία φορτηγά και 2 % από αερομεταφορές. Χαρακτηριστική είναι η κατανομή του 2018 που έχει αρκετά υψηλότερες τιμές σε σχέση με το 2019 και φυσικά το 2020.



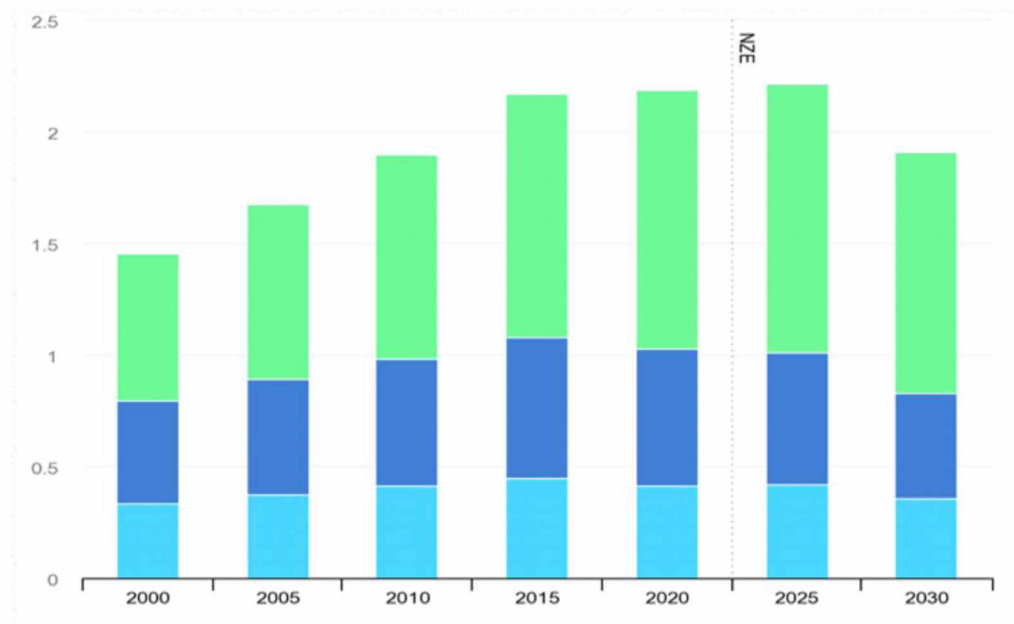
Γράφημα 10 : Πρόβλεψη εκπομπών CO<sub>2</sub> από μεταφορές για το 2022. Πηγή : Statista

Οι προβλέψεις σε παγκόσμια κλίμακα για το 2022, σχετικά με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> από τις μεταφορές βάσει της σχετικής κατανομής είναι ότι τα επιβατικά αυτοκίνητα θα προκαλέσουν το

41% των συνολικών εκπομπών, θα ακολουθήσουν τα φορτηγά μεσαίου και μεγάλου φορτίου με 22%, η ναυτιλία με 11% και η αεροναυσιπλοΐα με 8%. Μόνο τα τρένα θα είναι υπεύθυνα μόλις για το 3% των εκπομπών CO<sub>2</sub> σε παγκόσμιο επίπεδο (statista,2021).



Γράφημα 11 : Πρόβλεψη εκπομπών CO<sub>2</sub> μέχρι το 2030. Πηγή : IEA



Γράφημα 12 : Πρόβλεψη εκπομπών CO<sub>2</sub> μέχρι το 2030 από λεωφορεία (θαλασσί), φορτηγά μικρά (μπλέ) και φορτηγά μεγάλα (πράσινο). Πηγή : IEA

Σε γενικές γραμμές έχουμε προβλέψεις για πτώση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στις μεταφορές (γράφημα 11) και στον χώρο των φορτηγών (γράφημα 12). Αυτό υποδηλώνει την αλλαγή πολιτικής από

πολλές κυβερνήσεις και την χρήση νέων τεχνολογιών στην μεταφορά που μειώνουν αισθητά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Στο ίδιο μήκος κύματος με τα στατιστικά δεδομένα κινείται και η διεθνής βιβλιογραφία η οποία τονίζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μεταφορών και των logistics, καθώς και την χάραξη νέας στρατηγικής με την χρήση σύγχρονων τεχνολογιών με σκοπό την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Στο άρθρο της (SAI\_GLOBAL, 2021) που δημοσιεύτηκε στην PASA (Procurement and Supply Australia) αναφέρεται ξεκάθαρα η ανάγκη για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον χώρο των logistics. Τα παραπάνω έρχεται να επιβεβαιώσει η μελέτη των (Vidová, H., Babčanová, D., Witkowski, K., & Saniuk, S., 2012) κατά την οποία η κύρια επίπτωση των logistics είναι η μόλυνση του αέρα και η εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου. Χαρακτηριστική είναι η αναφορά στην σημαντικότητα της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας από τις οδικές μεταφορές (περίπου 25%), ενώ το 40% της κατανάλωσης των καυσίμων σε φορτηγά μεγάλων φορτίων αποδίδεται στην αεροδυναμική. Ακόμη οι οδικές μεταφορές ορίζονται ως η τρίτη σημαντικότερη αιτία εκπομπών CO<sub>2</sub> μετά την παραγωγή ηλεκτρισμού και την βιομηχανία. Τέλος τονίζεται η ανάγκη για την έννοια των βιώσιμων logistics κατά την οποία θα εναρμονίζονται οι περιβαλλοντικοί, κοινωνικοί και οικονομικοί παράγοντες.

Οι (Liu, J., Yuan, C., Hafeez, M., & Yuan, Q., 2018) προβαίνουν σε μια εκτίμηση εκπομπών CO<sub>2</sub> για τις δραστηριότητες logistics. Γίνεται χρήση του δείκτη διεθνών μεταφορών (International Shipment in logistics performance – LPI) ο οποίος δείχνει ότι συσχετίζεται άμεσα με τις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Οι μελετητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η ανοιχτή εμπορική διεθνής σχέση μειώνει τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, ενώ η αστυφιλία τις αυξάνει. Σ' αυτό συμφωνεί και η μελέτη των (Bretzke, 2013) κατά την οποία η αύξηση της αστυφιλίας είναι μια πρόκληση για τον χώρο τον urban logistics και η μείωση των ρύπων είναι ένα από σημαντικά ζητήματα αυτού του προβλήματος.

Έχουμε λοιπόν σαφείς ενδείξεις ότι οι εφοδιαστικές αλυσίδες του τελευταίου μιλίου απαιτούν μια βιώσιμη λύση τριπλής προσέγγισής (Triple line sustainability approach) κατά την οποία η βιωσιμότητα επιτυγχάνεται μέσω της αρμονίας των διαστάσεων του περιβάλλοντος, της κοινωνίας και του εταιρικού κέρδους (planet, people, profit) (Miller\_K., 2020).

## **2.2 Τι είναι η διαχείριση των πράσινων εφοδιαστικών αλυσίδων (green supply chain management)**

Ως management πράσινης εφοδιαστικής αλυσίδας (Green Supply Chain Management-GSCM) ορίζεται η ευθυγράμμιση και η ολοκλήρωση της περιβαλλοντικής διαχείρισης μέσα στο management των εφοδιαστικών αλυσίδων (McKinnon, A., Browne, M., Whiteing, A., & Piecyk, M., 2015). Όπως γίνεται κατανοητό όλες οι λειτουργίες των logistics πρέπει να χαρακτηρίζονται από πολιτικές χαμηλών ή μηδενικών ρύπων της ατμόσφαιρας, του νερού και του εδάφους. Υπάρχουν 5 βασικές παράμετροι, έτσι ώστε να έχουμε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση ως προς την εφαρμογή μετρήσεων σχετικά με την περιβαλλοντική προστασία και την διατήρηση των πόρων :

1. Πελάτης, αγορά και προϊόν
2. Δομές και σχεδιασμός
3. Διεργασίες, έλεγχος και μετρήσεις
4. Τεχνολογίες και πόροι
5. Υπάλληλοι, προμηθευτές και πάροχοι υπηρεσιών

Όσον αφορά τους πελάτες και το προϊόν μπορούμε να πούμε ότι αναφερόμαστε κυρίως στην αποτελεσματικότητα του πακέτου, έτσι ώστε να έχει το ελάχιστο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Στην δομή και στον σχεδιασμό θα μπορούσαμε να πούμε ότι το κύριο χαρακτηριστικό είναι η επιλογή της διαδρομής, η οποία σε πολλές περιπτώσεις είναι ένα από τα πιο δύσκολα προβλήματα management, διότι αντιμετωπίζουμε το πρόβλημα του περιοδεύοντος πωλητή (travel salesman problem- TSP) και αλγοριθμικά είναι ιδιαίτερα δύσκολο να επιλυθεί, αν έχουμε ένα πολύπλοκο δίκτυο διανομών (Yu, Y., Lian, F., & Yang, Z., 2021). Οι διεργασίες ο έλεγχος και οι μετρήσεις απευθύνονται κυρίως στην βελτιστοποίηση του φορτίου. Η τεχνολογία και οι πόροι χαρακτηρίζονται από την βελτιστοποίηση των φυσικών θεμάτων των logistics, όπως η χρήση σοφισμένων λογισμικών. Τέλος το ανθρώπινο δυναμικό και οι πάροχοι υπηρεσιών συσχετίζονται άμεσα με τον σχηματισμό των συνεργατικών δικτύων τα οποία συνδέονται με την κάθ' αυτό υπηρεσία των logistics (Kals, 2010).

Όσο και να φαίνεται παράξενο η ιστορική αναδρομή της έρευνας των green logistics αριθμεί πάνω από 40 χρόνια. Οι κύριες κατηγορίες στις οποίες επικεντρώθηκε η έρευνα είναι (McKinnon, A., Browne, M., Whiteing, A., & Piecyk, M., 2015) :



- Δημόσιο-σε-ιδιωτικό : Αρχικά η έρευνα επικεντρωνόταν στον δημόσιο τομέα με κύριο μέλημα την πίεση από διάφορες περιβαλλοντικές ομάδες να ασκήσουν πίεση στις κυβερνήσεις, έτσι ώστε να υπάρξει κυβερνητική παρέμβαση που θα μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον τομέα των εφοδιαστικών αλυσίδων. Με τον χρόνο το ενδιαφέρον στράφηκε στον ιδιωτικό τομέα, μιας και πολλές εταιρείες άρχισαν να υιοθετούν περιβαλλοντικές στρατηγικές γύρω από τον χώρο των green logistics.
- Λειτουργικό-σε-Στρατηγικό : Από την θέσπιση και τις προτάσεις για αναβάθμιση μερικών λειτουργιών ως περιβαλλοντικά φιλικές καταλήξαμε στην ενσωμάτωση περιβαλλοντικών αρχών και στην στρατηγική σχεδίαση των logistics.
- Τοπικό-σε-Παγκόσμιο : Κατά κύριο λόγο το ερευνητικό ενδιαφέρον στις δεκαετίες του 60 και 70 ήταν επικεντρωμένο στις επιπτώσεις (π.χ. μόλυνση του αέρα , θόρυβος, δονήσεις, ατυχήματα) του τοπικού περιβάλλοντος. Δεν υπήρχε καμία αναφορά για την παγκόσμια ατμοσφαιρική ρύπανση από την δραστηριότητα των logistics. Από την δεκαετία του 80 και μετά, με την διάδοση της όξινης βροχής και την τρύπα του όζοντος, η ερευνητική κοινότητα άρχισε να ασχολείται με τις επιπτώσεις των δραστηριοτήτων logistics σε παγκόσμιο επίπεδο.

Όπως κατανοούμε τα green logistics από ένα μικρό και τοπικό πρόβλημα που απασχολούσε μια μειοψηφία του ερευνητικού κόσμου εξελίχθηκε σε ένα από τα κύρια περιβαλλοντικά θέματα στον χώρο των μεταφορών και του περιβάλλοντος.

### **2.3 Η μείωση εκπομπών ρύπων**

Όπως προαναφέρθηκε σε πολλές περιπτώσεις το κύριο μέλημα είναι η μείωση των ρύπων CO<sub>2</sub>, που είναι και το κύριο περιβαλλοντικό πρόβλημα που παρουσιάζουν οι σύγχρονες εφοδιαστικές αλυσίδες. Ποιοι ακριβώς είναι οι στόχοι και ποιοι είναι οι σκόπελοι, έτσι ώστε να έχουμε ένα λειτουργικό σύστημα green logistics βάσει μιας βιώσιμης λύσης τριπλής προσέγγισης;

Ο πρώτος στόχος είναι η επίτευξη ενός βιώσιμου κόστους. Ο κύριος οικονομικός στόχος των logistics είναι να μειώσουν το κόστος της μεταφοράς και η βιομηχανία σ' αυτόν τον τομέα είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστική. Αυτό κάνει την βιομηχανία να έχει μεγάλες διακυμάνσεις και να είναι ιδιαίτερα ευάλωτη σε εξωτερικούς παράγοντες (π.χ. COVID-19). Για παράδειγμα πάνω από 1000 μικρομεσαίες εταιρείες μεταφορικών φορτηγών στις ΗΠΑ κήρυξαν πτώχευση το 2020 (CNBC(a)),

2021). Τα περιβαλλοντικά κόστη συνήθως εξωτερικεύονται κυρίως ως προς τις κυβερνήσεις, διότι το καταναλωτικό κοινό δεν επιθυμεί να επιβαρυνθεί με επιπλέον κόστη. Παρόλο που οι κυβερνήσεις είναι σε θέση ως νομοθετικοί ρυθμιστές να επιβάλουν αυτό το επιπλέον κόστος, φαίνεται ότι σε πολλές περιπτώσεις δεν συμβαίνει.

Ο δεύτερος στόχος είναι ο χρόνος και η ταχύτητα. Μειώνοντας τον χρόνο, αυξάνεται η ταχύτητα της διανομής και μεταφοράς, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αποτελεσματικότητα του συστήματος. Για να επιτευχθεί μια υπηρεσία door-to-door με την εφαρμογή μιας στρατηγικής just-in-time γίνεται χρήση διαφόρων μεθόδων μεταφοράς που έχουν ιδιαίτερη επίπτωση στο περιβάλλον (π.χ. αερομεταφορές). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η AMAZON η οποία επένδυσε 60 δις δολάρια στην ανάπτυξη του δικού της δικτύου εφοδιαστικής αλυσίδας, ενώ για να παρακάμψει το χάος που προκλήθηκε στον χώρο των πλοίων φορτηγών κατά το 2020 χρησιμοποιεί πλέον αεροπλάνα για την μεταφορά ακριβών προϊόντων κατευθείαν από την Κίνα στις ΗΠΑ με ιδιαίτερη αύξηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (CNBC(b), 2021).

Ο τρίτος στόχος είναι η αξιοπιστία με την οποία το προϊόν θα παραδοθεί άθικτο στον χαμηλότερο δυνατό χρόνο. Οι τρόποι με την ελάχιστη περιβαλλοντική επίπτωση θεωρούνται οι λιγότερο αξιόπιστοι σε συνδυασμό χρόνου και ασφάλειας του προϊόντος. Για παράδειγμα οι σιδηρόδρομοι και τα πλοία έχουν την φήμη της χαμηλής ικανοποίησης των πελατών σε σχέση με τα αεροπλάνα και τα φορτηγά.

Ο τέταρτος στόχος είναι η αποθήκευση των προϊόντων, και πιο συγκεκριμένα η μείωση των αποθηκευτικών κέντρων, και η μείωση αποθεμάτων με σκοπό να έχουμε μια εφοδιαστική αλυσίδα που υπακούει στους κανόνες της Just-in-time production λογικής. Αυτό, επειδή αυξάνει το κέρδος και μειώνει το ρίσκο του ανεκμετάλλετου αποθέματος, απαιτεί γρηγορότερες και πιο αξιόπιστες μεθόδους μεταφορών που, όπως είδαμε στον πρώτο και στον δεύτερο στόχο, είναι η μείωση του χρόνου με ανταγωνιστικό κόστος το οποίο βασίζεται σε μεταφορικά μέσα με υψηλό περιβαλλοντικό αντίκτυπο.

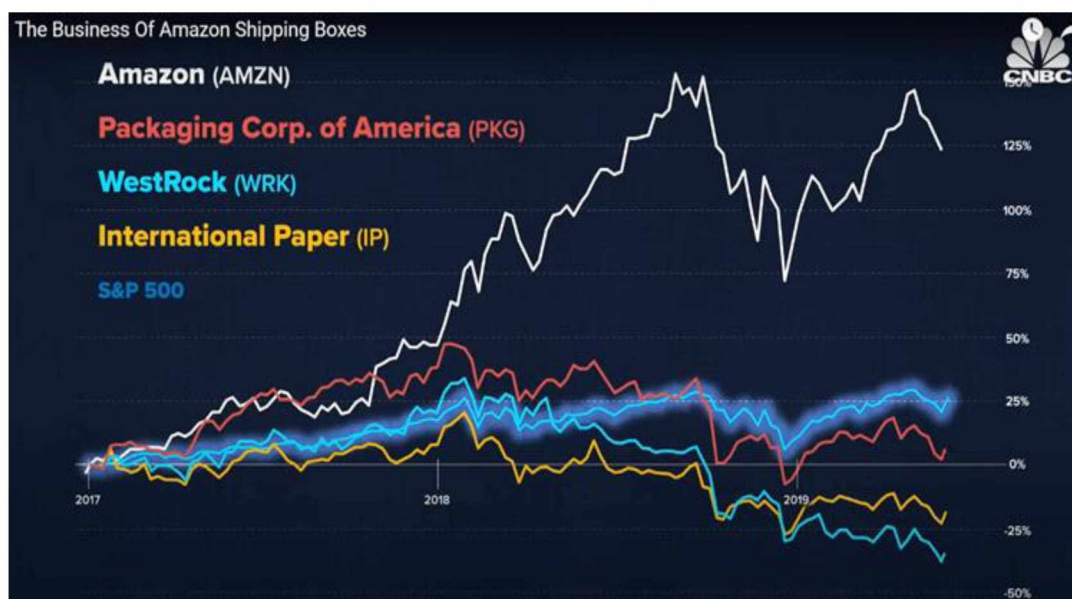
Ο πέμπτος στόχος για να έχουμε ένα ισορροπημένο σύστημα logistics, είναι η ενσωμάτωση του ηλεκτρονικού εμπορίου που ανθίζει με την χρήση των νέων τεχνολογιών και σύγχρονων δικτύων επικοινωνίας. Εδώ λόγω της ευκολίας του χρήστη στο να αγοράσει τα επιθυμητά προϊόντα και να παραδοθούν σχεδόν οπουδήποτε, αυξάνεται η ζήτηση για ενεργειακές ανάγκες με πολλές από τις εταιρείες μεταφορών να χρησιμοποιούν αεροπλάνα για την γρηγορότερη μεταφορά των προϊόντων. Τέλος η αιχμή του δόρατος είναι η ιδιαίτερη αύξηση των υπηρεσιών last mile logistics,

διότι το μοντέλο του ηλεκτρονικού εμπορίου είναι η χρήση μεγάλων αποθηκευτικών χώρων έξω από μητροπολιτικές περιοχές και η χρήση μέσων διανομής υπηρεσιών πόρτα-πόρτα (door-to-door) (Rodrigue, J. P., Slack, B., & Comtois, C., 2017).

Όπως γίνεται κατανοητό η μείωση των εκπομπών ρύπων και η δημιουργία ενός κόσμου green logistics είναι αρκετά δύσκολη υπόθεση, εφόσον το κόστος και η βιωσιμότητά της βιομηχανίας εξαρτώνται άρρηκτα από την ταχύτητα παράδοσης, η οποία είναι συνδεδεμένη με μέσα μεταφορών που έχουν μεγάλο περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Απαιτείται αλλαγή του μοντέλου και των υφιστάμενων υποδομών των μεταφορών (π.χ. φορτηγά, πλοία) με πράσινης τεχνολογίας οχήματα, που θα έχουν ιδιαίτερα μεγάλες ταχύτητες. Παρ' όλα αυτά το αεροπλάνο, που είναι και το γρηγορότερο μέσο μεταφοράς αλλά και το πιο περιβαλλοντικά επιβαρυντικό, δεν θα σταματήσει να αυξάνει την ζήτηση του, άρα και να μειώσει ιδιαίτερα το περιβαλλοντικό του αποτύπωμα, διότι δεν υπάρχουν περιβαλλοντικά φιλικές τεχνολογίες στην αεροναυπηγική μεγάλων φορτηγών αεροπλάνων.

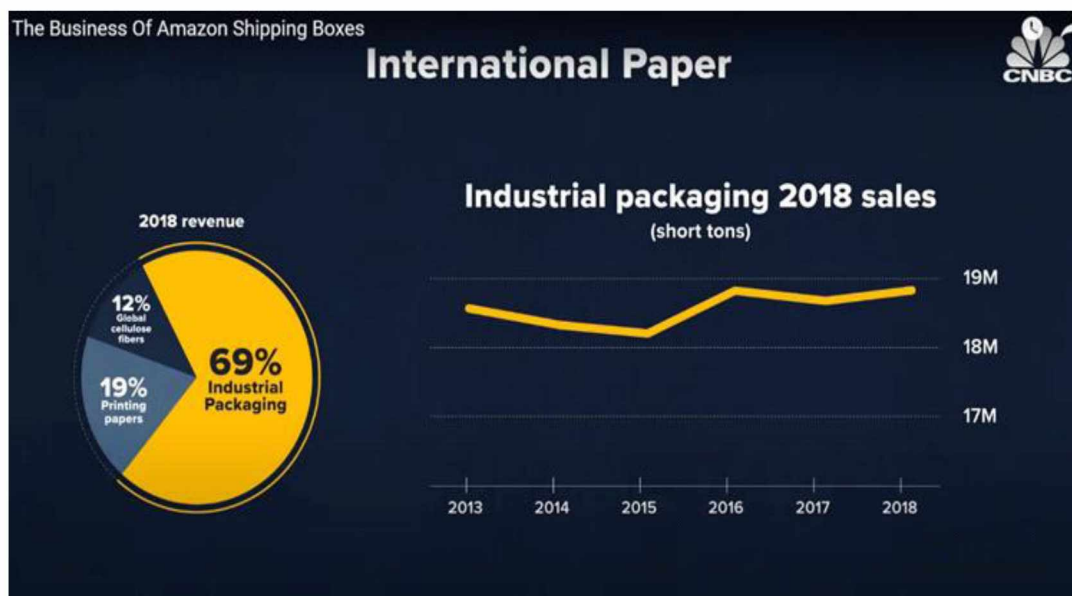
## **2.4 Η έννοια της ανακύκλωσης στις πράσινες εφοδιαστικές αλυσίδες**

Μπορεί η κύρια αιτία περιβαλλοντικής επιβάρυνσης από τις εφοδιαστικές αλυσίδες να είναι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου όμως υπάρχει και ένα άλλο ζήτημα που θα έπρεπε να αναφερθεί, αυτό της ανακύκλωσης των υλικών που χρησιμοποιούνται κατά τις διεργασίες logistics. Η διεργασία του πακεταρίσματος (packaging) είναι η πλέον σημαντική όσον αφορά την ανακύκλωση υλικού, εφόσον τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά (π.χ. containers) επαναχρησιμοποιούνται συστηματικά.



Γράφημα 13 : Τιμές μετοχής των μεγαλύτερων βιομηχανιών χάρτιου και της AMAZON

Η βιομηχανία πακέτων βασικά χωρίζεται σε δύο μεγάλα μέρη, τα πακέτα του χαρτιού και αυτά του πλαστικού. Κατά κύριο λόγο αυτή την στιγμή οι εταιρείες μεταφορών και retailing χρησιμοποιούν χαρτί για τα πακέτα τους. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση των εταιρειών παραγωγής χαρτιού στις ΗΠΑ κατά την οποία υπάρχει σημαντική άνοδος με μια μικρή πτώση από το 2019. Η πορεία της μετοχής τους είναι σχεδόν ταυτόσημη με αυτή της AMAZON. Η απάντηση είναι απλή, η AMAZON είναι ο σημαντικότερος πελάτης αυτών των εταιρειών, με αποτέλεσμα η κινητικότητα της να επηρεάζει τρομερά την μετοχή τους. Από το γράφημα 13 είναι ξεκάθαρο ότι το κύριο εισόδημα της βιομηχανίας χαρτιού προέρχεται από το βιομηχανικό πακετάρισμα.



