



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

### ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΓΑΘΩΝ ΜΕΣΩ ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ (DRONE)



ΓΡΙΒΟΓΙΑΝΝΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ

Επιβλέπων Καθηγητής | Παπαντωνίου Παναγιώτης

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
SCHOOL OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF SURVEYING AND GEOINFORMATICS  
ENGINEERING

## **DIPLOMA THESIS**

# **INVESTIGATION OF CHARACTERISTICS OF GOODS TRANSPORTATION THROUGH UNMANNED AIRCRAFTS (DRONES)**



**GRIVOGIANNI ALEXANDRA**

**Supervisor | Papantoniou Panagiotis**

**ATHENS, JULY 2024**

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή:

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/α	ΟΝΟΜΑ/ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1.	Παπαντωνίου Παναγιώτης (Επιβλέπων)	Επίκουρος Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α.	
2.	Γεώργιος Χλούπης	Αναπληρωτής καθηγητής ΠΑ.Δ.Α.	
3.	Λάζαρος Γραμματικόπουλος	Αναπληρωτής καθηγητής ΠΑ.Δ.Α.	

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Γριβογιάννη Αλεξάνδρα του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου 17105 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.»

Η Δηλούσα,

Γριβογιάννη Αλεξάνδρα

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες σε όσους συνέβαλαν στην επίτευξη αυτού του στόχου. Πρώτα απ' όλα, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την αμέριστη στήριξη, την αγάπη και την κατανόησή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Χωρίς την ενθάρρυνσή τους, δεν θα μπορούσα να φτάσω ως εδώ.

Επιπλέον, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους συμφοιτητές και πλέον φίλους μου, που με την παρουσία τους έκαναν την εμπειρία της σχολής μοναδική και αξέχαστη. Μέσα από τις κοινές δυσκολίες και προκλήσεις, αναπτύξαμε δεσμούς που θα μας συντροφεύουν για μια ζωή. Οι φίλοι μου υπήρξαν πηγή έμπνευσης και δύναμης, και η υποστήριξή τους ήταν ανεκτίμητη.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες αξίζουν στους καθηγητές μου, για την υπομονή, την καθοδήγηση και τη συνεργασία τους. Η πολύτιμη γνώση και η σοφία τους συνέβαλαν σημαντικά στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας. Η συνεχής υποστήριξή τους και οι εποικοδομητικές τους παρατηρήσεις με βοήθησαν να αναπτύξω τις ακαδημαϊκές μου δεξιότητες και να επιτύχω τους στόχους μου.

Τέλος, ευχαριστώ όλους όσους με οποιονδήποτε τρόπο συνέβαλαν στην επιτυχία αυτής της εργασίας. Είμαι ευγνώμων για την πολύτιμη βοήθειά σας και την ενθάρρυνση που μου δώσατε κατά τη διάρκεια αυτής της πορείας.

## Περίληψη

Δεδομένου του επίκαιρου και εκτεταμένου ρόλου που παίζουν τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones) στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και της σημασίας τους στη σύγχρονη τεχνολογική και επιχειρηματική κοινότητα, αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η **διερεύνηση των χαρακτηριστικών μεταφοράς αγαθών μέσω μη επανδρωμένων αεροσκαφών**.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου αρχικά πραγματοποιήθηκε ενδελεχής βιβλιογραφική ανασκόπηση τόσο σε συναφείς έρευνες όσο και σε χαρακτηριστικά κίνησης και λειτουργίας των drones, στην ανάλυση των χαρακτηριστικών μεταφοράς αγαθών μέσω drones, στα πλεονεκτήματα και τις προκλήσεις που συνδέονται με αυτήν την τεχνολογία. Μέσα από μια σφαιρική προσέγγιση, η έρευνα αναλύει τις τεχνικές πτυχές των drones, τις εφαρμογές τους στη μεταφορά αγαθών και τις πιθανές επιπτώσεις της χρήσης τους σε διάφορους τομείς.