Γράφημα 14 : Πωλήσεις χάρτινων πακέτων

Εταιρείες σαν την AMAZON έχουν προγράμματα ανακύκλωσης (π.χ. για ηλεκτρονικές συσκευές) και στον χώρο των πακέτων συμμετέχουν σε μεγάλα και ευρύτερα προγράμματα ανακύκλωσης, όπως το Frustration-Free Packaging σε ΗΠΑ και Ευρώπη, κατά το οποίο το χαρτί του πακέτου φτιάχνεται από 100% ανακυκλώσιμο υλικό (Siobhan\_Neela-Stock, 2020) (Amazon(b), 2008).

Παρόλο που ο ηγέτης στον χώρο του πακεταρίσματος είναι το χαρτί, εταιρείες, όπως η AMAZON αρχίζουν να κινούνται στο πλαστικό, και μάλιστα σε μια ιδιαίτερη τεχνολογία πακέτων, αυτή της φυσαλίδας, που διεγείρει ερωτήματα για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η υπεροχή του υλικού σε μικρά πακέτα είναι ξεκάθαρη, διότι είναι αδιάβροχο, προστατεύει το εσωτερικό, καταλαμβάνει λιγότερο χώρο και το κόστος είναι σημαντικά χαμηλότερο. Παρ' όλα τα θετικά, η συγκεκριμένη τεχνολογία πλαστικού είναι αρκετά ζημιόγωνα για το περιβάλλον, διότι απαιτείται η ξεχωριστή ανακύκλωσή του από τα υπόλοιπα πλαστικά και η διαλογή του δεν είναι εύκολη υπόθεση (CNBC(c), 2019).

## 3 Διαθέσιμες Τεχνολογίες Πράσινης Μεταφοράς αστικού χαρακτήρα (last mile)

Αν και έχει γίνει μεγάλη πρόοδος από τις αυτοκινητοβιομηχανίες με τους κινητήρες εσωτερικής καύσης να αγγίζουν την απόδοση του 40% στην κατηγορία diesel (INGRAM, 2014), δεν υπάρχουν ιδιαίτερες εναλλακτικές πέρα από την ηλεκτροκίνηση την οποία μπορούμε να την κατηγοριοποιήσουμε σε άμεση (χρήση μπαταριών) και έμμεση (χρήση κυψελών υδρογόνου). Το πράσινο υδρογόνο και η υδρογονοκίνηση έχουν πολύ μεγάλες απώλειες ενέργειας κατά την παραγωγή αλλά και την αποθήκευση, καθώς και πολύ μεγάλο κόστος υποδομών. Τα οχήματα υδρογόνου με κυψέλες έχουν ηλεκτρική απόδοση περίπου 60%, ενώ τα οχήματα με μπαταρίες έχουν ελάχιστες απώλειες ενέργειας, εφόσον οι μπαταρίες lithium-ion έχουν ηλεκτρική απόδοση 99%.

Γίνεται φανερό από την ανάλυση και την βιβλιογραφική έρευνα που ακολουθεί ότι η συνδυαστική χρήση ηλεκτρικών εμπορικών οχημάτων μπαταρίας (Electric Light Commercial Vehicles E-LCVs) και e-bike cargo είναι η πλέον συμφέρουσα λύση από περιβαλλοντικής και οικονομικής άποψης.

### 3.1 Ηλεκτρικά οχήματα

Σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν όλα τα οχήματα που χρησιμοποιούν αποκλειστικά την ηλεκτρική ενέργεια για να λειτουργήσουν. Στον τομέα της μεταφοράς φορτίων διακρίνουμε δύο βασικές κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι τα ηλεκτροκίνητα οχήματα μεγάλου φορτίου (semitrucks), που είναι για εθνικές και διεθνείς μεταφορές (transit) όπως αυτό της εταιρείας TESLA (36,287 kg) (Tesla, 2021). Η άλλη κατηγορία που απασχολεί και τις εφοδιαστικές αλυσίδες του τελευταίου μιλίου (last mile logistics) είναι αυτή των ηλεκτρικών εμπορικών οχημάτων χαμηλού φορτίου (electric Light Commercial Vehicles or e-LCVs) που έχουν και την δυνατότητα μεταφοράς μέχρι 3,5 τόνους. Αυτή περιλαμβάνει δύο υποκατηγορίες, τα αγροτικά (pickup trucks) τα οποία δεν θα απασχολήσουν αυτή την εργασία και τα φορτηγάκια (VAN) που είναι πολύ σημαντικά για τις λειτουργίες του green last mile logistics. Τέλος μια ιδιαίτερη περίπτωση είναι τα ηλεκτροκίνητα φορτηγά με μέγιστο μεικτό φορτίο τους 20 τόνους, όπως το Volta Zero (16000kg) (Volta, 2021) για την τροφοδοσία καταστημάτων (π.χ. supermarket) και παραδόσεων μεγάλων φορτίων (π.χ.

ηλεκτρικές συσκευές, έπιπλα) σε αστικά κέντρα.

Από το 2000 τα αποτελέσματα του πειράματος της Osaka (το οποίο προέβλεπε την πιλοτική χρήση 28 ηλεκτρικών VAN για μεταφορές last mile) έδειξαν την σημαντικότητα του ηλεκτρικού VAN στον χώρο των urban logistics (Taniguchi, E., Kawakatsu, S., & Tsuji, H., 2000). Στον αντίποδα βρίσκεται το μοντέλο εξομοίωσης των (Lebeau, P., Macharis, C., Van Mierlo, J., & Maes, G., 2013) κατά το οποίο η αντικατάσταση των συμβατικών στόλων από ηλεκτροκίνητους θα επέφερε μια μεγαλύτερη συμφόρηση στο οδικό δίκτυο μιας πόλης λόγω των συνεχών φορτίσεων και της χαμηλής αυτονομίας. Ωστόσο γίνεται σαφές ότι δεν υπάρχει καμία επίπτωση στις καθημερινές λειτουργίες των last mile logistics. Όπως γίνεται αντιληπτό ο σκόπελος της αυξημένης συμφόρησης έχει ξεπεραστεί, διότι η εξομοίωση είναι περίπου δέκα ετών, η ενεργειακή αυτονομία των ηλεκτρικών οχημάτων έχει βελτιωθεί και το κόστος αυτών, που είναι για μεγάλες αποστάσεις (200+ μίλια με μία φόρτιση), έχει μειωθεί δραματικά (COLTURA, 2020). Κάνοντας μια μικρή έρευνα αγοράς παραθέτουμε τον παρακάτω πίνακα στον οποίο φαίνεται ότι το όριο αυτονομίας των 60 μιλίων που θέτει η εξομοίωση των (Lebeau, P., Macharis, C., Van Mierlo, J., & Maes, G., 2013) έχει ξεπεραστεί από όλα τα μοντέλα μερικών από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές. Στο ίδιο μήκος κύματος πιθανόν κινούνται και οι υπόλοιποι.

Van name	Van type / size	Official driving range
VW e-Crafter (2021)	Large van	68-71 miles WLTP
MAN eTGE (2021)	Large van	68-71 miles WLTP
Ford E-Transit (2022)	Large van	217 miles WLTP
Citroen e-Relay (2021)	Large van	73-139 miles WLTP*

Πίνακας 1 - Διάφορα ηλεκτρικά VANs με αυτονομία μεγαλύτερη από τα 60 μίλια.

Γενικά όλες οι μεγάλες εταιρείες logistics έχουν την τάση να απευθύνονται σε μικρούς κατασκευαστές αυτοκινήτων για τα νέα τους e-Van που δραστηριοποιούνται στον χώρο του last mile logistics. Η UPS έχει συνάψει συνεργασία με την εταιρεία Arrival για την αγορά 10000 e-VAN για την περίοδο 2020-2024 (TOMLINSON, 2020). Η εταιρεία DHL έχει βάλει στον στόλο που διαθέτει στις Ηνωμένες πολιτείες 100 καινούργια ηλεκτροκίνητα vans από την εταιρεία lighting

emotors (Plantation, 2021). Τέλος η εταιρεία Amazon έχει παραγγείλει 100000 ηλεκτρικά van από την εταιρεία Rivian (Amazon(a), 2021) και έχει αγοράσει περίπου το 16% της εταιρείας (Wilhelm, 2021). Η πιθανή αιτιολόγηση της επιλογής τους είναι ότι οι μικροί κατασκευαστές μπορούν να ελεγχθούν καλύτερα από τις μεγάλες εταιρείες μεταφορών και υπηρεσιών logistics.

Μοντέλο	Κόστος Οχήματος (με καύσιμα)	Μέγιστο ωφελούμενο φορτίο(χωρίς επιβάτες)	Κόστος ανά κιλό φορτίου ανά χιλιόμετρο	Ενεργειακή Χωρητικότητα	Αυτονομία με φορτίο	Τιμή Καυσίμου	Τιμή ανά ΚΜ	Ετήσιο κόστος καυσίμων ανά έτος 60000Κμ, 200Κμ/ημέρα *300 ημέρες (7έτη)
Ford e-transit	\$45000 (\$61800)	1616 Kg	0,04/1616 = \$ 2,475e-5	67Kwh	200Km (67/200= 0.33Wh/Km)	\$0,13/Kwh	\$0.04	\$2400 *7 = \$16800
Ford Transit	\$35000 (\$69027)	2200Kg	\$ 3.68e-5	100lt		\$0.83/lt	\$0.081	\$ 4,861 *7 = \$34027
Mercedes-Benz eSprinter Electric Panel Van	\$57000	1.045 Kg	\$ 2.49e-5	35 kWh	168Km	\$0,13/Kwh	\$0.026	\$ 1560 *7 = \$10920
Mercedes-Benz Sprinter 2500 Van	\$37500 (\$65220)	1,975kg	\$ 3.34e-5	83lt		\$0.83/lt	\$0.066	\$3960 *7 = \$ \$27720

Πίνακας 2 – Σύγκριση συμβατών και ηλεκτρικών μοντέλων

Στο σημείο αυτό δίνεται μία μικρή συγκριτική μελέτη κόστους ενός ηλεκτρικού e-van και ενός συμβατού με χρονοδιάγραμμα τα 7 έτη, δηλ. όσο κρατάει περίπου και η ζωή της μπαταρίας lithium-ion που έχει τακτικές φορτίσεις και εκφορτίσεις. Θεωρούμε ότι και τα δύο οχήματα έχουν εγγύηση 7 έτη και καλυμμένο το κόστος συντήρησης, το οποίο και δεν θα λάβουμε υπόψιν. Παραδοσιακά όμως η συντήρηση είναι μεγαλύτερη σε ένα όχημα με κινητήρα εσωτερικής καύσης λόγω της φύσης του οχήματος (π.χ. δυνάμεις τριβών, υψηλές θερμοκρασίες, τακτική αλλαγή



λαδιών). Ακόμη θεωρούμε ότι τα οχήματα κινούνται περίπου 10 ώρες, δηλ. (09.00 π.μ. – 21.00 μ.μ. που είναι το ωράριο) σχεδόν συνεχόμενα θέτοντας περίπου στις δύο ώρες τους χρόνους φόρτωσης (3 φορτώσεις από 40 min περίπου η κάθε μία). Να σημειωθεί ότι με DC ταχυφόρτιση ο χρόνος φόρτισης είναι 40 min περίπου. Για τους υπολογισμούς του κόστους καυσίμου diesel χρησιμοποιήθηκε η ιστοσελίδα (edmunds, 2021). Για τους υπολογισμούς της τιμής της ηλεκτροκίνησης ελήφθη υπόψιν η ιστοσελίδα του υπουργείου ενέργειας των ΗΠΑ (US\_Department\_of\_Energy, 2021).

Όπως βλέπουμε το συνολικό κόστος ενός ηλεκτρικού οχήματος με καύσιμα για 7 έτη είναι λίγο μικρότερο από αυτό του Diesel, δεδομένου ότι δεν έχουμε λάβει υπόψιν την τιμή του service. Ακόμη η τιμή της πράσινης KWh που λαμβάνεται υπόψιν είναι αυτή της λιανικής οικιακής πώλησης στις Ηνωμένες πολιτείες, που σημαίνει η υψηλότερη δυνατή, ενώ η τιμή του diesel είναι χονδρικής την οποία αγοράζουν και οι μεγάλες εταιρείες logistics στις ΗΠΑ. Οι εταιρείες logistics πρέπει να έχουν το δικό τους δίκτυο ταχυφορτιστών στα κέντρα διανομής τους, αλλιώς το κόστος της KWh είναι αρκετά υψηλότερο.

Τέλος όλοι οι μεγάλοι κατασκευαστές αυτοκινήτων προχωρούν στην βιομηχανική παραγωγή διαφόρων μοντέλων e-VAN εκτός από την Tesla. Στον πίνακα 2 δίνονται μερικά από τα μοντέλα που τα χαρακτηριστικά τους υποδεικνύουν πως είναι κατάλληλα για τις καθημερινές λειτουργίες των green last mile logistics.

Το συμπέρασμα είναι ότι τα ηλεκτρικά VAN μπορούν πλέον να αντικαταστήσουν αυτά των diesel για last mile logistics χωρίς μεγάλη διαφορά στο κόστος λειτουργίας, επομένως θεωρείται μια αξιόπιστη και βιώσιμη λύση για green last mile logistics.

Στο σημείο αυτό δίνεται μία μικρή συγκριτική μελέτη κόστους ενός ηλεκτρικού e-van και ενός συμβατού με χρονοδιάγραμμα τα 7 έτη, δηλ. όσο κρατάει περίπου και η ζωή της μπαταρίας lithium-ion που έχει τακτικές φορτίσεις και εκφορτίσεις. Θεωρούμε ότι και τα δύο οχήματα έχουν εγγύηση 7 έτη και καλυμμένο το κόστος συντήρησης, το οποίο και δεν θα λάβουμε υπόψιν. Παραδοσιακά όμως η συντήρηση είναι μεγαλύτερη σε ένα όχημα με κινητήρα εσωτερικής καύσης λόγω της φύσης του οχήματος (π.χ. δυνάμεις τριβών, υψηλές θερμοκρασίες, τακτική αλλαγή λαδιών). Ακόμη θεωρούμε ότι τα οχήματα κινούνται περίπου 10 ώρες, δηλ. (09.00 π.μ. – 21.00 μ.μ. που είναι το ωράριο) σχεδόν συνεχόμενα θέτοντας περίπου στις δύο ώρες τους χρόνους φόρτωσης (3 φορτώσεις από 40 min περίπου η κάθε μία). Να σημειωθεί ότι με DC ταχυφόρτιση ο χρόνος φόρτισης είναι 40 min περίπου. Για τους υπολογισμούς του κόστους καυσίμου diesel

χρησιμοποιήθηκε η ιστοσελίδα (edmunds, 2021). Για τους υπολογισμούς της τιμής της ηλεκτροκίνησης ελήφθη υπόψιν η ιστοσελίδα του υπουργείου ενέργειας των ΗΠΑ (US\_Department\_of\_Energy, 2021).

Όπως βλέπουμε το συνολικό κόστος ενός ηλεκτρικού οχήματος με καύσιμα για 7 έτη είναι λίγο μικρότερο από αυτό του Diesel, δεδομένου ότι δεν έχουμε λάβει υπόψιν την τιμή του service. Ακόμη η τιμή της πράσινης KWh που λαμβάνεται υπόψιν είναι αυτή της λιανικής οικιακής πώλησης στις Ηνωμένες πολιτείες, που σημαίνει η υψηλότερη δυνατή, ενώ η τιμή του diesel είναι χονδρικής την οποία αγοράζουν και οι μεγάλες εταιρείες logistics στις ΗΠΑ. Οι εταιρείες logistics πρέπει να έχουν το δικό τους δίκτυο ταχυφορτιστών στα κέντρα διανομής τους, αλλιώς το κόστος της KWh είναι αρκετά υψηλότερο.

Τέλος όλοι οι μεγάλοι κατασκευαστές αυτοκινήτων προχωρούν στην βιομηχανική παραγωγή διαφόρων μοντέλων e-VAN εκτός από την Tesla. Στον πίνακα 2 δίνονται μερικά από τα μοντέλα που τα χαρακτηριστικά τους υποδεικνύουν πως είναι κατάλληλα για τις καθημερινές λειτουργίες των green last mile logistics.

Το συμπέρασμα είναι ότι τα ηλεκτρικά VAN μπορούν πλέον να αντικαταστήσουν αυτά των diesel για last mile logistics χωρίς μεγάλη διαφορά στο κόστος λειτουργίας, επομένως θεωρείται μια αξιόπιστη και βιώσιμη λύση για green last mile logistics.

### **3.2 Υδρογονοκίνηση οχημάτων**

Εκτός από τον χώρο των μπαταριών έχουμε και το πράσινο υδρογόνο το οποίο έχει 236 φορές μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα (40000 Wh/kg) από αυτή της μπαταρίας lithium-ion (278wh/kg). Λόγω του χαμηλού του βάρους σε σχέση με τον όγκο του (90μg/lit σε 1at), της δυνατότητας υψηλής συμπίεσης, της ενεργειακής του πυκνότητας και της μηδενικής εκπομπής CO<sub>2</sub> και άλλων επιβαρυντικών αερίων, τα οχήματα υδρογόνου θεωρητικά θα μπορούσαν να είναι μια βιώσιμη λύση green logistics. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα κατά το οποίο ένα μέσο αυτοκίνητο με μπαταρία lithium-ion έχει αναλογία βάρους οχήματος και αυτονομίας 1800Kg/300Km, την ώρα που το αντίστοιχο όχημα υδρογόνου έχει 1300Kg/600Km. Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι ότι ο ανεφοδιασμός ενός υδρογονοκίνητου οχήματος κρατάει 5min

περίπου, ενώ η φόρτιση ενός τυπικού SUV μπαταρίας παίρνει 40min.

Το πρόβλημα με το υδρογόνο είναι το υψηλό κόστος παραγωγής του, διότι μπορεί να είναι το πιο άφθονο στοιχείο στην φύση, αλλά επειδή βρίσκεται υπο την μορφή χημικών ενώσεων (π.χ.  $H_2O$ ), απαιτεί σημαντικές ποσότητες ενέργειας για τον διαχωρισμό και την συλλογή του.

Ο πιο εύκολος και διαδεδομένος τρόπος παραγωγής υδρογόνου είναι μια μέθοδος που ονομάζεται αντίδραση ατμού-μεθανίου (Steam-Methane reforming reaction), δηλ.  $CH_4 + H_2O + Heat \rightarrow CO + 3H_2$ . Το ζήτημα είναι ότι έχουμε το μονοξείδιο του άνθρακα ως υποπροϊόν και απαιτούνται μεγάλες ποσότητες φυσικού αερίου, με αποτέλεσμα να φτάνουμε να παράγουμε λιγότερη ενέργεια από ότι θα μας έδινε το φυσικό αέριο που χρησιμοποιείται. Άλλες μέθοδοι όπως η αεριοποίηση (gasification) έχουν πολύ μεγαλύτερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα από ότι η αντίδραση ατμού-μεθανίου.

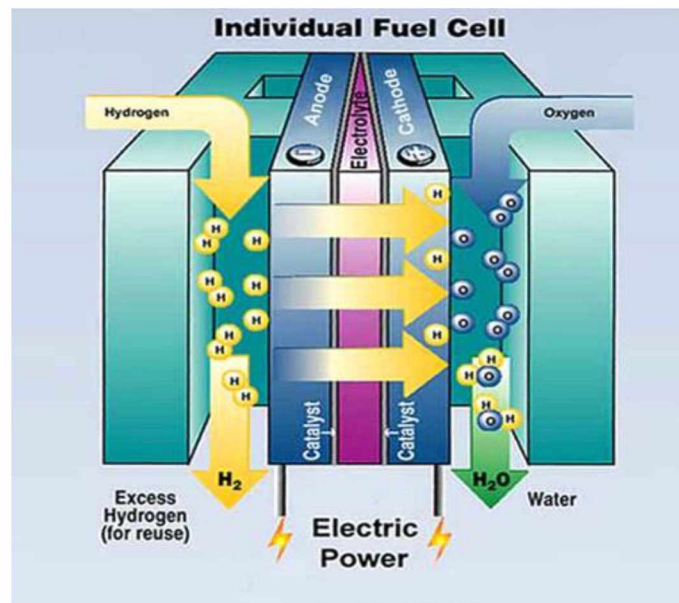
Η μόνη πράσινη μέθοδος είναι η κλασική ηλεκτρόλυση, εφόσον ο ηλεκτρισμός προέρχεται από πράσινες μορφές ενέργειας. Το πρόβλημα ακόμη και της πιο αποδοτικής μεθόδου ηλεκτρόλυσης (i.e. proton exchange membrane) είναι ότι απαιτεί ακόμη περισσότερη ενέργεια από την αντίδραση ατμού-μεθανίου, με τις απώλειες να φτάνουν στο 20% από την ηλεκτρική ενέργεια που δαπανήθηκε.

Το επόμενο σημαντικό πρόβλημα είναι η αποθήκευση. Η λιγότερο ενεργοβόρα μέθοδος είναι η αποθήκευση υψηλής πίεσης (περίπου 800atm), η οποία όμως απαιτεί πολύ μεγάλο όγκο και βάρος. Η καλύτερη μέθοδος σε απόδοση όγκου και βάρους είναι η υγροποίηση μέσω χαμηλών θερμοκρασιών ( $-250^{\circ}C$ ), κάτι που έχει απώλειες έως και 40% λόγω της ψύξης.

Ένα άλλο πρόβλημα είναι η κεντροποιημένη παραγωγή και διανομή του καυσίμου μέσω δικτύου, η οποία έχει μεγάλες ενεργειακές απώλειες. Επομένως απαιτείται η δεσπαρμένη παραγωγή κοντά στον χώρο κατανάλωσης, κάτι που απαιτεί τεράστιες υποδομές που δεν υπάρχουν.

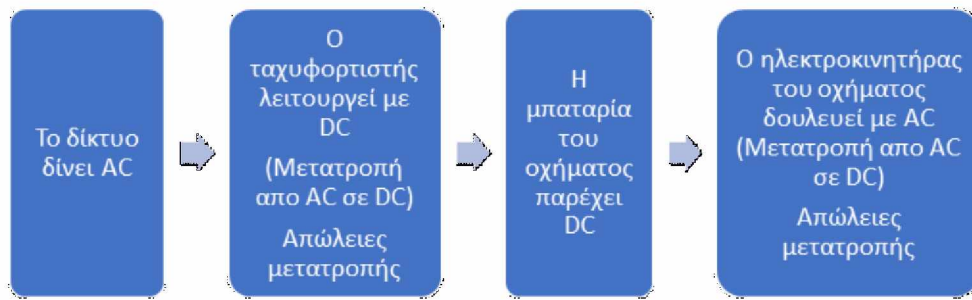
Το τελευταίο και σημαντικότερο πρόβλημα είναι η μετατροπή του πράσινου υδρογόνου σε κινητική ενέργεια, εφόσον έχει προηγηθεί η ηλεκτρική. Για να επιτευχθεί αυτό με έναν ασφαλή τρόπο χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις τα οχήματα μετατρέπουν το υδρογόνο σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω της τεχνολογίας των κυψελών. Η κυψέλη είναι μια πολυστρωματική διάταξη (σχήμα 1) που εκτελεί την αντίστροφη λειτουργία της ηλεκτρόλυσης ( $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ ) και περιλαμβάνει μια άνοδο, ένα διαφραγματικό στρώμα και μία κάθοδο. Το υδρογόνο σε αέρια

μορφή κινείται σε μία άνοδο (+), όπου ένας καταλύτης (συνήθως λευκόχρυσος) διαχωρίζει τα μόρια στα βασικά θετικά (πρωτόνια) και αρνητικά (ηλεκτρόνια). Το διαφραγματικό στρώμα (PEM) επιτρέπει μόνο στα πρωτόνια να διαπεράσουν και να κινηθούν προς την κάθοδο, ενώ τα ηλεκτρόνια κινούνται μέσα από το ηλεκτρικό κύκλωμα που τροφοδοτεί τον κινητήρα. Το αποτέλεσμα στην κάθοδο είναι καθαρό απιονισμένο νερό.

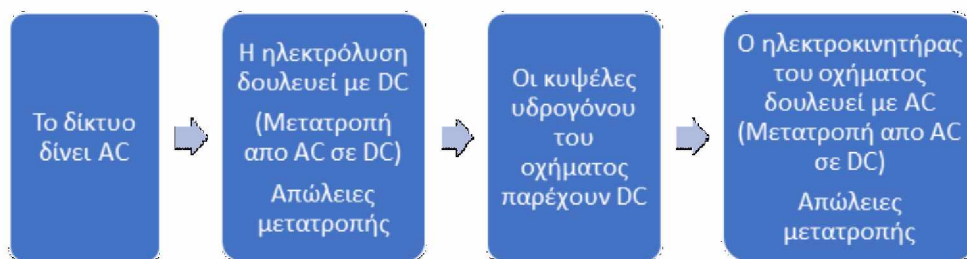


Σχήμα 1: Κυψέλη Υδρογόνου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. (Loughborough\_University, 2021)

Οι κυψέλες υδρογόνου έχουν 60% αποτελεσματικότητα, άρα 40% επιπρόσθετες θερμικές απώλειες που δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν σε σοβαρό βαθμό με απλοϊκές μεθοδεύσεις (π.χ. ένα απλό σύστημα ψύξης). Οι απώλειες μετατροπής AC σε DC (ηλεκτρόλυση για το υδρογόνο, γρήγοροι φορτιστές για τις μπαταρίες) και DC σε AC (από κυψέλη σε κινητήρα για το υδρογόνο και από μπαταρία σε κινητήρα για τα οχήματα μπαταρίας) δεν λαμβάνονται υπόψιν, γιατί είναι σχεδόν οι ίδιες και στις δύο κατηγορίες.



Σχήμα 2 : Διαδικασία Τροφοδοσία ηλεκτρικών οχημάτων μπαταρίας



Σχήμα 3: Διαδικασία Λειτουργία κυψελών.

Όπως γίνεται αντιληπτό το υδρογόνο μπορεί να έχει κάποια οικονομική σημασία για μεγάλες αποστάσεις (π.χ. transit υπηρεσίες, πλοία) αλλά σίγουρα δεν μπορεί να θεωρηθεί μια αποτελεσματική μέθοδος για last mile logistics (ιδιαίτερα για SUV) ακόμη. Η μόνη χρήση που θα μπορούσε να έχει νόημα στα urban logistics είναι να λειτουργήσει ως ένα σύστημα υποβοήθησης cargo e-bikes λαμβάνοντας υπόψιν το πολύ χαμηλό βάρος του οχήματος και την υψηλή ενεργειακή πυκνότητα του καυσίμου.

### 3.3 Η έννοια του ποδηλάτου

Το ποδήλατο, αν και είναι μια κλασική και απλοϊκή τεχνολογία που αριθμεί πάνω από δύο αιώνες ζωής, δεν παύει να είναι μια κλασική λύση για μετακινήσεις κοντινών αποστάσεων (π.χ. 10km). Στον χώρο της εφοδιαστικής αλυσίδας του τελευταίου μιλίου (last mile logistics) και πιο συγκεκριμένα στην παράδοση μικρών πακέτων στον πελάτη (δηλ. υπηρεσίες courier/delivery) είναι μια αξιόπιστη και πρακτική λύση χαμηλού κόστους και εντελώς πράσινη. Η ηλεκτροκίνηση του ποδηλάτου (e-bikes) μας δίνει την δυνατότητα της πιο ξεκούραστης εργασίας για τον

εργαζόμενο αναβάτη και την χρήση του μέσου σε υπερυψωμένα εδάφη (π.χ. Άνω πόλη Θεσσαλονίκης, περιοχές Δυτικής Αττικής, όπως η Πετρούπολη και η Ανθούπολη). Η πρωτοπόρος χώρα στα ηλεκτρικά ποδήλατα είναι η Κίνα, η οποία ξεκίνησε αυτή την τεχνολογική αλλαγή με την βιομηχανική επανάσταση που γνώρισε τις τελευταίες δεκαετίες. Τα πρώτα ηλεκτρικά ποδήλατα στην Ευρώπη και στις Ηνωμένες πολιτείες είχαν εισαχθεί από την Κίνα, η οποία εξακολουθεί να είναι και η μεγαλύτερη εξαγωγική δύναμη e-bikes (Cherry, C., & Fishman, E., 2021).

Η τελευταία τεχνολογική εξέλιξη, που είναι και η πιο κατάλληλη για μικρά φορτία (cargo), είναι το e- bike cargo (E-CB). Πρόκειται για ένα υβριδικό ηλεκτρικό όχημα που σχεδιάστηκε ειδικά για last mile logistics και λειτουργεί ως ποδήλατο αλλά και ως μικρό ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Ένα μέρος της ισχύος προέρχεται από την μυϊκή δύναμη και το υπόλοιπο από έναν ηλεκτροκινητήρα. Μπορεί να διανύσει πολύ περισσότερα χιλιόμετρα σε μια διαδρομή λόγω του σχετικά μεγάλου αποθηκευτικού χώρου, επομένως το καθιστά το πλέον ανταγωνιστικό όχημα ακόμη και από τα ηλεκτρικά scooter. Έχει την δυνατότητα να λειτουργεί σε ομαλό και ανώμαλο έδαφος, διότι οι κατασκευαστές τοποθετούν ειδικό σύστημα αναρτήσεων.

Οι (Ormond Jr, P. A., Ferreira, P. V., Afonso, P., & Telhada, J., 2019) παραθέτουν μια μελέτη που αξιολογεί την αντικατάσταση των κλασικών στόλων diesel από έναν συνδυασμό κέντρων μεταφόρτωσης και ηλεκτρικών ποδηλάτων φορτίου (e-bike cargo E-CB). Αυτό επιτυγχάνεται με την ανάλυση της βιβλιογραφίας σχετικά με την χρήση διαφόρων ευρετικών μαθηματικών μοντέλων (heuristic models). Τα αποτελέσματα της μελέτης καταλήγουν ότι αυτού του είδους η αλλαγή είναι οικονομικά βιώσιμη και καλύτερη από τους στόλους diesel. Επίσης επισημαίνεται ότι ένας τέτοιος συνδυασμός μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των διεργασιών από τις εφοδιαστικές αλυσίδες στα αστικά κέντρα. Τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται να επιβεβαιώνονται στην πράξη από την επιτυχία δύο πιλοτικών προγραμμάτων, αυτών του Παρισιού (Dablanc, 2011) και του Λονδίνου (Leonardi, J., Browne, M., & Allen, J., 2012), όπου τα E-CBs δοκίμασαν ως μια βιώσιμη οικονομική και οικολογική λύση για τα last mile logistics. Οι Ηνωμένες πολιτείες είναι μια τελείως διαφορετική πραγματικότητα, με τις πωλήσεις των e-bikes να είναι ακόμη αρκετά χαμηλές, αλλά να έχουν μια αυξητική τάση της τάξης του 73% από τις 400000 μονάδες που πουλήθηκαν το 2019 (Thomas, 2021). Χαρακτηριστική είναι η μελέτη των (Gruber, J., Kihm, A., & Lenz, B., 2014) για την ποσοτική και ποιοτική έρευνα πιθανών αγορών e-bike cargo, η οποία αναφέρει το χαμηλό ενδιαφέρον e-bike cargo στην χώρα του Κολόμβου. Μάλιστα οι ερευνητές καταλήγουν στο γενικό συμπέρασμα του ότι τα ECBs έχουν σημαντικές

δυνατότητες σε αστυφιλικές περιοχές οι οποίες αντιμετωπίζουν προβλήματα, όπως η συμφόρηση και η χαμηλή προσβασιμότητα λόγω δακτυλίων και περιβαλλοντικών ζωνών. Ο κύριος λόγος είναι ότι τα e-bikes cargo συνδυάζουν όλα τα χαρακτηριστικά των ποδηλάτων και των αυτοκινήτων. Τέλος τονίζεται ότι οι εταιρείες ταχυδρομικών υπηρεσιών (messengers) βλέπουν τα e-bikes cargo ως μία ευκαιρία διαφήμισης λόγω της έλξης της προσοχής του κοινού και της συνεισφοράς τους στο περιβάλλον.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα τυπικά χαρακτηριστικά από 2 πρωτοποριακά μοντέλα, δύο ανταγωνιστικών εταιρειών (της Velove από την Σουηδία και της citkar από την Γερμανία) τα οποία εναρμονίζονται με τα συμπεράσματα των παραπάνω μελετητών.

Εταιρεία : Velove , Μοντέλο : Velove, Χώρα προέλευσης : Σουηδία , <a href="https://www.velove.se/">https://www.velove.se/</a>	
Χαρακτηριστικά	Μεγέθη
Ηλεκτροκινητήρας	250Watt
Ροπή	80N/m
Βάρος	67 Kg
Αποθηκευτικός χώρος	1m <sup>3</sup> /150Kg max – 2m <sup>3</sup> /300Kg max
μπαταρία	600Wh με μέγιστη απόσταση με 20-40 Km
Μέγιστη ταχύτητα	25Km/h (δεν χρειάζεται άδεια)
Κόστος εκκίνησης	7800€

Πίνακας 3 – e-bike cargo της Velove



Μια εκδοχή του οχήματος που δοκιμάζεται από την velove είναι αυτή με κυψέλες και δεξαμενή υδρογόνου 20 lt που παράγει 7KWH και δυνατότητα να διανύσει 300 Km. Έχει την δυνατότητα γρήγορης φόρτωσης του αποθηκευτικού χώρου μέσω ράγας, διότι έχει σχεδιαστεί με την ιδέα της μεταφοράς κιβωτίου (containerization design). Το e-cargo bike της Velove χρησιμοποιείται ήδη από την DHL στο πλαίσιο του προγράμματος της zero emissions 2050.

Η δεύτερη πιο διαδεδομένη εταιρεία που κατασκευάζει e-cargo bikes είναι η γερμανική citkar και το όχημα ονομάζεται Loadster. Το όχημα θυμίζει περισσότερο ένα μικρό ηλεκτρικό αμαξίδιο παρά ένα ηλεκτρικό ποδήλατο. Το καλό είναι ότι έχει κλειστή καμπίνα και προστατεύει τον αναβάτη ή οδηγό.





Εταιρεία : citkar, μοντέλο : Loadster, Χώρα προέλευσης : Γερμανία , <a href="https://citkar.com/en/">https://citkar.com/en/</a>	
Χαρακτηριστικά	Μεγέθη
Ηλεκτροκινητήρας	250w
Ροπή	100N/m
Βάρος	180Kg
Αποθηκευτικός χώρος	1,35m <sup>3</sup> /200Kg
Μπαταρία	2x400Wh με μέγιστη απόσταση 60Km
Μέγιστη ταχύτητα	25Km/h (δεν χρειάζεται άδεια)
Κόστος	7127€

Πίνακας 4 – e-bike cargo της citkat

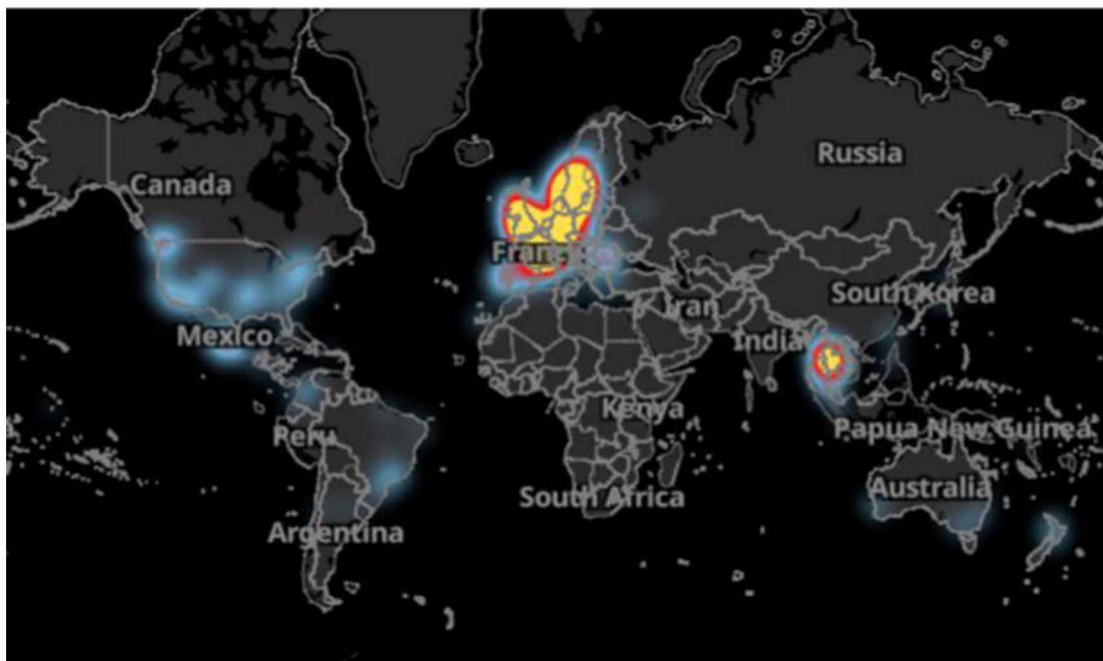
Τέλος μια ακόμη γνωστή start-up εταιρεία, η eav (electric assisted vehicles) στην Μεγάλη Βρετανία, είναι ένας ακόμη γνωστός κατασκευαστής e-cargo bike.

## 4 Υποδομές πολεοδομικού χαρακτήρα

# σχετικά με τις τεχνολογίες πράσινης μεταφοράς

## 4.1 Η έννοια του ποδηλατόδρομου

Εφόσον τα ιδανικά οχήματα για green last mile logistics κατά το προηγούμενο κεφάλαιο φαίνεται ότι είναι τροποποιημένα ηλεκτρικά ποδήλατα, οι υποδομές των ποδηλατοδρόμων σε μεγαλουπόλεις είναι κάτι παραπάνω από επιτακτική ανάγκη για την ομαλή λειτουργία της βιομηχανίας. Υπάρχει μια τάση παγκοσμίως στην αύξηση των ποδηλατοδρόμων ως βασική υποδομή στο αστικό οδικό δίκτυο αλλά η υπάρχουσα υποδομή είναι σε αρκετά χαμηλά επίπεδα ακόμη. Βάσει του προγράμματος Bike Big Data project μπορούμε να δούμε το πού έχουμε την μεγαλύτερη συγκέντρωση δεδομένων για κίνηση ποδηλάτων, επομένως και να συμπεράνουμε σε γενικές γραμμές ποιες περιοχές έχουν και την μεγαλύτερη κινητικότητα, άρα και υποδομή ποδηλατοδρόμων.



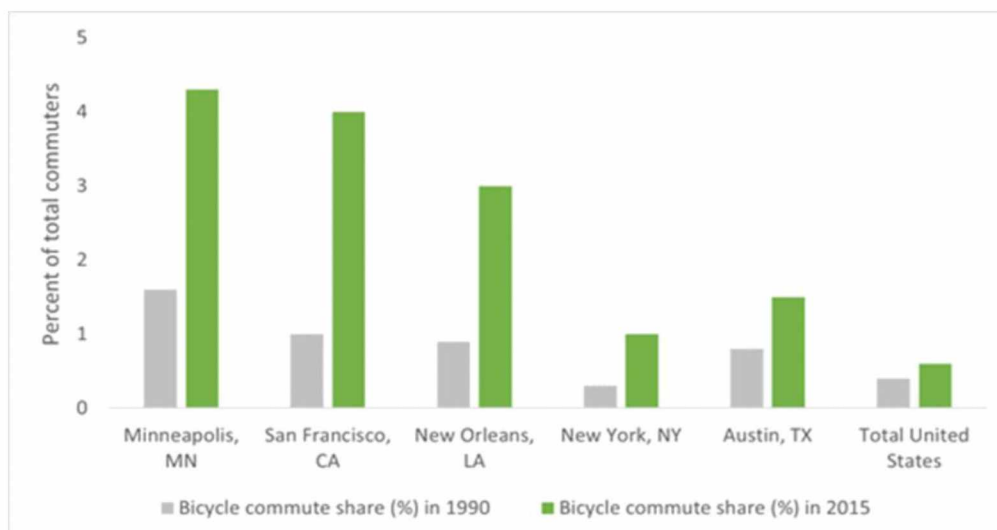
Κινητικότητα ποδηλάτων βάσει συλλογής δεδομένων. Πηγή : (Big\_Data\_Project, 2020)

Χαρακτηριστικό είναι ότι η κύρια κινητικότητα καταγράφεται κυρίως στην περιοχή της βορείου Ευρώπης και ειδικότερα σε χώρες όπως η Ολλανδία, η Δανία, η Σουηδία, το Βέλγιο, το Ηνωμένο Βασίλειο και κάποια τμήματα της Γαλλίας και της Γερμανίας. Μια άλλη χώρα που φαίνεται ότι

έχει αρκετά δεδομένα κίνησης ποδηλάτων είναι η Ταϊλάνδη, ενώ μια μικρή κινητικότητα μπορούμε να δούμε και στον Καναδά.

Στο ίδιο περίπου μήκος κύματος με τον παραπάνω χάρτη κινείται και η αρθρογραφία για το ποιες μητροπόλεις είναι φιλικές προς το ποδήλατο, δηλαδή έχουν τις κατάλληλες υποδομές. Η Κοπεγχάγη θεωρείται μια από τις πιο φιλικές πόλεις όσον αφορά το ποδήλατο με 390 Km ποδηλατοδρόμους, περιφερειακούς ποδηλατοδρόμους που συνδέουν διάφορα προάστια και έναν ποδηλατόδρομο υψηλών ταχυτήτων που συνδέει την πόλη του Albertslund, η οποία βρίσκεται 15 χιλιόμετρα δυτικά από το κέντρο της Δανέζικης πρωτεύουσας. Ακολουθεί το Άμστερνταμ το οποίο έχει 400Km ποδηλατοδρόμους, πάρα πολλούς χώρους στάθμευσης και το 50% των διαδρομών από τον γενικό πληθυσμό γίνεται με την χρήση ποδηλάτου. Ακόμη το Άμστερνταμ έχει ειδικές τοποθεσίες, όπου διδάσκεται στους τουρίστες η έννοια της ποδηλατικής ασφάλειας. Το Στρασβούργο έχει 560 km ποδηλατοδρόμων και πάνω από 360 από αυτούς με διπλή κατεύθυνση. Το Βερολίνο έχει υποδομή 900 Km ποδηλατοδρόμων. Το Μάλμε, η τρίτη μεγαλύτερη πόλη στην Σουηδία, διαθέτει 500 προστατευμένες διαδρομές για ποδήλατα και το 30% των μετακινήσεων γίνεται με ποδήλατο. Η Βαρκελώνη εφαρμόζει μια τελείως διαφορετική στρατηγική. Έχει θέσει το όριο οδήγησης των οχημάτων στα 30Km, με αποτέλεσμα οι ποδηλάτες να μπορούν να μπουν στο οδικό δίκτυο. Το Μόντρεαλ έχει αναπτύξει ποδηλατοδρόμους 600km, κάτι που είναι πρωτόγνωρο για τα δεδομένα της Αμερικανικής Ηπείρου (trafalgar, 2021).

Γενικά οι ΗΠΑ έχουν έλλειψη υποδομών στο θέμα του ποδηλάτου, παρόλο που η ζήτηση έχει ανέβει αρκετά. Χαρακτηριστικό είναι το γράφημα 15 που υποδηλώνει το ποσοστό των εργαζομένων που χρησιμοποιούν το ποδήλατο ως μεταφορικό μέσο προς και από τον εργασιακό τους χώρο.



Γράφημα 15 : Ποσοστό των εργαζομένων που χρησιμοποιούν το ποδήλατο ως μεταφορικό μέσο προς και από τον εργασιακό τους χώρο, Πηγή : (Richard\_Nunno, 2021).

Στην Ελλάδα η έννοια των υποδομών σχετικά με τους ποδηλατοδρόμους κινείται με πολύ αργούς ρυθμούς, παρά το γεγονός ότι η χώρα έχει ξεκινήσει να σχεδιάζει και να δημιουργεί υποδομές πάνω από 15 έτη. Βάσει της μονάδας βιώσιμης κινητικότητας του ΕΜΠ (NTUA, 2022) στον Ελλαδικό χώρο έχουμε 403 km δικτύου και στην περιοχή της Αττικής μόλις 83,5km.

## 4.2 Ηλεκτρικοί φορτιστές οχημάτων

Εφόσον κινούμαστε προς την ηλεκτροκίνηση και στον χώρο των logistics, και ιδιαίτερα στα green last mile logistics με την χρήση μπαταρίας, απαιτείται ένα δίκτυο σταθμών ταχείας φόρτισης με σκοπό να καλύψει τις ανάγκες των ηλεκτροκίνητων οχημάτων (μικρά φορτηγά) που κινούνται κυρίως από τα κέντρα αποθήκευσης (warehousing) στα κατά μέρη κέντρα διανομής.

Η τεχνολογία ταχείας φόρτισης είναι σημαντική, επειδή η συμβατή φόρτιση μέσω του κλασικού δικτύου είναι πολύ αργή διαδικασία (δηλ. πάνω από 8 ώρες για μια πλήρη φόρτιση) και δεν ενδείκνυται για τις λειτουργίες logistics που απαιτούν όσο μικρότερους χρόνους μεταφοράς και παράδοσης γίνεται. Δυστυχώς οι σταθμοί ταχείας φόρτισης είναι σε επίπεδο ανάπτυξης και σε πολλές πόλεις δεν έχουμε ένα ολοκληρωμένο δίκτυο που μπορεί να καλύψει τις απαιτούμενες ανάγκες. Πιθανώς στην εν λόγω τεχνολογία να απαιτηθεί ιδιόκτητο δίκτυο ταχείας φόρτισης (max 40min) ή και αλλαγής μπαταριών στα κέντρα διανομής για την ακόμη πιο γρήγορη επαναφορά

του οχήματος στην κυκλοφορία, έτσι ώστε οι διεργασίες των logistics της εκάστοτε εταιρείας να είναι ανεξάρτητες από οποιοδήποτε άλλο δίκτυο που μπορεί να έχει συμφόρηση και να προκαλέσει σοβαρές καθυστερήσεις.

### **4.3 Σταθμοί Υδρογόνου**

Όπως προαναφέραμε το υδρογόνο είναι μια δύσκολη περίπτωση, ώστε να έχουμε ένα οικονομικά βιώσιμο δίκτυο. Είτε επιλέξουμε να αναπτύξουμε ένα δίκτυο μεταφοράς και διανομής είτε επιλέξουμε μεμονωμένους σταθμούς που παράγουν ή παραλαμβάνουν το υδρογόνο μέσω βυτίων απαιτείται ένα πολύ μεγάλο οικονομικό κόστος για την υποδομή και ένα μεγάλο ενεργειακό κόστος ιδιαίτερα στην συμπίεση που απαιτείται για τους μεμονωμένους σταθμούς. Λόγω του ότι η δραστηριότητα των last mile logistics βρίσκεται στην σφαίρα των urban logistics, άρα η κίνηση των οχημάτων είναι μέσα στα αστικά κέντρα και οι αποστάσεις είναι μικρές, η σύγχρονη τεχνολογία των μπαταριών υπερκαλύπτει τις ανάγκες. Θα υπήρχε ιδιαίτερο νόημα της τεχνολογίας υδρογόνου για μεγάλες αποστάσεις μεταφορών μέσω φορτηγών μεγάλου φορτίου, εφόσον η ενεργειακή πυκνότητα του καυσίμου είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή της μπαταρίας και επιτρέπει στο όχημα να διανύσει μεγάλες αποστάσεις χωρίς να χρειαστεί να αυξήσει κατά πολύ το μεικτό βάρος του λόγω ενός πολύ μεγάλου συσσωρευτή σε όγκο και βάρος. Τέλος η τεχνολογία των κυψελών είναι αρκετά κοστοβόρα για τα μικρά οχήματα πόλης που απαιτούνται στην περίπτωση του last mile logistics.

## **5 Η χρήση τεχνολογιών επικοινωνίας και μεγάλου όγκου δεδομένων**

Ο γενικότερος όρος Δεδομένα μεγάλου Όγκου και Ανάλυση επιχειρείν (Big data and Business Analytics – BD&BA) έχει διπλή διάσταση (BD & BA). Με τον όρο Big Data νοείται η επεξεργασία δεδομένων που φέρουν τις ιδιότητες της ταχύτητας (velocity), της ποικιλομορφίας (variety) και του όγκου (volume). Ο όρος Business Analytics αναφέρεται στην διαδικασία του να αποκτηθεί αξιοποιήσιμη γνώση για την λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων από τα δεδομένα με την

εφαρμογή στατιστικής, μαθηματικών, οικονομετρίας, και τεχνικών βελτιστοποίησης. Ο συνδυασμός BDBA στις εφοδιαστικές αλυσίδες (Logistics and Supply Chain Management – LSCM) ονομάζεται Αναλυτική των Εφοδιαστικών Αλυσίδων (Supply Chain Analytics – SCA) (Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W., & Papadopoulos, T., 2016).

### **5.1 Χρήση μεγάλου όγκου δεδομένων για την χάραξη πολιτικών**

Για να υπάρξει ένα πλαίσιο μιας πετυχημένης στρατηγικής πρέπει να ικανοποιούνται οι διάφοροι στρατηγικοί στόχοι των εφοδιαστικών αλυσίδων οι οποίοι χαρακτηρίζονται από τρία διαφορετικά επίπεδα σχετικά με την αναλυτική εφοδιαστικών αλυσίδων : Ευελιξία (agile SCA), βιωσιμότητα (sustainable SCA), συνεργασία (collaborative SCA).

Ως ευελιξία (agile SCA) νοείται η δυνατότητα προσαρμογής της εφοδιαστικής αλυσίδας σε αλλαγές που παρουσιάζονται στο αβέβαιο περιβάλλον των καθημερινών διεργασιών.

Ως βιωσιμότητα (sustainability SCA) ορίζεται η δυνατότητα συλλογής και ανάλυσης δεδομένων που σχετίζονται με την βιωσιμότητα των εφοδιαστικών αλυσίδων και logistics. Οι κύριες οπτικές γωνίες είναι αυτές της πρόβλεψης και της ανάλυσης οικονομικών (π.χ. ρίσκο), περιβαλλοντικών (π.χ. εκπομπές ρύπων) και κοινωνικών θεμάτων.

Η συνεργατικότητα (collaborative SCA) επιτρέπει τον διαμοιρασμό πληροφοριών δεδομένων και γνώσης για σημαντικές δραστηριότητες όπως ο σχεδιασμός προϊόντων και η διαχείριση αποθεμάτων. Παράλληλα με την συνεργατικότητα μειώνεται η λειτουργική πολυπλοκότητα των εφοδιαστικών αλυσίδων μέσω της τυποποίησης των διεργασιών (Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W., & Papadopoulos, T., 2016).

Βασιζόμενοι στην παραπάνω φιλοσοφία των τριών επιπέδων σχετικά με την στρατηγική, διαπιστώνεται ότι μερικές εφαρμογές των SCA είναι η διαχείριση του ρίσκου των εφοδιαστικών αλυσίδων, η βελτιστοποίηση των υπηρεσιών και η καινοτομία των προϊόντων, ο σχεδιασμός διαχείρισης των πόρων, η διαχείριση αξιοπιστίας του πελατολογίου και η βελτιστοποίηση των δραστηριοτήτων του τελευταίου μιλίου (last mile logistics)(Mikavicaa, B., Kostić-Ljubisavljevića, A., & Radonjić, V. , 2015).

## 5.2 Συστήματα ενημέρωσης μεταφοράς & κίνησης σε πραγματικό χρόνο

Η βελτιστοποίηση του τελευταίου μιλίου μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μείωσης των παραδόσεων σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας δεδομένα που προέρχονται από αισθητήρες τοποθετημένους στα πακέτα προς παράδοση, τα οποία λειτουργούν ως οδηγός για την αλλαγή των δρομολογίων σε πραγματικό χρόνο, ανάλογα με την ισχύουσα κατάσταση της κίνησης (Mikavicaa, B., Kostić-Ljubisavljević, A., & Radonjić, V. , 2015). Στο ίδιο ακριβώς μήκος κύματος κινείται και η πρόταση των (Borgi, T., Zoghلامي, N., & Abed, M. , 2017) η οποία τονίζει την δυνατότητα των μεγάλων δεδομένων που μπορούν να μας δώσουν λύσεις σε on-demand logistics management με την χρήση ειδικών λογισμικών όπως το Routific.

Μια άλλη εφαρμογή του εντοπισμού και της κίνησης σε πραγματικό χρόνο είναι η ενημέρωση του πελάτη για το πού βρίσκεται το πακέτο του, καθώς και τον χρόνο παράδοσης. Αυτό απαλλάσσει τα κέντρα πληροφόρησης σχετικά με τα logistics από τον επιπρόσθετο φόρτο εργασίας.

Το έργο των (Ghaderi, H., Tsai, P. W., Zhang, L., & Moayedikia, A., 2022) προτείνει ένα μοντέλο με την χρήση μεγάλου όγκου δεδομένων για την βελτιστοποίηση της μεθόδου crowdshipping για last mile delivery.

# 6 Τεχνικές best practices

## 6.1 Στρατηγικές μείωσης καυσίμων και κόστους

Στο έργο των (Ballare, S., & Lin, J., 2020) γίνεται μια σύγκριση των παραδοσιακών μεθόδων παράδοσης και της μεθόδου microhubs and crowdshipping (M+C). Αρχικά φαίνεται πως η M+C μέθοδος είναι πιο κοστοβόρα κατά περίπου 18%, ενώ, εφόσον έχουμε μια εκτεταμένη χρήση της μεθόδου, αποδεικνύεται ότι η εν λόγω μέθοδος μειώνει σημαντικά τον αριθμό των φορτηγών, τα μίλια μεταφοράς (VMT – Vehicle Miles Travelled), την κατανάλωση καυσίμου και το συνολικό κόστος. Η επιτυχία της μεθόδου εξαρτάται από την διαθεσιμότητα των crowdshippers που επιθυμούν να παραδώσουν τις απαιτούμενες αποστολές. Η M+C μέθοδος θεωρείται πιο κατάλληλη για πόλεις με υψηλή πυκνότητα πελατών όπως το Σικάγο και η Νέα Υόρκη, παρά για

πόλεις όπως το Λος Άντζελες.

Στην δημοσίευσή του γίνεται μια εκτενής παρουσίαση του προγράμματος της ΕΕ με την ονομασία “ Clean Last Mile Transport and Logistics Management for Smart and efficient Government in Europe – C-LIEGE”, που επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ενός πλαισίου της διαχείρισης ζήτησης και του σχεδιασμού της ενεργειακής απόδοσης των αστικών μεταφορών για φορτία. Κατά την διάρκεια του προγράμματος αναπτύχθηκαν και δοκιμάστηκαν με επιτυχία διάφορα εργαλεία για την υποστήριξη της μείωσης των ενεργειακών απαιτήσεων από τις μεταφορές του τελευταίου μιλίου. Μερικά από αυτά τα εργαλεία είναι το εγχειρίδιο συμμετοχής των μετόχων (stakeholder engage manual), η βάση δεδομένων αξιολογών τακτικών (Good practice database), η βάση δεδομένων ώθησης και έλξης (Push and Pull database), ο οδηγός καθοδήγησης για την ανάπτυξη σχεδίου σχετικά με την μετακίνηση φορτίων (Guideline for the development of Urban Freight Mobility Plan) και η εργαλειοθήκη C-LIEGE για την εγκαθίδρυση ενός διαχειριστή Logistics της εκάστοτε πόλης (C-LIEGE Toolbox for the establishment of City Logistics Manager).

Το εγχειρίδιο συμμετοχής των μετόχων (stakeholder engage manual) παρέχει την μεθοδολογία του τρόπου εμπλοκής όλων των διαφορετικών τύπων μετοχών μέσω της διαδικασίας σχεδιασμού, καλύπτοντας τις σχετικές απαιτήσεις τους. Ειδικότερα απαιτείται μια συγκεκριμένη στρατηγική για την συμμετοχή των μετόχων, σχεδιασμένη σε διαφορετικές διαμορφώσεις και τεχνικές, όταν έχουμε να κάνουμε με τις αρχές, ιδιωτικές επιχειρήσεις, ή οργανισμούς κοινής ωφέλειας.

Το πρόγραμμα C-LIEGE ανέπτυξε μια βάση δεδομένων η οποία εμπεριέχει τις πλέον αξιολογες τεχνικές (Good Practices) των πιλοτικών ιστοσελίδων C-LIEGE από διάφορες Ευρωπαϊκές πόλεις.

Μια άλλη βάση δεδομένων είναι αυτή της ώθησης και έλξης που παρέχει 45 μετρήσεις ώθησης και έλξης προσανατολισμένες στην ζήτηση και βασιζόμενες στην βάση δεδομένων αξιολογών τακτικών. Ως ώθηση ορίζονται οι μετρήσεις που εφαρμόζονται σε λειτουργίες μεταφοράς φορτίων με σκοπό την θετική επίδραση στις τακτικές παράδοσης αυτών. Οι μετρήσεις έλξης σχεδιάστηκαν με σκοπό την ενθάρρυνση πιο βιώσιμων και ενεργειακά αποτελεσματικών αστικών μεταφορών (UFT – Urban Freight Transport) προσφέροντας υπηρεσίες που προσθέτουν αξία.

Ο Διαχειριστής logistics της πόλης είναι ένας προτεινόμενος θεσμός του προγράμματος με σκοπό να λειτουργήσει ως κατευθυντήρια δύναμη στην απαιτούμενη διαχείριση και στον σχεδιασμό ολοκληρωμένων λύσεων αστικών μεταφορών φορτίων. Πιο συγκεκριμένα οι αρμοδιότητες του είναι : η κατηγοριοποίηση και ανάλυση της κατάστασης του αστικού περιβάλλοντος, ο διάλογος



και ο διαμοιρασμός πληροφοριών με σημαντικούς τοπικούς παράγοντες (π.χ. εμπόρους, μεταφορείς) και οργανισμούς (π.χ. Δημοτικές αρχές), ο ορισμός κοινών στρατηγικών, καθώς και ο σχεδιασμός συνδυαζόμενος με την εκτέλεση και αξιολόγηση ενός μοντέλου για αστικές μεταφορές φορτίων (Cossu\_P., 2016).

Η χρήση σταθμών παράδοσης κοντινών αποστάσεων (proximity stations or points) είναι μια καινοτόμα στρατηγική που αποσκοπεί στην βελτίωση της αποτελεσματικότητας των παραδόσεων τελευταίου μιλίου, κυρίως για μικρού και μεσαίου μεγέθους πακέτα. Η κύρια ιδέα είναι η χρήση τερματικών σταθμών παράδοσης, όπου αποθηκεύονται τα πακέτα μέχρι οι παραλήπτες να είναι σε θέση να τα παραλάβουν. Μ' αυτόν τον τρόπο αποφεύγουμε το άσκοπο ρίσκο μιας ανεπιτυχούς παράδοσης. Η φόρτωση των σταθμών κατά την νύχτα, όταν η κίνηση είναι χαμηλή, επιφέρει σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη λόγω της μειωμένης χρήσης καυσίμου. Οι σταθμοί μπορούν να βρίσκονται σε πλατείες, εμπορικά κέντρα και κατοικημένες περιοχές. Λόγω των μικρών αποστάσεων από τον τελικό παραλήπτη διευκολύνεται ιδιαίτερα η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων.

Η τεχνική της συνεργατικότητας είναι μια νέα ιδέα στο θέμα των στρατηγικών παράδοσης του τελευταίου μιλίου. Στόχος της εν λόγω στρατηγικής είναι η καλύτερη αξιοποίηση των ήδη υπαρχόντων πόρων μέσω του συγχρονισμού της χρήσης αυτών. Ο διαμοιρασμός πόρων, υποδομών και μεταφορικών μέσων μεταξύ διαφορετικών εταιρειών είναι μια κοινή πρακτική που εφαρμόζεται από τις αεροπορικές εταιρείες στα κατά τόπους αεροδρόμια. Το πρόβλημα της παράδοσης του τελευταίου μιλίου θα μπορούσε να περιγραφεί σε τρεις φάσεις : συγκέντρωση των περιορισμών που αφορούν την απόσταση από τον πελάτη, ομαδοποίηση των κέντρων παράδοσης, σχηματισμός των διαδρομών παράδοσης. Με την συνεργατικότητα έχουμε βελτιώσεις και στις τρεις φάσεις, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι αποστάσεις από τον παραλήπτη, άρα και το κόστος.

Η βελτιστοποίηση διαχείρισης των δρομολογίων είναι η πλέον σημαντική τακτική εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης κόστους. Τα logistics των πόλεων είναι ένα πολύ σημαντικό θέμα των αστικών παραδόσεων. Ως logistics των πόλεων (city logistics) ορίζεται η διαδικασία της ολικής βελτιστοποίησης των logistics και των μεταφορικών δραστηριοτήτων από ιδιωτικές εταιρείες με την υποστήριξη προηγμένων πληροφοριακών συστημάτων σε αστικές περιοχές. Με τον όρο βελτιστοποίηση νοείται η κίνηση (traffic) σε σχέση με το περιβάλλον, την συμφόρηση, την ασφάλεια, καθώς και την ενεργειακή εξοικονόμηση σε ένα εμπορικά βιώσιμο οικονομικό πλαίσιο.

Οι κύριοι άξονες είναι η χρήση του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT – Internet of Things) και τα δεδομένα μεγάλου όγκου τα οποία προέρχονται ως ιδέες από την Industry 4.0. Πιο συγκεκριμένα, όπως προαναφέρθηκε, γίνεται εφαρμογή αισθητήρων, ώστε να υπάρξει συγκέντρωση μεγάλου όγκου δεδομένων σχετικά με τις διαδρομές, την κατανάλωση καυσίμου, την κατάσταση των ελαστικών, τις δονήσεις κ.α. Με την ανάλυση των παραπάνω δεδομένων μπορούμε να έχουμε καλύτερη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο (π.χ. βέλτιστη διαδρομή) αλλά και σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα.

Η θέσπιση και η εφαρμογή των κατάλληλων πολιτικών και κανόνων είναι ζωτικής σημασίας για την μείωση της συμφόρησης, της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και του θορύβου που προέρχονται από τις δραστηριότητες στις αστικές περιοχές. Η ευρύτερη χρήση αισθητήρων, η ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων (Information and Communication Technologies) των μεταφορών (Information Transport Systems- ITS) και της βιομηχανίας 4.0. συμβάλλει στην ανάπτυξη νέων στρατηγικών για τον έλεγχο ευφυών πόλεων (smart cities) και κυρίως στην ευφυή κινητικότητα (smart mobility). Μια κλασική τακτική είναι η Ευρωπαϊκή τακτική "πληρωμή για χρήση" (pay for use) κατά την οποία τίθεται διαφορετικά συστήματα κοστολόγησης για την χρήση ζωνών με υψηλή κινητικότητα και συμφόρηση. Τρεις είναι οι σημαντικότερες κατηγορίες τιμολόγησης i) η τιμολόγηση ζώνης, η τιμολόγηση συμφόρησης και η τιμολόγηση βάσει κάλυψης απόστασης. Στην πρώτη περίπτωση το όχημα πληρώνει για την καθημερινή του πρόσβαση στην ελεγχόμενη ζώνη. Στην δεύτερη περίπτωση το όχημα πληρώνει κάθε φορά που διασχίζει τα όρια της ελεγχόμενης ζώνης . Στην τρίτη περίπτωση η χρέωση βασίζεται στην απόσταση που διανύει το όχημα μέσα στην ελεγχόμενη ζώνη. Ακόμη μπορεί να γίνει η χρήση χρονικών παραθύρων ελεύθερης διέλευσης, όταν η κίνηση είναι ιδιαίτερα χαμηλή (π.χ. βραδινές ώρες) (Ranieri, L., Digiesi, S., Silvestri, B., & Roccotelli, M. , 2018). Το χρονικό περιθώριο της ελεύθερης μετακίνησης μέσα στην ελεγχόμενη ζώνη έρχεται σε πλήρη εναρμόνιση με την στρατηγική σταθμών παράδοσης. Πιστεύουμε ότι τα "πράσινα οχήματα" ελαφρού τύπου, όπως ηλεκτρικά ποδήλατα, πρέπει να μπορούν να κινούνται ελεύθερα μέσα στις ελεγχόμενες ζώνες ως ένα επιπλέον κίνητρο αλλαγής του στόλου του τελευταίου μιλίου από τις εταιρίες logistics. Επίσης η πληρωμή με την απόσταση είναι μια καλή μέθοδος χρέωσης των εταιρειών που διατηρούν παλαιού τύπου οχήματα ορυκτών καυσίμων (π.χ. πετρέλαιο) με σκοπό την χρηματοδότηση προγραμμάτων επιβράβευσης των εφοδιαστικών αλυσίδων τα οποία χρησιμοποιούν πράσινες και φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους μεταφοράς. Στην εφαρμογή των εν λόγω πολιτικών είναι σημαντική η χρήση του

διαδικτύου των πραγμάτων με σκοπό την συγκέντρωση δεδομένων για την σωστή τιμολόγηση και παρακολούθηση της προόδου των πολιτικών, έτσι ώστε οι εκάστοτε ηγεσίες να μπορούν να θέσουν τον πήχη των απαιτήσεων στο σωστό ύψος ανάλογα με τις περιστάσεις.

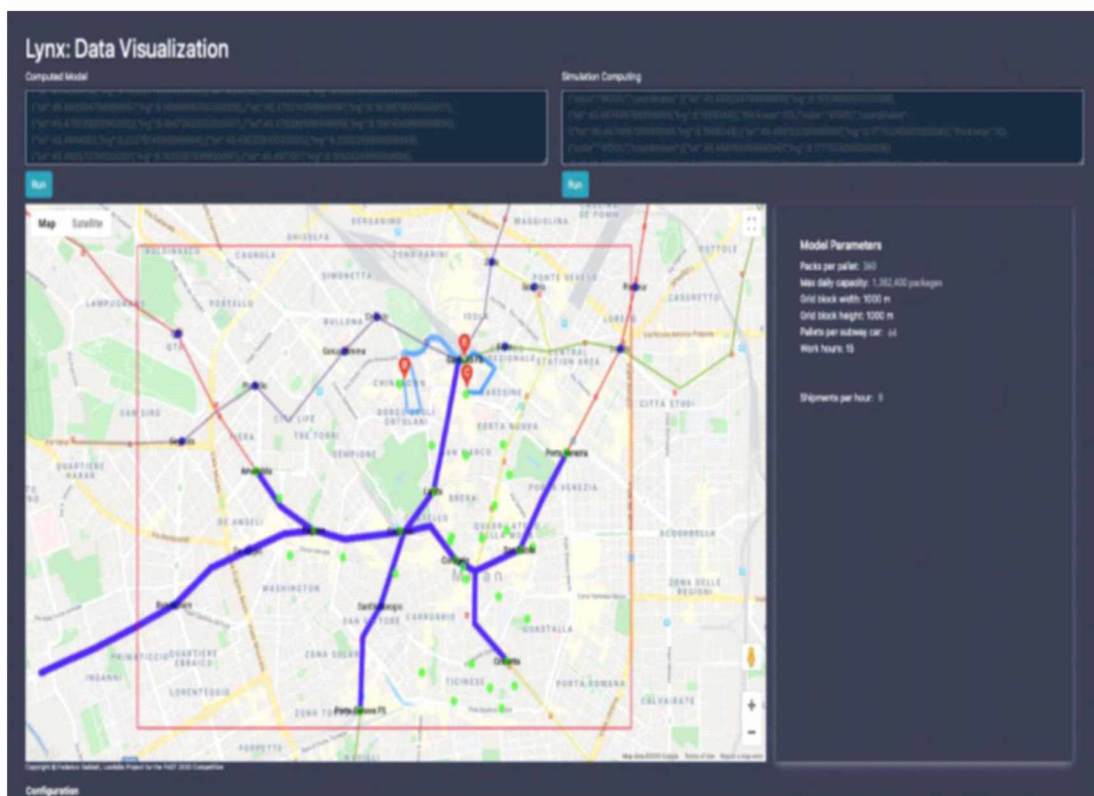
Όπως γίνεται άμεσα κατανοητό οι στρατηγικές μείωσης των καυσίμων και του κόστους είναι άμεσα συνδεδεμένες με τις έννοιες των πράσινων τεχνολογιών των οχημάτων, της χρήσης του μεγάλου όγκου δεδομένων και του διαδικτύου των πραγμάτων που έχουν παρουσιαστεί και αναλυθεί στα προηγούμενα κεφάλαια. Ο συνδυασμός της τεχνολογίας και της σωστής πολιτικής από πλευράς δημόσιων φορέων μπορεί να διαμορφώσει το περιβάλλον για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή σωστών στρατηγικών στο πλαίσιο της εταιρικής ευθύνης. Οι πολιτικές μεθοδεύσεις θα πρέπει να επιβραβεύουν τους πρωτοπόρους επενδυτές ως προς την υλοποίηση των πράσινων last mile logistics αλλά και να επιβάλλουν το κόστος περιβαλλοντικής επιβάρυνσης σε εταιρείες που δεν αλλάζουν στρατηγική και επιμένουν στις λύσεις χαμηλού κόστους των ορυκτών καυσίμων.

## **6.2 Η χρήση του υπόγειου σιδηροδρόμου**

Ο συνδυασμός του υπόγειου σιδηροδρόμου με τους σταθμούς παράδοσης κοντινών αποστάσεων (proximity stations or points) είναι μια βιώσιμη λύση για μεγάλες μητροπόλεις, εφόσον εφαρμόζεται σωστό management σε σχέση με την κινητικότητα του επιβατικού κοινού και την διαχείριση χρόνου. Είναι γνωστό ότι κατά τις πολύ πρωινές ώρες, που ξεκινούν τα δρομολόγια στις περισσότερες πόλεις, η κινητικότητα είναι ιδιαίτερα χαμηλή και υπάρχει το χρονικό περιθώριο της μεταφοράς δεμάτων από τις κεντρικές αποθήκες ως προς τους σταθμούς διανομής. Εφόσον η διαδικασία της μεταφοράς γίνεται σε ειδικά containers που μπορούν εύκολα να τοποθετηθούν στα βαγόνια των συρμών του υπόγειου σιδηροδρόμου, η μεταφορά τους είναι εφικτή χωρίς να επηρεάζει την κινητικότητα των επιβατών. Αυτό θα μείωνε το κόστος μεταφοράς και τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο, καθώς και την ανάγκη για παραπάνω υποδομές και οχήματα όπως ηλεκτρικά φορτηγά, τα οποία έχουν ένα σημαντικό κόστος κεφαλαίου .

Χαρακτηριστικό είναι το έργο του (Galbiati, χ.χ.) κατά το οποίο προτείνεται ένα υβριδικό μοντέλο που εμπλέκει τους τερματικούς σταθμούς παράδοσης, τις γραμμές υπόγειων σιδηροδρόμων και διανομείς κατά το τελικό στάδιο παράδοσης με σκοπό την μεγιστοποίηση των παραδόσεων που εκτελούνται ανά ώρα. Τα πακέτα τοποθετούνται σε ειδικές παλέτες οι οποίες παραδίδονται σε

συγκεκριμένους σταθμούς του υπόγειου σιδηροδρόμου και από εκεί μεταφέρονται σε διάφορους διεσπαρμένους σταθμούς του πολεοδομικού συστήματος. Από εκεί παραδίδονται στους παραλήπτες με διανομείς. Οι ερευνητές προτείνουν έναν αλγόριθμο γενετικής που συσχετίζεται με το πρόβλημα του περιοδεύοντος πωλητή (TSM – Travelling Salesman Problem) και έχει ως σκοπό την ομαδοποίηση των πακέτων από την κεντρική αποθήκη, έτσι ώστε να ελαχιστοποιήσει την διάρκεια των παραδόσεων, η οποία σε πολλές περιπτώσεις είναι και κάτω από την μία ώρα από την στιγμή της παραγγελίας. Βασιζόμενοι στις διαστάσεις του υπόγειου οχήματος βάσει του προτύπου Leonardo και τα ευρωπαϊκά πρότυπα διαστάσεων παλετών, παρατηρείται ότι δεν χρειάζονται ιδιαίτερες τροποποιήσεις των οχημάτων με σκοπό την φόρτωση και εκφόρτωση των παλετών. Είναι χαρακτηριστικό ότι μισό βαγόνι μπορεί να μεταφέρει 32 παλέτες με διαστάσεις 120cm x 80cm x 14.4cm. Η μέθοδος φόρτωσης και εκφόρτωσης μπορεί να είναι αυτόματη ή χειροκίνητη. Κατά την αυτόματη διαδικασία ένα ρομποτικό ανυψωτικό μπορεί να εκτελέσει την φόρτωση και εκφόρτωση χωρίς καθυστέρηση του οχήματος. Η βέλτιστη διαδρομή από τους σταθμούς έως προς τον παραλήπτη υπολογίζεται με την χρήση ενός αλγόριθμου διαχείρισης δρομολογίων. Οι ερευνητές έχουν υλοποιήσει μια πλατφόρμα σε Jason API με σκοπό την οπτική απεικόνιση των δεδομένων, καθώς και των διαδρομών μέσω Google Maps.



Η πλατφόρμα του (Galbiati, χ.χ.) για την διαχείριση last mile logistics μέσω υπόγειου σιδηροδρόμου

Ακόμη έχει εφαρμοστεί η σχετική εξομοίωση του συστήματος για την πόλη του Μιλάνου μοντελοποιώντας 10 σταθμούς υπόγειου σιδηρόδρομου, και 26 τυχαία σημεία παράδοσης στην ευρύτερη μητροπολιτική περιοχή της πόλης. Τα αποτελέσματα έδειξαν 30% έως 70% αποτελεσματικότερη μεταφορά και διανομή από τις κλασικές μεθοδολογίες. Τελικά συμπεραίνεται ότι ο υπόγειος σιδηρόδρομος είναι ιδανικός για ταχείες παραδόσεις (express deliveries) σε χρόνους κάτω της μίας ώρας.

Στην ίδια τροχιά κινείται και το έργο των (Zhang, Q., Yang, M., & Zhou, X., 601-606) το οποίο προτείνει έναν συνδυασμό υπόγειου σιδηρόδρομου και επίγειων μέσων με σκοπό τις εφαρμογές urban logistics. Για την ορθή χρήση του μέσου και την πρόβλεψη της ζήτησης οι μελετητές προτείνουν μια μέθοδο βασισμένη στην grey recreation analysis (GRA). Τα θετικά από την χρήση του υπόγειου σιδηρόδρομου είναι η γρήγορη απόκριση, η υψηλή συχνότητα των δρομολογίων, η μεγάλη κάλυψη, η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και η βελτίωση του αστικού περιβάλλοντος. Από αυτές τις θετικές συνέπειες του υπόγειου σιδηρόδρομου για urban logistics ευνοούνται οι εταιρείες σιδηροδρόμων, οι εταιρείες logistics, καθώς και οι κάτοικοι των πόλεων. Τα αρνητικά είναι ότι ο υπόγειος σιδηρόδρομος δεν μπορεί να κάνει διανομή από σημείο-σε-σημείο για last mile logistics χωρίς την συνεργασία με κάποιο επίγειο μέσο. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι δεν υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα χώρου, διότι το μέσο έχει ως κύριο στόχο την μεταφορά επιβατών, επομένως συμπεραίνεται ότι ο υπόγειος σιδηρόδρομος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βελτιωτικό μέσο των urban logistics, εφόσον υπάρχει ορθή χρήση του περιττού χώρου στα βαγόνια των συρμών.

### **6.3 Προγράμματα ανταμοιβών πράσινης συνέπειας καταναλωτή**

Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερη βιβλιογραφία στον ερευνητικό χώρο σχετικά με τις ανταμοιβές των πελατών πέρα από διάσπαρτη πληροφορία μέσα σε δημοσιεύσεις που έχουν άλλο τίτλο και σκοπό από αυτόν των μοντέλων ανταμοιβής. Οι περισσότεροι μελετητές επικεντρώνονται στις ανταμοιβές των διανομένων για το last mile logistics. Από την μελέτη της βιβλιογραφίας γνωρίζουμε ότι οι πελάτες γενικά δεν είναι διατεθειμένοι να αναλάβουν οποιοδήποτε επιπρόσθετο κόστος αφορά τις πράσινες δραστηριότητες των εταιρειών logistics (Ehrler, V. C., Schöder, D., & Seidel, S., 2021). Μια ιδέα είναι η αναδοχή του κόστους σε σχέση με

τον χρόνο (δηλ. αποπληρωμή υποδομών σε βάθος χρόνου με την χρήση χρηματοοικονομικών και νομισματικών εργαλείων "monetary economic tools" όπως η χαλάρωση των όρων τυπώματος χρήματος και έκδοση πράσινων ομολόγων) αλλά αυτό θα αναλυθεί σε άλλο κεφάλαιο. Προς το παρόν εδώ προτείνονται πιλοτικά προγράμματα ανταμοιβής των πελατών (π.χ. εκπτωτικά κουπόνια, προώθηση και αποδοχή σε κοινωνικά δίκτυα) με σκοπό την αλλαγή της κουλτούρας του κοινού σε σχέση με το επιπρόσθετο κόστος και το περιβάλλον. Οι εν λόγω προτάσεις δεν βασίζονται ιδιαίτερα στην βιβλιογραφία αλλά στις προσωπικές ιδέες του συγγραφέα χωρίς να αποκλείονται συγκεκριμένες αναφορές.

Η πρώτη πρόταση είναι η ανταμοιβή της χρήσης των υπηρεσιών green last mile logistics. Θεωρούμε ότι δύο είναι οι άξονες επιτυχίας ενός τέτοιου προγράμματος, η αξιοπιστία και έμπρακτη απόδειξη του παρόχου ότι χρησιμοποιεί υποδομές και μεθόδους φιλικές προς το περιβάλλον και ανταπόκριση του καταναλωτικού κοινού. Κατά κύριο λόγο οι εφοδιαστικές αλυσίδες των retailers συνδέονται άμεσα με το ηλεκτρονικό εμπόριο (π.χ. Amazon, Ali Express, Skrutz), κάτι που μας δίνει την δυνατότητα σύνδεσης των υπηρεσιών green last mile logistics και τις πολιτικές εκπτωτικών προσφορών. Η απλοϊκή επεξήγηση αυτής της σύνδεσης είναι ότι ο χρήστης που επιλέγει η παράδοση των προϊόντων του να γίνει με μεθόδους green last mile logistics έχει την δυνατότητα να λάβει εκπτώσεις ανάλογα με το προσωποποιημένο προφίλ αγορών που έχει στον ηλεκτρονικό χώρο του retailer. Η εταιρεία πρέπει να φέρει την έγγραφη αναγνώριση από κάποιον αξιόπιστο οργανισμό (π.χ. TUV), έτσι ώστε να είναι ξεκάθαρη και αξιόπιστη ως προς το καταναλωτικό κοινό. Τέτοιου είδους τεχνικές έχουν προταθεί από διάφορους φορείς αλλά από ότι φαίνεται από τις ιστοσελίδες των μεγάλων retailers δεν υπάρχει τέτοια δυνατότητα επιλογής. Εφόσον ελέγξαμε τα "πράσινα πιστοποιητικά" της ISO και TUV δεν βρέθηκε ένα πιστοποιητικό green last mile logistics με ξεκάθαρους όρους από έναν φορέα πιστοποίησης παρα μόνο τμήματα σε πιο γενικού ενδιαφέροντος πιστοποιητικά, αντιλαμβανόμαστε ότι αυτό δημιουργεί επιπλοκές ως προς τον έλεγχο από τον τελικό χρήστη και καταναλωτή με ένα κλικ, κάτι που καθιστά δύσκολη την αποδοχή και την αλλαγή κουλτούρας του καταναλωτικού κοινού. Η πλέον μεγάλη δυσκολία εφαρμογής ενός τέτοιου προγράμματος είναι ο σαφής διαχωρισμός του υπάρχοντος συστήματος last mile logistics και αυτού με την εφαρμογή πράσινων πολιτικών, κάτι που μειώνει την εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων σε συγκεκριμένες μεγάλες μητροπόλεις που θα υπάρξει αρκετή ζήτηση, έτσι ώστε να είναι δυνατόν να συνυπάρχει και ένα πιλοτικό σύστημα green last mile logistics με το κλασικό.

Μια άλλη ανταμοιβή που δεν έχει άμεσες οικονομικές απολαβές βασίζεται στην κλασική λαϊκή φράση του ελληνικού λαού “ το χρήμα πολλοί εμίσησαν, την δόξα ουδείς ” , κάτι που γίνεται σαφές στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Οι γνωστοί retailers έχουν πασίγνωστα brands στον χώρο των μέσων κοινωνικής δικτύωσης τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μηχανισμοί μόσχευσης της δημοτικότητας διαφόρων καταναλωτών, στα πλαίσια ενός προγράμματος ανταμοιβής. Αυτό θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο σε φορείς και οργανισμούς περιβάλλοντος (π.χ. greenpeace, WWF), σε τοπικές εταιρείες που ζητούν αποδοχή από το κοινό και σε οποιοδήποτε θα ήθελε να προσθέσει στην αναγνώριση ότι χρησιμοποιεί πιστοποιημένα πράσινες υπηρεσίες μεταφορών & δεμάτων μέσω μεγάλων εταιρειών παράδοσης. Τέλος προτείνεται ο χρήστης να μπορεί να επιστρέφει το πακέτο που παραλαμβάνει στον διανομέα άμεσα, έτσι ώστε να συμμετάσχει σε ένα πρόγραμμα ανταμοιβής που θα μπορούσε να λειτουργεί με ψηφιακές μονάδες.

Τα παραπάνω προγράμματα θα μπορούσαν να επηρεάσουν σημαντικά την αλλαγή κουλτούρας του κοινού ως προς τις υπηρεσίες green urban logistics και ιδιαίτερα last mile logistics.

#### **6.4 Ερμάρια παράδοσης (Parcel lockers)**

Τα ερμάρια παράδοσης (Parcel lockers) είναι θυρίδες παραλαβής δεμάτων όμοιες με αυτές των ταχυδρομικών υπηρεσιών αλλά με μεγαλύτερα μεγέθη. Τοποθετούνται σε δημόσιους χώρους μέσα στον αστικό ιστό και κοντά στις κατοικίες και στα μέρη εργασίας των παραληπτών. Τα ερμάρια παράδοσης ικανοποιούν και τα τρία μαξιλάρια (κοινωνία, περιβάλλον, οικονομικό κέρδος) διότι μειώνουν τον αριθμό των παραδόσεων, καθώς και τα δρομολόγια διανομών. Από περιβαλλοντικής άποψης, η τεχνική των ερμαρίων είναι συνυφασμένη με την τοποθεσία τους και έχει διφορούμενο χαρακτήρα. Αν ο χρήστης καλείται να διανύσει μια απόσταση με όχημα, η μέθοδος μπορεί να λειτουργήσει αρνητικά ως προς το περιβάλλον. Αν ο χρήστης βρίσκεται σε κοντινή απόσταση και χρησιμοποιεί τα πόδια ή ένα φιλικό προς το περιβάλλον μέσο (π.χ. ποδήλατο), τότε έχουμε μια θετική έκφανση στο περιβαλλοντικό αντίκτυπο από την εφαρμογή της μεθόδου. Σύμφωνα με την μελέτη των (Carotenuto, P., Gastaldi, M., Giordani, S., Rossi, R., Rabachin, A., & Salvatore, A., 2018) έχουμε μείωση 21% του CO<sub>2</sub> όταν οι παραδώσεις γίνονται σε ερμάρια και σημεία συλλογής, και όχι στις εστίες των παραληπτών. Κατα τον (Esser\_K., 2008) ο

κύριος όγκος παραδόσεων από την DHL γίνεται σε ώρες αιχμής, ενώ η παραλαβή των αγαθών από τα ερμάρια παράδοσης λαμβάνει χώρα κατά τις απογευματινές ώρες. Συγκρίνοντας τα δύο χρονοδιαγράμματα γίνεται ξεκάθαρο ότι τα αυτοματοποιημένα ερμάρια παράδοσης είναι μια ιδανική λύση για την μείωση των διαδρομών διανομής σε κατοικημένες περιοχές (Esser\_K., 2008).

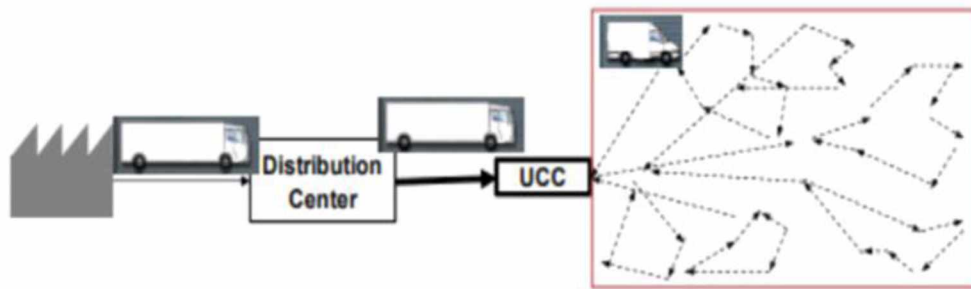


Γράφημα 16 : Κινητικότητα παραδόσεων και παραλαβές από ερμάρια παραλαβής, Πηγή : (Esser\_K., 2008)

### 6.5 Urban Consolidation Centres

Ένα σύστημα κέντρου διανομών UCCs είναι ικανό να έχει μια παγιωμένη στρατηγική κοντά στις αστικές περιοχές, όπου διαφορετικοί πάροχοι υπηρεσιών last mile logistics (Logistics Service Providers – LSPs) παραδίδουν τα αγαθά από τα κέντρα διανομής τους, και έπειτα μέσω του συστήματος παραδόσεων του κάθε παρόχου, εκτελούνται οι τελικές παραδόσεις μέσα στις ζώνες της αστιφυλικής περιοχής. Ο μεγαλύτερος σκόπελος εφαρμογής των UCCs είναι κατά πόσο οι διαφορετικοί συμμετέχοντες (εταιρίες διανομής, πελάτες, τοπικές αρχές) έχουν την θέληση να αναλάβουν το κόστος επένδυσης έτσι ώστε να έχουν τα μακροχρόνια οφέλη ενός UCC (Allen, J., Browne, M., Woodburn, A., & Leonardi, J., 2012).





Σχήμα 2 – Η δομή ενός UCC συστήματος, Πηγή : (Straightsol, 2013)

### **6.6 Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας από τους παρόχους υπηρεσιών last mile logistics**

Είναι γνωστό ότι για την επιτυχία ενός συστήματος green last mile logistics πρέπει να υπάρχουν βιώσιμα warehouses. Ένα βιώσιμο warehouse χαρακτηρίζεται από την κατανάλωση πράσινης ενέργειας (Baker, P., & Marchant, C., 2015) και μάλιστα η παραγωγή της θα έπρεπε να γίνεται από την ίδια την εταιρία παροχής υπηρεσιών logistics. Διάφορες εταιρίες όπως η Amazon έχουν προχωρήσει στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε διάφορα warehouses (Prologis, 2018). Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα είναι η παραγωγή “πράσινης ενέργειας” από τους παρόχους υπηρεσιών για τα φιλικά προς το περιβάλλον οχήματα (π.χ. e-cargo bikes) που εκτελούν τις διανομές του τελευταίου μιλίου. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε ένα ολοκληρωμένο στρατηγικό σχέδιο ενέργειας από τον πάροχο που εγγυάται την χρήση μεθοδεύσεων μη επιβαρυντικών ως προς το περιβάλλον και την ατμόσφαιρα.

### **6.7 Drones**

Η χρήση των drones για παραδώσεις του τελευταίου μιλίου είναι μια αρκετά καινούργια ιδέα που κερδίζει όλο και περισσότερη δημοτικότητα. Το πρόβλημα με τα drones είναι το υψηλό ρίσκο λόγω ότι είναι ευάλωτα σε καιρικές συνθήκες και διάφορα τεχνητά και φυσικά εμπόδια (π.χ. ηλεκτροφόρα καλώδια και δέντρα). Δεδομένου του υψηλού ρίσκου και του κόστους ασφάλισης των οχημάτων και του φορτίου, τα drones βρίσκονται σε πιλοτικό και δοκιμαστικό στάδιο για μελλοντικές εφαρμογές στον χώρο των παραδόσεων (Beard, 2016). Τα υπάρχοντα μοντέλα των

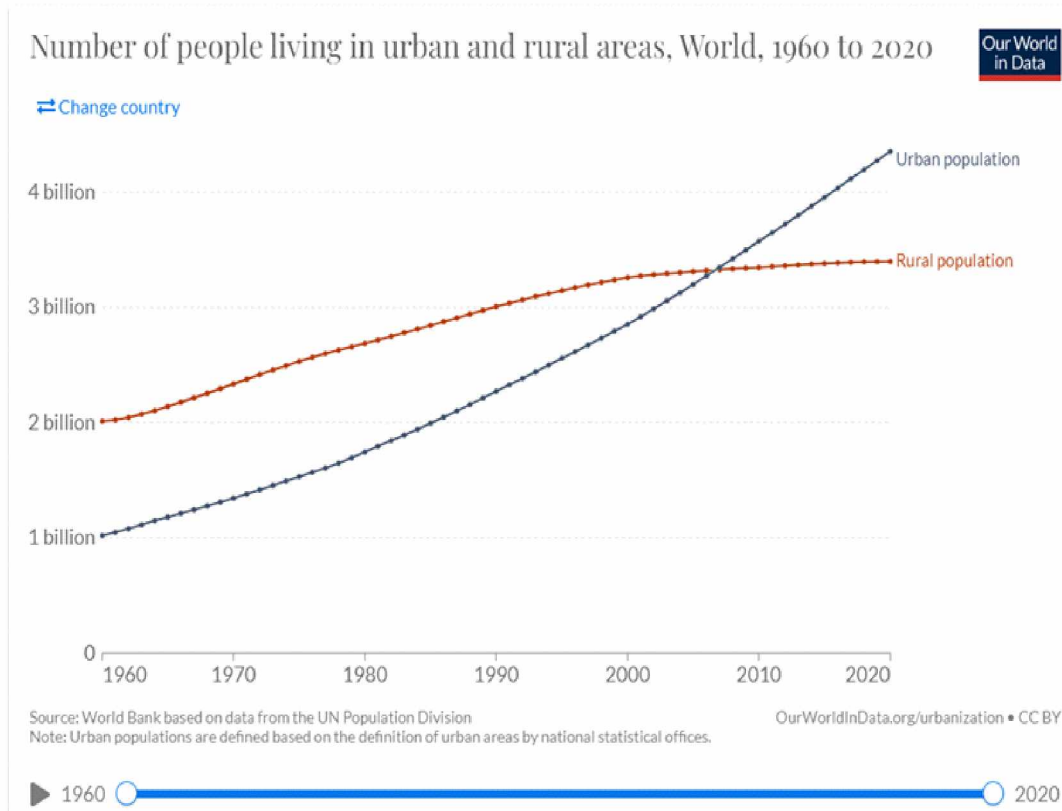
drones που βρίσκονται υπο δοκιμή έχουν την δυνατότητα μεταφοράς φορτίων από 2kg έως 5kg, σε απόσταση 15km έως 40km (Amazon\_prime\_air, 2022). Θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι ιδανικά οχήματα για παραδώσεις χαμηλού κόστους σε απομακρυσμένα και απομονωμένα σημεία, όπως απομονωμένες εξοχικές κατοικίες και ξενοδοχεία.

### **6.8 Ο ρόλος των καταναλωτών**

Ο ρόλος των καταναλωτών είναι ιδιαίτερα σημαντικός από διάφορες οπτικές γωνίες για την θέσπιση, βελτίωση και ομαλή λειτουργία ενός βιώσιμου συστήματος last mile logistics. Αρχικά ο καταναλωτής αναφέρεται ως πάροχος πληροφορίας (van Duin, J. R., Wiegmans, B. W., van Arem, B., & van Amstel, Y., 2020), εφόσον μπορεί να δώσει την επιθυμητή ώρα παράδοσης έτσι ώστε να αποκλειστεί να ενδεχόμενο της απουσίας του κατά την τελική παράδοση. Έπειτα έχουμε των καταναλωτή ως "εργαζόμενο" στην περίπτωση που καταβάλει μια μικρή προσπάθεια να παραλάβει ο ίδιος το αγαθό από ένα σημείο διαλογής, συμμετέχοντας στην διαδικασία του last mile delivery (Punakivi, M., & Saranen, J., 2001). Τέλος έχουμε τον καταναλωτή ως ελεγκτή ποιοτικού ελέγχου (Sampson, S. E., & Spring, M., 2012), διότι μπορεί να ελέγξει την ποιότητα του πακέτου, του περιεχομένου αυτού, καθώς και την ποιότητα της υπηρεσίας παράδοσης. Όπως γίνεται αντιληπτό η ενεργή συμμετοχή του καταναλωτή είναι μια βασική παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψιν σε οποιαδήποτε τεχνική (best practice) που στοχεύει σε ένα μοντέλο green last mile logistics, είτε αυτή αφορά την μέθοδο παράδοσης ή την εισροή ανάδρομης πληροφορίας.

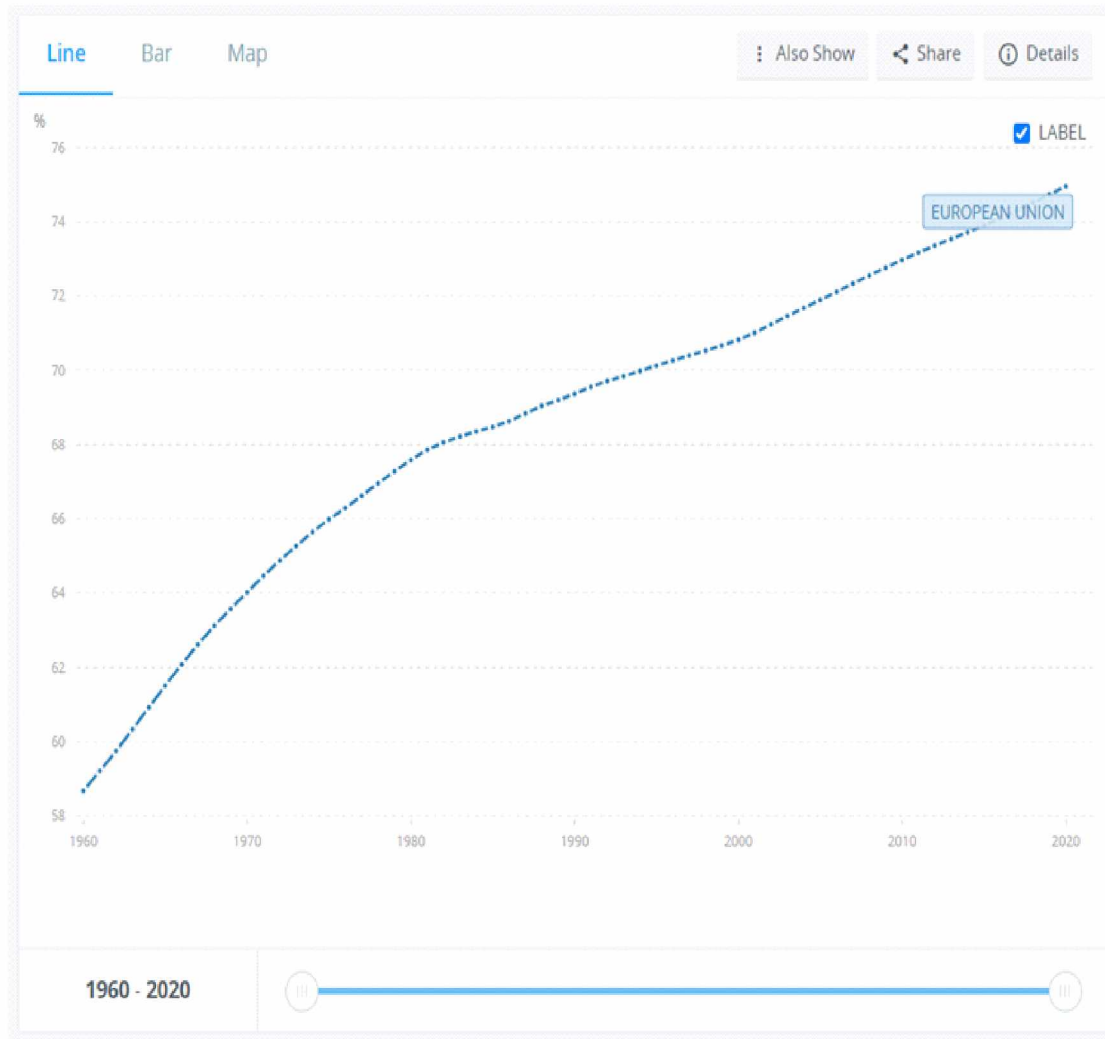
## **7 Μερικές Ευρωπαϊκές χώρες και οι δράσεις τους στα green last mile logistics**

Η Αύξηση του πληθυσμού των πόλεων είναι καθολική τα τελευταία 60 χρόνια. Από το 1 δις του παγκόσμιου πληθυσμού που ζούσε στο αστικό περιβάλλον το 1960 ξεπέρασε τα 4 δις το 2020.

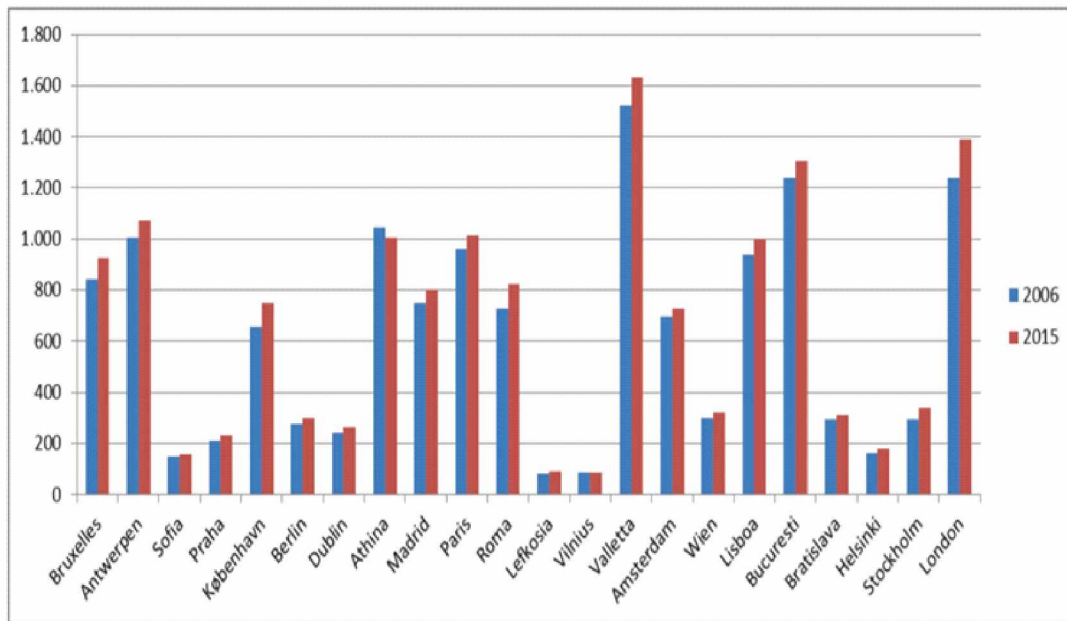


Γράφημα 17 : Η αστυφιλία από το 1960 μέχρι το 2020. Πηγή : (Our\_world\_in\_data, 2020)

Ο ευρωπαϊκός χώρος κινείται σε αντίστοιχα επίπεδα με τα παγκόσμια δεδομένα όπως φαίνεται και στο γράφημα 16. Στο παρακάτω γράφημα είναι εμφανής η αύξηση του πληθυσμού των Ευρωπαϊκών πρωτευουσών από το 2005 έως το 2015 (Ehrler, V. C., Schöder, D., & Seidel, S. , 2021).



Γράφημα 18 : Ο αστικός πληθυσμός ως ποσοστό του συνολικού στον Ευρωπαϊκό χώρο. Πηγή :  
(world\_bank, 2020)



Γράφημα 19 : Η αύξηση του πληθυσμού στις Ευρωπαϊκές πρωτεύουσες από το 2006 έως το 2015.

Πηγή : (Ehrler, V. C., Schöder, D., & Seidel, S., 2021)

Αυτό υποδηλώνει τις αυξημένες απαιτήσεις για green last mile logistics με συνέπειες στο αστικό περιβάλλον (π.χ. ατμοσφαιρική ρύπανση), στην ποιότητα ζωής των κατοίκων και στην αύξηση των επιπέδων των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου. Όπως έχει προαναφερθεί ένα μεγάλο μέρος αυτού του περιβαλλοντικού και οικονομικού προβλήματος είναι τα logistics, και ιδιαίτερα τα last mile logistics που είναι και το πιο κοστοβόρο και ενεργοβόρο μέρος μίας εφοδιαστικής αλυσίδας. Έχοντας κατανοήσει το πρόβλημα, τόσο η Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και διάφορες πολιτικές αρχές κρατών αλλά κυρίως των πόλεων τους, προχωρούν στην εφαρμογή προγραμμάτων με σκοπό την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις δραστηριότητες urban logistics στα οποία εμπεριέχονται και τα last mile logistics.

## 7.1 Δανία

Η Δανία είναι μία από τις χώρες που ασκεί ουσιαστική πολιτική στο θέμα της κλιματικής αλλαγής και εφαρμόζει ιδιαίτερα μέτρα για την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> όπως το δίκτυο ποδηλατοδρόμων της Κοπεγχάγης, η οποία είναι η πρώτη πόλη παγκοσμίως στην χρήση ποδηλάτων. Βάσει της στρατηγικής που αναφέρεται στην μελέτη (CPH\_2025\_Climate\_Plan, 2017) η πόλη της Κοπεγχάγης στοχεύει να γίνει μια πρωτεύουσα μηδενικών εκπομπών CO<sub>2</sub> μέχρι το

2025. Μια από τις δράσεις είναι η ανάπτυξη ενός αστικού δικτύου φορτίων (Freight Network) το οποίο θα λειτουργεί ως ένα Forum για διάλογο μεταξύ των μετόχων διαφορετικών εταιρειών με στόχο μια συναινετική πολιτική ως της το θέμα των urban logistics και του περιβάλλοντος. Σκοπός της της συναινετικής πολιτικής είναι η βελτιστοποίηση των ροών (δηλ. δρομολογίων) στην πόλη της Κοπεγχάγης, έτσι ώστε να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση. Η γνώση και η εμπειρία από την συμμετοχή των μετόχων στο δίκτυο φορτίων (freight network) θα χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη συνεργασιών του ιδιωτικού και δημόσιου τομέα με σκοπό την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ενεργειακή κατανάλωση των μεταφορών. Το δίκτυο φορτίων (Freight Network) της Κοπεγχάγης έχει την πολιτική αναγνώριση των αρχών λόγω της έγκρισης και της χρηματοδότησής του από την Ευρωπαϊκή Ένωση (S.Dondi, Teoh T. Anagnostopoulou A., Stamos I., Zunder T., Parodos L., 2020). Η άποψη για τις μεταφορές φορτίων, ιδιαίτερα για last mile logistics, που εκφράζει η ανεξάρτητη επιστημονική αρχή (CONCITO, 2021) για την διαχείριση του περιβάλλοντος είναι αρκετά πιο σκληροπυρηνική από αυτή που ακολουθείται από την πολιτική αρχή της χώρας. Η CONCICO αρχικά διαφωνεί ότι η ηλεκτροκίνηση των urban logistics μπορεί να συνεισφέρει στην μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Κατά την CONCICO τα green city logistics είναι μία στρατηγική προσέγγιση για την καλύτερη χρήση όσο το δυνατόν πιο περιορισμένων πόρων σε οχήματα και οδικό δίκτυο. Η κύρια πρόταση είναι η χρονική εισαγωγή των κλιματικών ζωνών της πόλης με πρόσβαση στο κέντρο μόνο σε οχήματα με μηδενικούς ρύπους, διότι κατά την CONCICO είναι η μόνη πολιτική που μπορεί να εγγυηθεί μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

## **7.2 Ιταλία**

Η πόλη της Ρώμης έχει επιλεγεί για τα προγράμματα που τρέχουν στον χώρο των μεταφορών σε αστικό περιβάλλον, τα οποία περιλαμβάνουν και τις υπηρεσίες τελικής παράδοσης. Η Ρώμη έχει ήδη εφαρμόσει περιβαλλοντικές πολιτικές μέσω διαφόρων προγραμμάτων. Το 2003 εφαρμόστηκε το πρόγραμμα Town Planning Scheme – PRG που είχε ως αντικείμενο τον σχεδιασμό υπηρεσιών μεταφοράς και ανάπτυξης αστικού περιβάλλοντος σε βάθος χρόνου. Το PRG αναβαθμίστηκε από το πρόγραμμα Sustainable Mobility Strategic Plan- PSMS που πέρα των μεταφορών φορτίων περιλάμβανε και συνδέσεις δημοσίων μεταφορών (π.χ. Τράμ) καθώς και την επέκταση του υπόγειου σιδηρόδρομου με την χρήση ελαφρύτερων τεχνολογιών. Το 2015 η δημοχρεία της πόλης ενέκρινε ένα νέο σχέδιο (Mobility Master Plan) που έχει ως στόχο την αποτελεσματική διαχείριση των οχημάτων με φορτία προς παράδοση, έτσι ώστε να υπάρχει μια βιώσιμη πόλη ως προς τις μεταφορές. Τέλος έχουμε το πιλοτικό πρόγραμμα Decision Support

System – DSS για τον σχεδιασμό και την παρακολούθηση της διανομής και παράδοσης φορτίων στον αστικό ιστό, με την χρήση δεδομένων που επιτρέπουν την λήψη στρατηγικών αποφάσεων. Το πρόγραμμα διαθέτει μοντέλο διαλειτουργικών δεδομένων (interoperable data model) και ανταλλαγή δεδομένων με τα οχήματα διανομής, έτσι ώστε να έχουμε μια συνδυαστική λύση με τα εμπορικά δεδομένα (π.χ. παραγγελίες) για την παροχή υπηρεσιών παράδοσης κατά ζήτηση. Ακόμη γίνεται χρήση τεχνολογιών με σκοπό την αξιολόγηση και παρακολούθηση των φορτίων και τις διαδικασίες φόρτωσης και εκφόρτωσης. Περεταίρω το πρόγραμμα υποστηρίζει μια εφαρμογή κινητής τηλεφωνίας για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των διανομέων και των εμπόρων.

### **7.3 Ολλανδία**

Είναι γνωστό ότι η Ολλανδία έχει μεγάλη παράδοση στην περιβαλλοντική συνείδηση με την εκτεταμένη χρήση ποδηλάτων, την χρήση ανεμογεννητριών για την κίνηση των σιδηροδρομικών οχημάτων, την φιλική προς το περιβάλλον αποτέφρωση των στερεών αποβλήτων για την παραγωγή ενέργειας, το εκτεταμένο δίκτυο ανακύκλωσης και πάρα πολλά άλλα έργα και δράσεις σχετικά με το περιβάλλον. Στην πόλη του Άμστερνταμ υπάρχουν διάφορα έργα σχετικά με την βελτίωση των urban logistics και του last mile logistics. Ένα από αυτά τα προγράμματα είναι το πιλοτικό πρόγραμμα παράδοσης δεμάτων μέσω θυρίδων από την μεγαλύτερη εταιρεία παράδοσης δεμάτων στην Ολλανδία, την PostNL. Όπως είναι γνωστό το κόστος και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της παράδοσης πόρτα-πόρτα είναι ιδιαίτερα υψηλό. Η μέθοδος των θυρίδων είναι αποτελεσματική ως προς το κόστος χωρίς να μειώνεται ιδιαίτερα η ποιότητα της υπηρεσίας. Τα βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου είναι i) η οπτική γωνία του πελάτη για την μέθοδο θυρίδων παράδοσης ii) οι τοποθεσίες των θυρίδων iii) το κόστος των θυρίδων iv) τα οικονομικά του περιβάλλοντος. Το πιλοτικό πρόγραμμα Post NL εφαρμόστηκε στην συνοικία “De Pijp”, η οποία έχει έκταση 149 εκτάρια και κατοικείται από 35525 κατοίκους. Πάνω από το 60% των κατοίκων είναι εργένηδες, το 79% είναι ηλικίες από 15 έως 65 ετών, και το 44% είναι μεταξύ των 20 και 39 ετών. Αυτό υποδεικνύει τις προοπτικές του ηλεκτρονικού εμπορίου στην περιοχή. Ακόμη η περιοχή έχει ιδιαίτερο πρόβλημα με την στάθμευση. Βασιζόμενοι στα παραπάνω η “De Pijp” είναι ιδανική τοποθεσία για ένα τέτοιου είδους πιλοτικό πρόγραμμα. Τα ερμάρια έχουν τοποθετηθεί σε 47 σημεία της De Pijp, έτσι ώστε η απόσταση από τον μέσο κάτοικο να μην είναι μεγαλύτερη των 5 λεπτών με τα πόδια. Πέρα από την τοποθεσία ένας σημαντικός παράγοντας είναι οι διαστάσεις των ερμαρίων. Εφόσον δεν υπάρχουν πρότυπα σχεδιασμού η

διαστασιολόγηση βασίζεται σε διάφορα πρότερα έργα τα οποία χρησιμοποιούνται ως οδηγός. Ο παρακάτω πίνακας απεικονίζει τις τρεις διαστάσεις που έχουν επιλεγεί από την PostNL για το πρόγραμμα.

	Μεσαίο	Μεγάλο	Πολύ Μεγάλο
Πλάτος	410	410	410
Μήκος	525	525	525
Υψος	242	502	758

Οι θυρίδες έχουν την τεχνολογία αποτροπής βανδαλισμού και κλοπής. Μια κάμερα έχει τοποθετηθεί για λόγους ασφαλείας, καθώς και μία οθόνη αφής για την υπογραφή παράδοσης. Η εταιρεία χρησιμοποιεί τρεις διανομείς οι οποίοι εκτελούν 47 στάσεις έναντι των 430 που ήταν μία τυπική διαδρομή με την μέθοδο πόρτα-πόρτα. Το ημερήσιο κόστος της PostNL μειώθηκε κατά 500 ευρώ, εφόσον από 3210 ευρώ κατήλθε στα 2704 ευρώ. Σε ετήσια βάση η PostNL έχει μείωση κόστους 121,356 ευρώ (van Duin, J. R., Wiegman, B. W., van Arem, B., & van Amstel, Y., 2020).



*Τα ερμάρια της Ολλανδικής εταιρείας PostNL.*



Το πρόγραμμα Civitas City lab, που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση, δοκίμασε στο κέντρο της πόλης του Άμστερνταμ και πρόκειται για ένα σύστημα από microhubs σε συνδυασμό με ποδήλατα μεταφορών, το οποίο όμως επέφερε την μείωση των στάσεων από τα οχήματα παράδοσης και άλλες αρνητικές επιπτώσεις. Με την δημιουργία 7 microhubs σε προσεκτικά επιλεγμένους σταθμούς της PostNL, που ήδη υφίστανται, και εξυπηρετούνται από 50-60 ποδήλατα φορτίων, επήλθε μείωση περίπου 2000 στάσεων από οχήματα παράδοσης. Ωστόσο ένα τέτοιου είδους πρόγραμμα που εφαρμόζεται για πρώτη φορά σε τόσο μεγάλη κλίμακα κατάφερε να θεωρηθεί επιτυχές και ενθάρρυνε την PostNL να επεκτείνει το πρόγραμμα σε ολόκληρο το Άμστερνταμ και σε άλλες Ολλανδικές πόλεις (Ballare, S., & Lin, J., 2020). Μία άλλη εφαρμογή του προγράμματος CIVITAS είναι η χρήση οχημάτων χαμηλού φορτίου στην πόλη του Ρότερνταμ από το 1998 (Iwan, S., Nürnberg, M., Jedliński, M., & Kijewska, K., 2021).

Ένα άλλο πιλοτικό πρόγραμμα είναι αυτό της παράδοσης φαρμάκων με την χρήση drones. Η πιλοτική εφαρμογή του είναι μια συνεργασία του πανεπιστημίου Delft και της BENU φαρμακοποιών του Ρότερνταμ. Δυο σενάρια εφαρμόζονται και συγκρίνονται : Το πρώτο είναι μια κλασική διαδρομή last mile logistics και το δεύτερο είναι η χρήση drones. Τα αποτελέσματα από την χρήση drones ως προς τον χρόνο και το κόστος είναι θεαματικά (Zubin, I., van Arem, B., Wiegmans, B., & van Duin, R., 2020).

## **7.4 Βέλγιο**

Από το Βέλγιο επιλέχθηκε η πόλη του Μεσελέν η οποία εφαρμόζει την ίδια τεχνική με το πρόγραμμα της PostNL στο Άμστερνταμ. Η διαφορά είναι ότι εδώ εφαρμόζονται δύο τεχνικές : η τεχνική των ερμαριών παράδοσης και αυτή του αστικού κέντρου διανομής. Δύο ερμάρια θα τοποθετηθούν σε κεντρικά σημεία της πόλης. Παράλληλα εφαρμόζεται και η τεχνική του αστικού κέντρου διανομής που είναι μια κεντρική αποθήκη έξω από την πόλη του Μεσελέν. Από εκεί η διανομή των αγαθών γίνεται μέσω ποδηλάτων για την μείωση των εκπομπών CO2. Εφόσον τα πιλοτικά προγράμματα ολοκληρώθηκαν, οι αρχές του Μεσελέν σκοπεύουν να αναπτύξουν ένα πλήρες δίκτυο με ερμάρια παράδοσης, να κυκλοφορήσουν μια εφαρμογή λογισμικού (app) για την ρύθμιση ζωνών φόρτωσης και εκφόρτωσης, και να εδραιώσουν και βελτιώσουν το υπάρχον κέντρο διανομής (Teoh T, Anagnostopoulou A., Stamos I., Zunder T., Parodos L., 2020).

## 7.5 Γερμανία

Η έννοια του last mile για την Γερμανική κυβέρνηση εμπεριέχεται στην στρατηγική της κινητικότητας και των καυσίμων (Mobility and Fuel Strategy – MFS). Το σχέδιο υποστηρίζει μια στρατηγική που βασίζεται σε μικρότερες διαδρομές και στην χρήση των ποδηλάτων και ελαφριών οχημάτων για τελικές παραδόσεις τελευταίου μιλίου (bundesministerium\_für\_verkehr\_bau\_und\_stadtentwicklung, n.d.). Εδώ και πολλά χρόνια έχουν ξεκινήσει διάφορα προγράμματα για urban logistics στην Γερμανία, και ένα από τα πλέον γνωστά με ιδιαίτερες αναφορές στην βιβλιογραφία είναι το smart Track Berlin. Ξεκίνησε πιλοτικά το 2009 και έχει ως σκοπό την χρήση συγχρόνων τεχνολογιών του διαδικτύου των πραγμάτων (π.χ. GPS, RFID) με στόχο τον δυναμικό σχεδιασμό των δρομολογίων των παραδόσεων σε last mile logistics. Γίνεται χρήση δεδομένων που προέρχονται από εγκατεστημένα GPS σε 500 ταξί για την αποτύπωση της κίνησης και συμφόρησης του οδικού δικτύου σε πραγματικό χρόνο. Έτσι επιτυγχάνεται γρηγορότερη παράδοση με χαμηλότερο κόστος και κατανάλωση καυσίμων. Τέλος ο κάθε παραλήπτης λαμβάνει sms για την παράδοση του πακέτου του (Gevaers, R., Van de Voorde, E., & Vanelslander, T., 2011).

## 7.6 Σουηδία

Η Σουηδία είναι από τις πλέον πρωτοπόρες χώρες στον χώρο των green logistics. Ιδιαίτερα η πρωτεύουσα της, η Στοκχόλμη είναι από τις ελάχιστες πόλεις στον κόσμο που έχει επίσημο ολοκληρωμένο στρατηγικό σχέδιο ως πολιτική αρχή για green urban logistics. Η στρατηγική αναγνωρίζει την ανάγκη και αναπτύσσει τερματικούς σταθμούς φορτηγών για την αποσυμφόρηση του αστικού οδικού δικτύου και έχει δημιουργήσει ζώνες φόρτωσης και εκφόρτωσης για last mile logistics. Τα ηλεκτρικά φορτηγά διανομών έχουν κάνει την εμφάνισή τους και η Σουηδία είναι από τις πρωτοπόρες χώρες στην ανάπτυξη και δοκιμή ηλεκτρικών αυτοκινητοδρόμων. Οι αρχές προωθούν τα ελαφριά ηλεκτρικά οχήματα για μεταφορές last-mile. Μια άλλη υποδομή που αναπτύσσεται είναι οι μικρής κλίμακας τερματικοί σταθμοί μεταφορών (crossdocking microterminals) με σκοπό την μεταφόρτωση φορτίων σε μικρότερα ηλεκτρικά

οχήματα και ποδήλατα για παραδόσεις τελευταίου μιλίου. Σκοπός των αρχών είναι ο συνδυασμός των ελαφριών ηλεκτρικών οχημάτων με αυτά που είναι βαρύτερα και εκτελούν μεταφορές κατά την νύχτα από τα logistics hubs σε κατάλληλα διαμορφωμένες τοποθεσίες (Stockholms\_stad, 2022).

## **7.7 Ισπανία**

Το πιλοτικό πρόγραμμα της Βαρκελώνης πραγματεύεται την διανομή του τελευταίου μιλίου με την χρήση τρίκυκλων οχημάτων μέσω δύο micro-platoforms οι οποίες βρίσκονται σε δύο κεντρικά σημεία της πόλης της Βαρκελώνης. Τα δρομολόγια σχεδιάζονται βάσει μιας εφαρμογής λογισμικού που ονομάζεται ADUM και έχει ως σκοπό την αποφυγή της ανεξέλεγκτης χρήσης των χώρων στάθμευσης, διότι η χρήση της εφαρμογής λογισμικού είναι νομικά υποχρεωτική για την χρησιμοποίηση των micro-platoforms από έναν διανομέα. Οι micro-platoforms βρίσκονται σε δημόσιους χώρους και η σύμβασή τους πρέπει να ανανεώνεται κάθε χρόνο, κάτι που θέτει σε ρίσκο την ανανέωση της σύμβασης, άρα και τα οφέλη του προγράμματος.

## **7.8 Ηνωμένο Βασίλειο**

Στο εγχειρίδιο της Βρετανικής κυβέρνησης για την εξάλειψη των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις μεταφορές (Department\_for\_Transport\_UK, 2021) γίνεται ξεκάθαρη αναφορά και στον χώρο των last mile logistics. Η στρατηγική της Βρετανικής κυβέρνησης δίνει έμφαση στον καλύτερο σχεδιασμό των διαδρομών μέσω ψηφιακών τεχνολογιών και την χρήση δεδομένων. Αναφέρεται ξεκάθαρα η σταδιακή εγκατάλειψη των οχημάτων ορυκτών καυσίμων και η χρήση ποδηλάτων και ηλεκτρικών οχημάτων στα αστικά κέντρα για υπηρεσίες last mile logistics. Ακόμη υπογραμμίζεται η βούληση των Βρετανικών αρχών να προχωρήσουν στην δημιουργία microhubs για last mile logistics με σκοπό την μείωση των δρομολογιών και των χιλιομετρικών αποστάσεων.

Η δημαρχία του Λονδίνου έχει προχωρήσει στον σχεδιασμό μιας μακροχρόνιας στρατηγικής των μεταφορών με 25ετή ορίζοντα (London's 25 year Transport Strategy). Βάσει της στρατηγικής στόχος είναι η δημιουργία τριών hub last mile logistics μέχρι το 2022 και άλλων δύο μέχρι το 2025 για την μείωση των αποστάσεων στα δρομολόγια τελικής παράδοσης. Ως τοποθεσίες των hubs

προτείνονται κυρίως χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων (city\_of\_London, 2021). Σε αντίστοιχη στρατηγική με ορίζοντα το 2040 έχει προχωρήσει και η πόλη του Μάντσεστερ, η οποία δεν διαφοροποιείται σχεδόν καθόλου από τις υπόλοιπες πόλεις που έχουν αναφερθεί. Πιο συγκεκριμένα συμπεριλαμβάνεται η δημιουργία hubs, η χρήση ηλεκτρικών ποδηλάτων και scooters για την τελική παράδοση και η χρήση ηλεκτρονικής πλατφόρμας για τον καλύτερο σχεδιασμό των δρομολογίων (City\_of\_Manchester, 2021).

## **7.9 Ελλάδα**

Στην Ελλάδα εφαρμόστηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα που αποτελείται από δύο κύρια μέρη : 1) την μεταφορά φορτίων με την χρήση σιδηροδρόμου για μακρινές αποστάσεις και την χρήση φορτηγών για την συλλογή και την παράδοση του τελευταίου μιλίου 2) την εδραίωση των συγκεντρωτικών αποστολών μικρών φορτίων από τους ενδιαφερόμενους για διανομές τελευταίου μιλίου. Στην μεταφορά φορτίων με την χρήση σιδηροδρόμου το σχέδιο είναι η συλλογή φορτίου από διάφορα μέρη της Θεσσαλονίκης και συγκεντρωτική αποστολή τους στην Αθήνα. Το δεύτερο σκέλος έχει ως κύριο στόχο να εξετάσει το πως η συγκεντρωτική αποστολή επηρεάζει την διανομή του τελευταίου μιλίου. Τα αποτελέσματα αυτής της μέτρησης ήταν η αύξηση του φορτίου των φορτηγών, καθώς και η μείωση των οχημάτων διανομής που εισέρχονται στο κέντρο της πόλης, με αποτέλεσμα την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

# **8 Πολιτικές και νομοθετικές μεταρρυθμίσεις σχετικές με τις πράσινες μεταφορές στον Ευρωπαϊκό χώρο**

Ο κύριος άξονας για τον ευρωπαϊκό χώρο όσον αφορά στην νομοθεσία και στο πολιτικό πλαίσιο είναι η Ευρωπαϊκή Ένωση και το Ευρωκοινοβούλιο. Οι κύριοι άξονες που επικεντρώνονται οι Ευρωπαϊκές αρχές είναι η ασφάλεια, η περιβαλλοντική επιβάρυνση, η κυκλοφοριακή συμφόρηση, καθώς και τα οικονομικά θέματα για last mile logistics. Πιο συγκεκριμένα η Ευρωπαϊκή περιβαλλοντική νομοθεσία προτείνει για last mile logistics την θέσπιση νομικών

πλαisiών για την χωροταξική χρήση, τους περιορισμούς στάθμευσης, την ενεργειακή απόδοση και τις εκπομπές αερίων. Στο οικονομικό τομέα προτείνονται πολιτικές φορολόγησης και χρεώσεων σε σχέση με την στάθμευση, τα καύσιμα, και την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Το νομοθετικό πλαίσιο θα πρέπει να εναρμονίζεται με τα κοινωνικά θέματα και την κουλτούρα της εκάστοτε περιοχής (EEA, 2020). Οι τακτικές που προτείνονται για την μείωση του κόστους από την Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Υπηρεσία είναι σχεδόν ίδιες με αυτές που αναφέρονται στις στρατηγικές last mile logistics των δημοτικών αρχών που περιεγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Αυτές είναι :

- Η δημιουργία microhubs.

Ως microhubs η Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Υπηρεσία ορίζει τα ερμάρια παραλαβής, τα κέντρα παράδοσης σε μικρή απόσταση και μέρη, όπου τα αγαθά μεταφέρονται σε πιο ευέλικτα οχήματα (π.χ. ηλεκτρικά ποδήλατα). Εδώ η άποψη της Περιβαλλοντικής Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας υποστηρίζει ότι τα micro-hubs συνήθως μειώνουν τον θετικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο αλλά αυξάνουν την οικονομική βιωσιμότητα, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα του προγράμματος των ερμαριών παραλαβής που εφαρμόζεται στο Άμστερνταμ.

- Η δημιουργία της εξειδικευμένης niche αγοράς.

Η μεγάλη συγκέντρωση των σημείων διανομής σε συνδυασμό με πολλές μικρές παραδόσεις από διαφορετικούς μεταφορείς αντιπροσωπεύει μια εξεζητημένη αγορά. Αυτό μπορεί να αντικατασταθεί από ένα μεγαλύτερο και εδραιωμένο κέντρο παραδόσεων που μπορεί να είναι κερδοφόρο.

- Η αλλαγή του νομικού πλαισίου με σκοπό την εισαγωγή του εξωτερικού κόστους (external cost) των μεταφορών.

Κατά κύριο λόγο εξωτερικό ή παθητικό κόστος ορίζουμε στα logistics το κόστος που συσχετίζεται με τις οικονομικές επιπτώσεις ενός μεταφορικού μέσου (π.χ. συντήρηση δρόμων από την κυκλοφοριακή συμφόρηση) το οποίο ο χρήστης επέλεξε ως υπηρεσία αλλά δεν πλήρωσε για τις επιπτώσεις αυτού. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση το ύψος του εξωτερικού κόστους έφτασε τα 841 δις ευρώ (5.6 % του ευρωπαϊκού ΑΕΠ) το 2016, εξαιρώντας τα ποδήλατα, τις αερομεταφορές και τις θαλάσσιες μεταφορές. Η κύρια αιτία εξωτερικού κόστους είναι οι οδικές μεταφορές. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ενσωμάτωση του κόστους είναι δύσκολο να επιτευχθεί, γ' αυτό η ΕΕΑ προτείνει χρεώσεις κυκλοφοριακής συμφόρησης, χρεώσεις χρήσης δρόμων, χρονικούς

περιορισμούς και κανόνες στην είσοδο και έξοδο των οδικών δικτύων (EEA, 2020).

## 9 Η πιστοποίηση πράσινης μεταφοράς προϊόντων και εφοδιαστικής αλυσίδας

Η πιστοποίηση πράσινης μεταφοράς προϊόντων είναι αναγκαία, επειδή μια εφοδιαστική αλυσίδα είναι ένα πολύπλοκο οικοσύστημα το οποίο δεν μπορεί να ελεγχθεί εύκολα για την φιλικότητα των μεθοδεύσεων του προς το περιβάλλον από τον μέσο καταναλωτή, διάφορους οργανισμούς ή ακόμη και κυβερνήσεις. Αυτό συμβαίνει, διότι απαιτείται ιδιαίτερη τεχνογνωσία από τον ελεγκτικό φορέα ως προς τις τεχνολογίες logistics, την περιβαλλοντική διαχείριση και τα πρότυπα μεταφορών. Διάφοροι οργανισμοί τυποποίησης και πιστοποίησης ποιότητας (π.χ. ISO, TUV) έχουν δημιουργήσει πακέτα υπηρεσιών πιστοποίησης πράσινων logistics και εφοδιαστικών αλυσίδων.

Το πλέον κλασικό ISO 14000 σχετικά με την περιβαλλοντική διαχείριση είναι το πιο αποδεκτό πιστοποιητικό παγκοσμίως και στον χώρο των logistics. Η οικογένεια ISO 14000 προσανατολίζεται στην περιβαλλοντική διαχείριση (environmental management) των επιχειρήσεων και οργανισμών με σκοπό : i) την μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από τις διεργασίες (operations) παραγωγής ii) την συμμόρφωση τους με τους νόμους, κανόνες, και άλλες περιβαλλοντικές απαιτήσεις iii) την συνεχή βελτίωση των παραπάνω θεμάτων (ISO, 2018). Οι απαιτήσεις του ISO 14001 είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι του σχήματος διαχείρισης περιβάλλοντος και ελέγχου της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ECO- Management and Audit Scheme – EMAS), κατά το οποίο τα πλέον σημαντικά σημεία είναι η βελτίωση της απόδοσης, η νομική συμμόρφωση, και η συνεχής αναφορά των περιβαλλοντικών εφαρμογών. Η βασική μεθοδολογία που ακολουθεί το ISO 14001 είναι ο κύκλος Σχεδιασμός-Εκτέλεση-Έλεγχος-Δράση (Plan\_Do\_Check\_Act- PDCA).

- Ο σχεδιασμός (Plan) περιλαμβάνει τον καθορισμό των αντικειμενικών στόχων και διεργασιών που απαιτούνται για την επίτευξη τους. Σε μια αρχική αναφορά γίνεται λόγος για την ανάλυση κενού (gap analysis) κατά την οποία αξιολογείται κατά πόσο τα προϊόντα και οι υπηρεσίες με την χρήση των υφιστάμενων διεργασιών απέχουν από τις πρακτικές που έχουν όσο το δυνατόν χαμηλότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Τέλος, προτείνεται η αλλαγή των πρακτικών παραγωγής, όπου κριθεί αναγκαίο, έτσι ώστε να υπάρξει

εναρμονισμός με την ισχύουσα νομοθεσία και την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

- Στην φάση της εφαρμογής γίνεται η αναγνώριση των αναγκαίων πόρων και η εφαρμογή των απαιτούμενων πρακτικών, έτσι ώστε οι διεργασίες της παραγωγικής διαδικασίας να εναρμονίζονται με τους προκαθορισμένους στόχους της περιβαλλοντικής διαχείρισης.
- Στην τελευταία φάση έχουμε την δράση για την βελτίωση της επίδοσης του συστήματος διαχείρισης περιβάλλοντος (Environmental Management System – EMS).

Η ροή των φάσεων στον κύκλο είναι συνεχής με σκοπό την συνεχή βελτίωση του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS) (Raymond\_M., 1998).

## **10 Στρατηγικές επιδοτήσεων και δανειοδοτήσεων σχετικές με τις τεχνολογίες πράσινων μεταφορών**

Για να κατανοήσουμε την έννοια των πράσινων χρηματοδοτήσεων πρέπει πρώτα να πούμε δύο-τρία λόγια για το χρηματοπιστωτικό σύστημα. Όπως είναι γνωστό η βάση της νομισματικής πολιτικής (monetary policies) και ο μεγάλος ρυθμιστής ενός χρηματοοικονομικού συστήματος είναι οι κεντρικές τράπεζες (στην περίπτωση της Ευρωζώνης είναι η Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα) οι οποίες αποφασίζουν το πόσο χρήμα θα τυπωθεί και θα κυκλοφορήσει σε ένα οικονομικό σύστημα. Ως αρχή μια κεντρική τράπεζα των συγχρόνων τραπεζικών συστημάτων έχει την άσκηση της δικής της πολιτικής χωρίς παρεμβάσεις από την πολιτική εξουσία, κάτι όμως που δεν αναιρεί την συνεργασία μεταξύ των δύο εξουσιών. Ο μόνος παράγοντας που λογοδοτεί για τις πολιτικές που ασκεί μια ΚΤ είναι ο πληθωρισμός. Ο μηχανισμός έκδοσης χρήματος ως αξία ανταλλαγής και προϊόν (δηλ. το χρήμα πέρα από μέσο αξίας ανταλλαγής είναι και προϊόν προς πώληση και αγορά) βασίζεται εν μέρει στην αποτίμηση των μακροοικονομικών δεικτών μιας χώρας (π.χ. ΑΕΠ, εθνικό χρέος) και στην έκδοση χρηματοπιστωτικών προϊόντων από κυβερνήσεις (δηλ. ομολογιακοί έντοκοι τίτλοι). Πάνω ακριβώς σ' αυτόν τον άξονα κινείται και το εμπορικό τραπεζικό σύστημα και οι δυνατότητες του για οποιουδήποτε είδους δανειοδοτήσεις καθορίζονται από τις πολιτικές της εκάστοτε κεντρικής τράπεζας. Επομένως το σημαντικότερο μέρος είναι ο όγκος του χρήματος και της δανειοδότησης μέσω της νομισματικής πολιτικής

(monetary policies) που θα επιτρέψει η κεντρική τράπεζα, έτσι ώστε να έχουμε τα κατάλληλα χρηματοοικονομικά προϊόντα χωρίς όμως να εκτοξεύσουμε τον πληθωρισμό, κάτι που θα μπορούσε να διαλύσει την πραγματική οικονομία. Τέλος σε κάθε δανειακό προϊόν ο χρόνος αποπληρωμής σε σχέση με τα επιτόκια είναι παραπάνω από σημαντικός, διότι καθορίζει και το ποσό αποπληρωμής (Συριόπουλος Κ., Παπαδάμου Σ. , 2014) (Μαρινάκης\_Κ., 2021).

Οι πράσινες πολιτικές και η αλλαγή της ενεργειακής υποδομής από ορυκτά καύσιμα σε σύγχρονες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας απαιτούν τεράστιο όγκο χρήματος (π.χ. για τον ευρωπαϊκό χώρο είναι της τάξης των πολλών τρις ευρώ) χωρίς κάποιος ερευνητής ή οργανισμός να μπορεί με ακρίβεια να καθορίσει το ακριβές ποσό. Ακόμη οι ενεργειακές υποδομές απαιτούν σε πολλές περιπτώσεις μεγάλο χρόνο σωρευμένης απόσβεσης (accumulated depreciation), με αποτέλεσμα η αποπληρωμή τους να μην είναι συγχρονισμένη με τις ανταγωνιστικές απαιτήσεις των αγορών για μεγαλύτερα κέρδη. Το θετικό είναι ότι η παραγωγή ενέργειας είναι ένα σταθερό αγαθό ως προς την ζήτηση σε μεγάλο βάθος χρόνου, έτσι ώστε να μπορούν να δημιουργηθούν πολύ σταθερά χρηματοπιστωτικά προϊόντα (π.χ. πράσινα ομόλογα) ανεξάρτητα από τις αγορές πετρελαίου που θα μπορούν να λειτουργήσουν ως επενδύσεις ασφαλείας σε χρηματοπιστωτικά χαρτοφυλάκια των επενδυτών.

Επομένως η οποιαδήποτε πολιτική πράσινων δανειοδοτήσεων και επιδοτήσεων θα πρέπει να λαμβάνει τα παραπάνω υπόψιν, δηλαδή το πόσο σταθερή είναι η ζήτηση του προϊόντος και ο χρόνος απόσβεσης της "πράσινης επένδυσης" (π.χ. στα logistics το κόστος που γλιτώνει η εταιρεία από την επένδυση και ο χρόνος σωρευμένης απόσβεσης).

Στον χώρο των logistics πρέπει να λάβουμε υπόψιν δύο διαστάσεις στον τεχνολογικό τομέα οι οποίες επηρεάζουν τον οικονομικό χώρο. Η πρώτη διάσταση είναι ότι οι υποδομές logistics και ιδιαίτερα αυτές για last mile logistics είναι καταναλωτές ενέργειας. Συνεπώς η μονόπλευρη επένδυση στην κατανάλωση ενέργειας δεν είναι ακριβώς win-win στρατηγική, μιας και το ενεργειακό μείγμα ηλεκτροπαραγωγής βασίζεται ακόμη σε μεγάλο βαθμό στα ορυκτά καύσιμα (π.χ. φυσικό αέριο), άρα είναι επιρρεπές στις αυξομειώσεις της τιμής αυτών. Εδώ έρχεται η δεύτερη διάσταση, που είναι η επένδυση παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έτσι ώστε να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες των green logistics (π.χ. ηλεκτρικά οχήματα για last mile logistics). Γίνεται αντιληπτό ότι κάθε ολοκληρωμένη δανειοδότηση ή επιδότηση ενεργειακού χαρακτήρα για green last mile logistics θα πρέπει να εμπεριέχει στο χαρτοφυλάκιο και τις δύο τεχνολογικές διαστάσεις, για να έχει σταθερή αποπληρωμή στον χρόνο,



η οποία θα επηρεάζεται μόνο από την ζήτηση των υπηρεσιών logistics και από κανένα άλλο παράγοντα. Μ' αυτό τον τρόπο έχουμε μια σταθερή αποπληρωμή της επένδυσης, η οποία επιτρέπει την έκδοση αξιόπιστων ανταγωνιστικών χρηματοπιστωτικών προϊόντων από τους τραπεζικούς οργανισμούς και τις κυβερνήσεις και δίνει την δυνατότητα στις κεντρικές τράπεζες να χαλαρώσουν τους όρους σχετικά με τον όγκο χρήματος που εκδίδεται.

Τέλος οι μεγάλες εταιρείες μεταφορών και υπηρεσιών logistics (π.χ. Amazon) λόγω μεγέθους μπορούν να εκδίδουν δικά τους πράσινα χρηματοπιστωτικά προϊόντα τα οποία θα διοχετεύουν άμεσα στις αγορές χρήματος, και έτσι δεν θα χρειάζεται να καταφύγουν στον τραπεζικό δανεισμό.

Τα χρηματοπιστωτικά προϊόντα τα οποία ανήκουν στην σφαίρα των πράσινων επενδύσεων είναι σχεδόν τα ίδια με τα κλασικά. Το πλήθος και το φάσμα τους είναι πολύ μεγάλο, γι' αυτό θα αναφερθούμε στα πλέον σημαντικά.

- Ομόλογα. Τα πράσινα ομόλογα προορίζονται για την χρηματοδότηση επενδύσεων και υποδομών που είναι σχετικές με την πράσινη οικονομία και κυρίως με τις πράσινες υποδομές. Θεωρούνται τα πλέον αξιόπιστα λόγω του χαμηλού ρίσκου και εκδίδονται συνήθως από πολύ αξιόπιστους χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς και μη (π.χ. Κεντρικές Τράπεζες και κυβερνήσεις, Ευρωπαϊκή Τράπεζα Πράσινων Επενδύσεων, εμπορικές τράπεζες, πολύ μεγάλες εταιρείες εισαγμένες στο χρηματιστήριο)
- Πράσινες μετοχές. Πρόκειται για τις μετοχές εταιρειών (δηλ. τίτλοι ιδιοκτησίας) που έχουν ως κύριο άξονα την πράσινη φιλοσοφία στις δραστηριότητές τους. Για παράδειγμα η μετοχή μιας εταιρείας μεταφορών που χρησιμοποιεί 100% (όπου είναι εφικτό, δεν γίνεται στις αερομεταφορές) μεθόδους μηδενικού αποτυπώματος άνθρακα (π.χ. ηλεκτρικά οχήματα, ηλεκτροκίνητα τρένα), θεωρείται πράσινη.
- Πράσινα Δάνεια. Είναι τα δάνεια που παρέχονται από χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς (π.χ. Τράπεζες) με σκοπό τις πράσινες επενδύσεις (π.χ. αλλαγή στόλου για green last mile logistics).

## 11 Ο Ελλαδικός χώρος και οι πράσινες μεταφορές

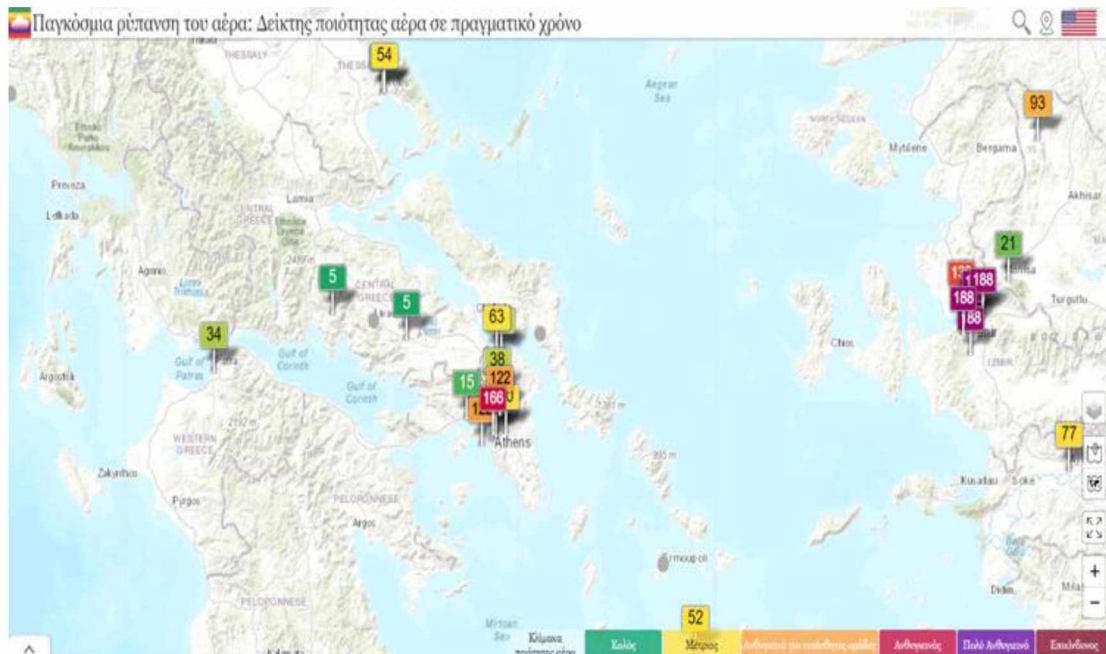
Η Ελληνική πραγματικότητα είναι αρκετά μακριά από την θέσπιση ενός βιώσιμου μοντέλου με μηδενικούς ρύπους για last mile logistics. Πέραν του πιλοτικού προγράμματος που αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη πολιτική σχετικά με τα green last mile logistics.

Αν και η κρατική μηχανή των Ελληνικών αρχών βρίσκεται σε μια κατάσταση αδράνειας ως προς το θέμα των last mile logistics, η ιδιωτική πρωτοβουλία είναι παρών και εφαρμόζει πρωτοποριακά προγράμματα green last mile logistics. Η εταιρεία διαδικτυακών πωλήσεων Skrutz στο πλαίσιο των επενδύσεων σε last mile logistics και της εξαγοράς της εταιρείας ταχυμεταφορών MYJOBNOW (Θέμα, 2021) (supply-chain.gr, 2021) άρχισε να εφαρμόζει διάφορες τεχνικές που εφαρμόζονται σε διάφορες πόλεις της Ευρώπης, τις οποίες έχουμε αναφέρει. Η εταιρεία έχει προσθέσει ηλεκτρικά βαν για last mile παραδόσεις σε πιλοτικό επίπεδο και άρχισε να εφαρμόζει την τεχνική των ερμαρίων παράδοσης τοποθετώντας τα 20 πρώτα στον Αθηναϊκό χώρο (ictplus, 2021). Μια πρωτοποριακή εταιρεία στις ταχυμεταφορές, η WEBOXIT, που φημίζεται για τις πράσινες πολιτικές της και κάνει την πρώτη της επένδυση στην ελληνική αγορά με την χρήση ηλεκτροκίνητων οχημάτων παράδοσης (newmoney, 2021). Τέλος υπάρχει τεράστια ζήτηση και επενδύσεις σε microhubs εντός του αστικού ιστού λόγω της έκρηξης ζήτησης υπηρεσιών last mile logistics (Γούναρη\_Ξ., 2021).

### **11.1 Ανάγκες και δυνατότητες πράσινων μεταφορών last mile**

Οι επενδύσεις και η κινητικότητα των logistics και ιδιαίτερα των last mile logistics αυξάνεται με γεωμετρικούς ρυθμούς, κυρίως μετά την πανδημία COVID-19 λόγω της αύξησης του ηλεκτρονικού εμπορίου η οποία ήταν 10,7 δις το 2021, 5,8 δις το 2019 και 2,66 δις το 2013. Σύμφωνα με τα στοιχεία εκτιμάται ότι έχουν δρομολογηθεί επενδύσεις ύψους 150 εκατ. ευρώ για το έτος 2023 για την ανάπτυξη νέων εγκαταστάσεων logistics (Γούναρη\_Ξ., 2021). Βάσει της (Οικονομάκη\_Ε., χ.χ.) οι εταιρείες εστιάζουν το ενδιαφέρον τους στην αναδιοργάνωση των διαδικασιών logistics (55%), στην αναβάθμιση των δεξιοτήτων του προσωπικού τους (52%), στην μίσθωση ή στην αγορά νέων αποθηκευτικών χώρων (48%), και στην επένδυση νέων πληροφοριακών συστημάτων (43%). Όπως γίνεται αντιληπτό η δράση και η εφαρμογή τεχνικών green last mile logistics είναι κάτι παραπάνω από επιτακτική ιδιαίτερα για την πρωτεύουσα, αν λάβουμε υπόψιν τους δείκτες

για την ρύπανση του αέρα στην Αθήνα, η οποία παραπέμπεται στο ευρωδικαστήριο από την Ευρωπαϊκή επιτροπή για τις οριακές τιμές διοξείδιο του αζώτου (in.gr, 2022) σε συνδυασμό με την προαναφερθείσα έκρηξη για υπηρεσίες τελευταίου μιλίου.



Οι παγκόσμιος δείκτης ατμοσφαιρικής ρύπανσης της Αθήνας. Πηγή : (World\_Air\_Quality\_Index\_project, 2019)

Στην περίπτωση της Αθήνας προτείνεται μια στρατηγική που συνδυάζει τα ηλεκτρικά ποδήλατα για παραδόσεις, την χρήση microhubs, την χρήση ερμαρίων παράδοσης, τα ηλεκτροκίνητα φορτηγά μικρών φορτίων (κάτω από 3 τόνους) και την χρήση μεγάλου όγκου δεδομένων για την λήψη αποφάσεων σχετικά με την βέλτιστη δρομολόγηση των αγαθών προς παράδοση. Η ιδέα είναι απλή και λειτουργική. Τα αγαθά προς παράδοση παραδίδονται και αποθηκεύονται στις κεντρικές αποθήκες. Από εκεί μεταφέρονται στα τοπικά microhubs. Ανάλογα με την επιλογή του πελάτη η παράδοση γίνεται στον χώρο επιλογής ή σε ειδικά ερμάρια παράδοσης μέσω ηλεκτρικών ποδηλάτων. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι για λόγους διατήρησης του ανταγωνισμού και την δυνατότητα ενός σταθερού συστήματος last mile logistics τα ερμάρια θα πρέπει να λειτουργούν ως ένα δίκτυο κοινής ωφέλειας όπως αυτό της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας με έναν κρατικό διαχειριστή. Η εκάστοτε εταιρεία υπηρεσιών last mile logistics θα μισθώνει τον διαχειριστή των ερμαρίων ανάλογα με την χρήση τους. Τέλος η τοποθέτηση των ερμαρίων θα πρέπει να ακολουθεί το δίκτυο συγκοινωνιών, καθώς και όπως δημόσιους χώρους όπως πάρκα,

πλατείες και χώρους στάθμευσης.

### **11.2 Ένα πλαίσιο πρακτικών στόχων για την ελληνική πολιτεία**

Η Ελληνική πολιτεία πρέπει να θέσει ένα ξεκάθαρο πλαίσιο στόχων για green urban logistics, όπου θα περιλαμβάνονται και τα last mile logistics. Οι στόχοι πρέπει να εναρμονίζονται με αυτούς που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση για θέματα περιβάλλοντος και ενέργειας μέχρι το 2050 (European\_Union, 2015). Πιο συγκεκριμένα οι στόχοι που προτείνονται από την εν λόγω εργασία είναι :

- Αντικατάσταση των ήδη υπάρχοντων στόλων με οχήματα μηδενικών εκπομπών CO2 για last mile logistics.
- Χρήση πανελλαδικού δικτύου ερμαρίων παραλαβής με έναν ενιαίο εθνικό διαχειριστικό φορέα.
- Νομοθετικό πλαίσιο για την χρήση του οδικού δικτύου πόλεων κατά την διάρκεια που υπάρχει χαμηλή κινητικότητα (π.χ. νυχτερινές ώρες).
- Υποχρεωτική χρήση δικτύων microhubs στα μεγάλα αστικά κέντρα.
- Υποβολή περιβαλλοντικών χρεώσεων για το εξωτερικό κόστος που σχετίζεται με τα περιβαλλοντικά θέματα ή πιστοποίηση ISO 14001 των εφοδιαστικών αλυσίδων που δραστηριοποιούνται στον χώρο των last mile logistics.
- Επενδύσεις παραγωγής πράσινης ενέργειας (π.χ. φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες) από τις εταιρείες που έχουν δραστηριότητα σε urban logistics που θα καλύπτουν το 100% των αναγκών τους.

## **12 Συμπεράσματα**

Η εργασία επικεντρώνεται στην μελέτη green mile logistics και πρακτικών εφαρμογής αυτών. Ορίστηκε η έννοια του last mile στον χώρο των green logistics, προχωρήσαμε στις διαθέσιμες τεχνολογίες μηδενικών ρύπων, στις υποδομές πολεοδομικού χαρακτήρα σχετικά με τις τεχνολογίες πράσινης μεταφοράς, καθώς και στις τεχνολογίες επικοινωνίας και μεγάλου όγκου

δεδομένων. Περαιτέρω παρουσιάστηκαν διάφορες best practices και ακολούθησε η παρουσίαση μιας σειράς έργων σε διάφορες πόλεις Ευρωπαϊκών χωρών. Έγινε σαφής αναφορά στις πολιτικές και νομοθετικές μεταρρυθμίσεις που είναι σχετικές με τις πράσινες μεταφορές. Ακόμη έγινε λόγος για τις στρατηγικές επιδοτήσεων και δανειοδοτήσεων. Το τελευταίο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στις πράσινες μεταφορές τελευταίου μιλίου στον Ελλαδικό χώρο. Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το τελευταίο μίλι είναι το πλέον κοστοβόρο και ενεργοβόρο από όλες τις φάσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι διαθέσιμες πράσινες τεχνολογίες για παραδόσεις τελευταίου μιλίου επικεντρώνονται κυρίως στα ηλεκτρικά ποδήλατα και μικρά ηλεκτρικά φορτηγά λόγω της υψηλής απόδοσης των μπαταριών σε σχέση με την παραγωγή υδρογόνου. Η χρήση των τεχνολογιών επικοινωνίας και μεγάλου όγκου δεδομένων είναι καθολική στην λήψη αποφάσεων και στον σχεδιασμό των βέλτιστων διαδρομών των οχημάτων διανομής. Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται και από τα αποτελέσματα των διαφόρων έργων σε Ευρωπαϊκές χώρες. Στο οικονομικό σκέλος είναι ξεκάθαρο ότι το αρχικό κόστος της υποδομής των green last mile logistics (π.χ. ηλεκτρικά οχήματα, φορτιστές) είναι ιδιαίτερα υψηλό σε σχέση με αυτό των οχημάτων των συμβατών καυσίμων. Το κομμάτι της χρηματοδότησης (π.χ. δανειοδότηση, έκδοση ομολόγων) απαιτεί μια πολύ σταθερή ενεργειακή απόδοση και πολιτική σχετικά με τις πράσινες τεχνολογίες, έτσι ώστε να υπάρξει ομαλή απόσβεση του κόστους κεφαλαίου και κερδοφορία στο έμμεσο μέλλον. Επομένως τα green last mile logistics είναι μία σοβαρή μακροχρόνια επένδυση που επιφέρει περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη, αλλά μόνο όταν η πράσινη τεχνολογία έρχεται σε ισορροπία με την νομισματική και τραπεζική πολιτική.

## 13 Αναφορές

Allen, J., Browne, M., Woodburn, A., & Leonardi, J., 2012. The role of urban consolidation centres in sustainable freight transport.. *Transport Reviews*, pp. 473-490.

Amazon(a), 2021. *Amazon*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.aboutamazon.com/news/transportation/amazons-custom-electric-delivery-vehicles-are-starting-to-hit-the-road>

[Πρόσβαση 30 12 2021].

Amazon(b), 2008. *Frustration-Free Packaging*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.aboutamazon.eu/innovation/frustration-free-packaging>  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

Amazon\_prime\_air, 2022. *Air delivery.* [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>  
[Πρόσβαση 12 02 2022].

Baker, P., & Marchant, C., 2015. Reducing the environmental impact of warehousing.. *Green Logistics—Improving the environmental sustainability of logistics.*

Ballare, S., & Lin, J., 2020. Investigating the use of microhubs and crowdshipping for last mile delivery.. *Transportation Research Procedia*, pp. 277-284.

Beard, P. C. C. J. M. C. R. E. & R. P., 2016. *Real-time noise reduction system for dynamic motor frequencies aboard an unmanned aerial vehicle.* U.S, Ευρεσιτεχνία Αρ. 9,489,937..

Big\_Data\_Project, 2020. *Big\_Data\_Project.* [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.bikedataproject.org/datamap>  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

Borgi, T., Zoghliami, N., & Abed, M. , 2017. Big data for transport and logistics: A review.. *In 2017 International Conference on Advanced Systems and Electric Technologies*, pp. 44-49.

Bretzke, W. R., 2013. Global urbanization: a major challenge for logistics.. *Logistics Research*, pp. 57-62.

bundesministerium\_für\_verkehr\_bau\_und\_stadtentwicklung, Χ.Χ.  
*bundesministerium\_für\_verkehr\_bau\_und\_stadtentwicklung.* [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Documents/MKS/mfs-strategy-final-en.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Documents/MKS/mfs-strategy-final-en.pdf?__blob=publicationFile)  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

Carotenuto, P., Gastaldi, M., Giordani, S., Rossi, R., Rabachin, A., & Salvatore, A., 2018. Comparison of various urban distribution systems supporting e-commerce. Point-to-point vs collection-point-based deliveries.. *Transportation Research Procedia*, pp. 188-196.

Cherry, C., & Fishman, E., 2021. *E-bikes in Europe and North America. Cycling for sustainable cities.* s.l.:Massachusetts Institute of Technology.

city\_of\_London, 2021. *Planning and Transportation Committee.* [Ηλεκτρονικό]

Available at:  
<https://democracy.cityoflondon.gov.uk/documents/s145502/London%20Wall%20Last%20Mile%20Logistics%20Public%20Report%20Final.pdf>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

City\_of\_Manchester, 2021. *GM Transport Strategy Our Five Year Delivery Plan 2021-2026*.  
 [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.greatermanchester-ca.gov.uk/GMCAFiles/PFE/Supporting%20documents/09%20Connected%20Places/09.01.02%20GM%20Transport%20Strategy%20Our%20Five%20Year%20Delivery%20Plan%202021-2026.pdf>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

CNBC(a), 2021. *Why The Trucking Industry Is So Fragmented And Chaotic*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=CP1LyV6n5TA>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

CNBC(b), 2021. *How Amazon Beat Supply Chain Chaos With Ships, Containers And Planes*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=HxXJ8Q2GCs4>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

CNBC(c), 2019. *The Business Of Amazon Shipping Boxes*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=bYh1KTfydvU>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

COLTURA, 2020. *ELECTRIC CAR RANGES: AN OVERVIEW*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.coltura.org/electric-car-battery-range>

[Πρόσβαση 30 12 2021].

CONCITO, 2021. *Decarbonizing Urban Logistics*. [Ηλεκτρονικό]

Available at:

<https://concito.dk/sites/concito.dk/files/media/document/Decarbonizing%20Urban%20Logistics%20-%20Denmark.pdf>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

Cossu\_P., 2016. Clean last mile transport and logistics management for smart and efficient local governments in Europe.. *Transportation Research Procedia*, pp. 1523-1532.

CPH\_2025\_Climate\_Plan, 2017. *Københavns Kommune*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://kk.sites.itera.dk/apps/kk\\_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1734](https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1734)  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

Dablanc, L., 2011. *Transferability of Urban Logistics Concepts and Practices from a Worldwide Perspective-Deliverable 3.1-Urban Logistics Practices-Paris Case Study*, Paris: TURBLOG\_WW Project.

Department\_for\_Transport\_UK, 2021. *Decarbonising Transport*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/1009448/decarbonising-transport-a-better-greener-britain.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1009448/decarbonising-transport-a-better-greener-britain.pdf)  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

edmunds, 2021. *edmunds*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.edmunds.com/ford/transit-connect-cargo-van/2022/mpg/>  
[Πρόσβαση 30 12 2021].

EEA, 2020. *The first and last mile — the key to sustainable urban transport*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.eea.europa.eu/publications/the-first-and-last-mile>  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

Ehrler, V. C., Schöder, D., & Seidel, S. , 2021. Challenges and perspectives for the use of electric vehicles for last mile logistics of grocery e-commerce—Findings from case studies in Germany.. *Research in Transportation Economics*.

Ehrler, V. C., Schöder, D., & Seidel, S., 2021. Challenges and perspectives for the use of electric vehicles for last mile logistics of grocery e-commerce—Findings from case studies in Germany.. *Research in Transportation Economics*.

Esser\_K., 2008. *Last mile logistics. E-commerce and its impact on transport in urban areas and innovative approaches in city logistics for solving the last mile issue.*, s.l.: German Federal Ministry of Education and Research.

EU\_monility\_Atlas\_2021, 2021. *EU\_monility\_Atlas\_2021*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://eu.boell.org/sites/default/files/2021-07/EUMobilityatlas2021\\_2ndedition\\_FINAL\\_WEB.pdf?dimension1=euma2021](https://eu.boell.org/sites/default/files/2021-07/EUMobilityatlas2021_2ndedition_FINAL_WEB.pdf?dimension1=euma2021)  
[Πρόσβαση 12 1 2022].



European\_Union, 2015. *2050 long-term strategy*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en)

[Πρόσβαση 12 1 2022].

Galbiati, F., χ.χ. An Innovative Last Mile Logistics based on Hybrid Subway Deliveries in Urban Areas.. *2018*.

Gevaers, R., Van de Voorde, E., & Vanelslender, T., 2011. Characteristics and typology of last-mile logistics from an innovation perspective in an urban context.. *In City distribution and urban freight transport..*

Ghaderi, H., Tsai, P. W., Zhang, L., & Moayedikia, A., 2022. An integrated crowdshipping framework for green last mile delivery. *Sustainable Cities and Society*.

Gruber, J., Kihm, A., & Lenz, B., 2014. A new vehicle for urban freight? An ex-ante evaluation of electric cargo bikes in courier services.. *Research in Transportation Business & Management*, pp. 53-62.

ictplus, 2021. *Το Skroutz φέρνει πρώτο στην Ελλάδα τα Smart Lockers και το Last Mile Delivery*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://ictplus.gr/to-skroutz-fernei-proto-stin-ellada-ta-smart-lockers-kai-to-last-mile-delivery/>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

in.gr, 2022. *Στο ευρωδικαστήριο παραπέμπεται η Ελλάδα για την ατμοσφαιρική ρύπανση της Αθήνας*. [Ηλεκτρονικό]

[Πρόσβαση 12 1 2022].

INGRAM, A., 2014. *Green Car Reports*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://www.greencarreports.com/news/1091436\\_toyota-gasoline-engine-achieves-thermal-efficiency-of-38-percent](https://www.greencarreports.com/news/1091436_toyota-gasoline-engine-achieves-thermal-efficiency-of-38-percent)

[Πρόσβαση 30 12 2021].

IPCC, 2021. *IPCC*. [Ηλεκτρονικό]

Available at:

[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf)

[Πρόσβαση 12 1 2022].

- ISO, 2018. *ISO 14000 FAMILY ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html>  
[Πρόσβαση 12 1 2022].
- Iwan, S., Nürnberg, M., Jedliński, M., & Kijewska, K., 2021. Efficiency of light electric vehicles in last mile deliveries–Szczecin case study.. *Sustainable Cities and Society*.
- Kals, J., 2010. Betriebliches Energiemanagement – Eine Einführung. *Kohlhammer Verlag*, p. 95–98.
- Lebeau, P., Macharis, C., Van Mierlo, J., & Maes, G., 2013. Implementing electric vehicles in urban distribution: A discrete event simulation.. *World Electric Vehicle Journal*, pp. 38-47.
- Leonardi, J., Browne, M., & Allen, J., 2012. Before-after assessment of a logistics trial with clean urban freight vehicles: A case study in London.. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, pp. 146-157.
- Lim, S. F. W., Jin, X., & Srai, J. S., 2018. Consumer-driven e-commerce: A literature review, design framework, and research agenda on last-mile logistics models.. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*..
- Liu, J., Yuan, C., Hafeez, M., & Yuan, Q., 2018. The relationship between environment and logistics performance: Evidence from Asian countries.. *Journal of Cleaner Production*, pp. 282-291.
- Loughborough\_University, 2021. *Energy Systems and Energy Storage Lab*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://www.eseslab.com/ESsensePages/Hydrogen-page>  
[Πρόσβαση 30 12 2021].
- McKinnon, A., Browne, M., Whiteing, A., & Piecyk, M., 2015. *Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics*. s.l.:Kogan Page Publishers.
- Mikavicaa, B., Kostić-Ljubisavljevića, A., & Radonjić, V. , 2015. Big data: challenges and opportunities in logistics systems.. *In Proceedings of the 2nd Logistics International Conference*, pp. 185-190.
- Miller\_K., 2020. *THE TRIPLE BOTTOM LINE: WHAT IT IS & WHY IT'S IMPORTANT*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://online.hbs.edu/blog/post/what-is-the-triple-bottom-line>  
[Πρόσβαση 12 02 2022].
- newmoney, 2021. *Weboxit: Η πρώτη ελληνική εταιρεία Green Courier*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.newmoney.gr/roh/palmos-oikonomias/epixeiriseis/weboxit-i-proti>

[elliniki-eteria-green-courier/](#)

[Πρόσβαση 12 1 2022].

NTUA, 2022. *Ποδηλατικός Χάρτης της Ελλάδας*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://www.smu.gr/greece\\_cycle\\_map/](https://www.smu.gr/greece_cycle_map/)

[Πρόσβαση 12 1 2022].

Open\_university, 2020. *The impact of logistics on the environment*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.open.edu/openlearn/money-business/leadership-management/supply-chain-sustainability/content-section-2.1>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

Ormond Jr, P. A., Ferreira, P. V., Afonso, P., & Telhada, J., 2019. *Economic and risk factors of a transshipment system using electric cargo bikes for urban courier services*. Guimarães, International Conference on Energy and Environment: bringing together Engineering and Economics.

Our\_world\_in\_data, 2020. *Urbanization across the world today*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://ourworldindata.org/urbanization>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

Plantation, F., 2021. *DHL EXPRESS DEPLOYS NEARLY 100 NEW ELECTRIC DELIVERY VANS IN U.S.*

[Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.dhl.com/us-en/home/press/press-archive/2021/dhl-express-deploys-nearly-100-new-electric-delivery-vans-in-us.html>

[Πρόσβαση 30 12 2021].

Prologis, 2018. *PROLOGIS AND AMAZON PARTNER ON NORTHERN CALIFORNIA'S LARGEST SOLAR INSTALLATION*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.prologis.com/news-research/articles/prologis-and-amazon-partner-northern-californias-largest-solar-installation>

[Πρόσβαση 12 02 2022].

Punakivi, M., & Saranen, J., 2001. Identifying the success factors in e-grocery home delivery. *International Journal of Retail & Distribution Management*.

Ranieri, L., Digiesi, S., Silvestri, B., & Roccotelli, M., 2018. A review of last mile logistics innovations in an externalities cost reduction vision. *Sustainability*.

Raymond\_M., 1998. *ISO 14001 Guidance Manual*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at:

[https://web.archive.org/web/20110728150948/http://www.usistf.org/download/ISMS\\_Downloads/ISO14001.pdf](https://web.archive.org/web/20110728150948/http://www.usistf.org/download/ISMS_Downloads/ISO14001.pdf)

[Πρόσβαση 12 1 2022].

Richard\_Nunno, 2021. *Making Way for Bicycle Infrastructure*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.eesi.org/articles/view/making-way-for-bicycle-infrastructure>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

Rodrigue, J. P., Slack, B., & Comtois, C., 2017. *Green logistics.. Handbook of logistics and supply-chain management Emerald Group Publishing Limited*.

S.Dondi, Teoh T. Anagnostopoulou A., Stamos I., Zunder T., Parodos L., 2020. *Novelog*. [Ηλεκτρονικό]

Available at:

<https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b9792aac&appId=PPGMS>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

SAI\_GLOBAL, 2021. *PASA*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://procurementandsupply.com/2021/02/5-ways-the-logistics-industry-can-minimise-its-environmental-impact/>

[Πρόσβαση 7 1 2022].

Sampson, S. E., & Spring, M., 2012. Customer roles in service supply chains and opportunities for innovation.. *Journal of Supply Chain Management*, pp. 30-50.

Seroka-Stolka, O., & Ociepa-Kubicka, A., 2019. Green logistics and circular economy.. *Transportation Research Procedia*, pp. 471-479.

Siobhan\_Neela-Stock, 2020. *How to recycle Amazon packaging (yes, all of it)*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://mashable.com/article/how-to-recycle-amazon-packaging>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

Stockholms\_stad, 2022. *stockholm-freight-plan*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://start.stockholm/globalassets/start/om-stockholms-stad/politik-och-demokrati/styrdokument/stockholm-freight-plan.pdf>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

Straightsol, 2013. *Demonstration A: DHL Supply Chain's Urban Consolidation Centre in L'Hospitalet de Llobregat.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: [http://www.straightsol.eu/demonstration\\_A.htm](http://www.straightsol.eu/demonstration_A.htm)

[Πρόσβαση 12 02 2022].

supply-chain.gr, 2021. *Επένδυση στο last mile από την Skroutz.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.supply-chain.gr/%CE%B5%CF%80%CE%AD%CE%BD%CE%B4%CF%85%CF%83%CE%B7-%CF%83%CF%84%CE%BF-last-mile-%CE%B1%CF%80%CF%8C-%CF%84%CE%B7%CE%BD-skroutz/>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

Taniguchi, E., Kawakatsu, S., & Tsuji, H., 2000. New co-operative system using electric vans for urban freight transport.. *WIT Transactions on The Built Environment.*

Teoh T, Anagnostopoulou A., Stamos I., Zunder T., Parodos L., 2020. *Strategic Planning for Long Term Sustainability.* [Ηλεκτρονικό]

Available at:

<https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b9792aac&appId=PPGMS>

[Πρόσβαση 12 1 2022].

Tesla, 2021. *Tesla Semi.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.tesla.com/semi>

[Πρόσβαση 30 12 2021].

Thomas, A., 2021. Electric bicycles and cargo bikes—Tools for parents to keep on biking in auto-centric communities? Findings from a US metropolitan area.. *International Journal of Sustainable Transportation*, pp. 1-18.

TOMLINSON, V., 2020. *UPS invests in Arrival and orders 10,000 Generation 2 Electric Vehicles.*

[Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://arrival.com/eu/en/news/ups-invests-in-arrival-and-orders-10000-generation-2-electric-vehicles>

[Πρόσβαση 30 12 2021].

trafalgar, 2021. *9 of the most bike-friendly cities in the world.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.trafalgarcities.com/real-word/most-bike-friendly-cities-world/>  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

US\_Department\_of\_Energy, 2021. *Charging Plug-In Electric Vehicles at Home*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://afdc.energy.gov/fuels/electricity\\_charging\\_home.html](https://afdc.energy.gov/fuels/electricity_charging_home.html)  
[Πρόσβαση 30 12 2021].

Van Duin, J. H. R., de Goffau, W., Wiegmans, B., Tavasszy, L. A., & Saes, M., 2016. Improving home delivery efficiency by using principles of address intelligence for B2C deliveries.. *Transportation Research Procedia*, pp. 14-25.

van Duin, J. R., Wiegmans, B. W., van Arem, B., & van Amstel, Y., 2020. From home delivery to parcel lockers: A case study in Amsterdam.. *Transportation Research Procedia*, pp. 37-44.

Vidová, H., Babčanová, D., Witkowski, K., & Saniuk, S., 2012. Logistics and Its Environmental Impacts.. *7th International Scientific Conference "Business and Management"*, pp. 1007-1014.

Volta, 2021. *Volta Zero*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://voltatrucks.com/volta-zero>  
[Πρόσβαση 31 12 2021].

Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W., & Papadopoulos, T., 2016. Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications.. *International Journal of Production Economics*, pp. 98-110.

Wilhelm, A., 2021. *Amazon adds to its Rivian stake*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://techcrunch.com/2021/11/12/amazon-adds-to-its-rivian-stake/>  
[Πρόσβαση 30 12 2021].

World\_Air\_Quality\_Index\_project, 2019. *World Air Quality Index project*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://waqi.info/el/>  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

world\_bank, 2020. *Urban population (% of total population) - European Union*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=EU>  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

Yu, Y., Lian, F., & Yang, Z., 2021. Pricing of parcel locker service in urban logistics by a TSP model of last-mile delivery.. *Transport Policy*, pp. 206-214.

Zhang, Q., Yang, M., & Zhou, X., 601-606. Sustainable Development Analysis of Urban Green Logistics Based on Subway Transportation.. *In 2021 IEEE 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*.

Zubin, I., van Arem, B., Wiegmans, B., & van Duin, R., 2020. Using drones in the last-mile logistics processes of medical product delivery: a feasibility case study in Rotterdam.. *In Proceedings of the 99th annual meeting TRB. Transportation Research Board (TRB)*, pp. 1-17.

Γούναρη\_Ξ., 2021. *Η Ελλάδα γεμίζει logistics – Ποιοι μεγάλοι παίκτες επενδύουν*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.imerisia.gr/epiheiriseis/9248\\_i-ellada-gemizei-logistics-poiOI-megalOI-paiktes-ependyoun](https://www.imerisia.gr/epiheiriseis/9248_i-ellada-gemizei-logistics-poiOI-megalOI-paiktes-ependyoun)  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

Θέμα, 2021. *Skrouz: Εξαγοράζει την MYJOBNOW Delivery – Επενδύει στο «last mile»*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.protothema.gr/economy/article/1088423/skrouz-exagorazei-tin-myjobnow-delivery-ependuei-sto-last-mile/>  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

Μαρινάκης\_Κ., 2021. *Greeconomics*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=wLkNpGYWVsM>  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

Οικονομάκη\_Ε., χ.χ. *Η επέλαση των logistics*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://eel.gr/wp-content/uploads/2020/11/REALNEWS22112020-H-EPELASHTON-LOGISTICS-1-converted.pdf>  
[Πρόσβαση 12 1 2022].

Συριόπουλος Κ., Παπαδάμου Σ. , 2014. *ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΡΑΠΕΖΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΕΦΑΛΑΙΑΓΟΡΕΣ*. Αθήνα : Utopia.