Καταλυτικό ρόλο στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, έπαιξε η ανάλυση του ερωτηματολογίου που δημιουργήθηκε. Οι απαντήσεις συλλέχθηκαν από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα 206 ερωτηθέντων, ο οποίοι καλούνταν να διαλέξουν ανάμεσα σε drone και courier για την αποστολή του προϊόντος – αγαθού. Οι τρεις μεταβλητές που επιλέχθηκαν είναι ο χρόνος παράδοσης, το κόστος αποστολής και η ευελιξία, που έχουν υψηλή στατιστική σημασία και αμελητέα συσχέτιση μεταξύ τους

Συνοπτικά, η παρούσα εργασία προσφέρει μια σημαντική συνεισφορά στον τομέα της μεταφοράς αγαθών, παρέχοντας καινοτόμες προσεγγίσεις και αναδεικνύοντας τη σημασία της τεχνολογικής εξέλιξης. Μέσα από τη συλλογή, την ανάλυση και την ερμηνεία δεδομένων, η έρευνα παρέχει ένα πλήρες και εμπειριστατωμένο πλαίσιο για την κατανόηση της χρήσης των drones στη μεταφορά αγαθών και τις πιθανές εφαρμογές τους στο μέλλον.

Λέξεις – κλειδιά: Drones, Μεταφορά εμπορευμάτων, Μη Επανδρωμένο Αεροσκάφος, Εφοδιαστική αλυσίδα, Ασφάλεια, Καινοτομία, Προκλήσεις



## Abstract

The abstract of this work provides a concise overview of the topic and its treatment. It summarizes the main aspects analyzed in the study, as well as the significant proposals and conclusions drawn from the research.

The work focuses on the analysis of the characteristics of goods transportation via drones, examining the advantages and challenges associated with this technology. Through a comprehensive approach, the research analyzes the technical aspects of drones, their applications in goods transportation, and the potential impacts of their use in various sectors.

Additionally, the paper presents the objectives and framework of the research, emphasizing the need for further understanding and evaluation of drone technology in the field of goods transportation. The objectives are clearly defined and include the analysis of the advantages and challenges of using drones, as well as the prospective applications and societal impacts.

A pivotal role in the completion of this work was played by the analysis of the questionnaire that was created. The responses were collected from a representative sample of 206 respondents, who were asked to choose between drone and courier for the delivery of a product – good. The three variables selected were delivery time, shipping cost, and flexibility, which have high statistical significance and negligible correlation with each other.

In summary, this work provides a significant contribution to the field of goods transportation, offering innovative approaches and highlighting the importance of technological advancement. Through data collection, analysis, and interpretation, the research provides a comprehensive framework for understanding the use of drones in goods transportation and their potential future applications.

**Keywords:** Drones, Goods transportation, Unmanned aircraft, Logistics, Security Innovation, Challenges

## Περιεχόμενα

<b>Κατάλογος Πινάκων/Διαγραμμάτων.....</b>	<b>10</b>
<b>Κατάλογος Εικόνων .....</b>	<b>11</b>
<b>Αλφαβητικό Ευρετήριο .....</b>	<b>12</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : Εισαγωγή .....</b>	<b>13</b>
1.1 Εισαγωγή στα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones).....	13
1.2 Χαρακτηριστικά των drones .....	14
1.3 Ιστορική αναδρομή στη χρήση των drones για τη μεταφορά αγαθών.....	19
1.4 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.....	20
1.5 Σκοπός και στόχοι της έρευνας.....	23
1.6 Μεθοδολογία του ερωτηματολογίου .....	24
1.7 Καινοτομία.....	24
1.8 Δομή.....	24
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....</b>	<b>27</b>
2.1 Εξέλιξη της τεχνολογίας των drones .....	27
2.2 Τύποι drones που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά αγαθών.....	27
2.3 Τύποι drones ανάλογα με τα μεγέθη τους.....	29
2.4 Αισθητήρες και εξοπλισμός που χρησιμοποιούνται για την ασφαλή μεταφορά.....	37
2.5 Προκλήσεις και Λύσεις.....	38
2.6 Προκλήσεις που συναντώνται κατά τη μεταφορά αγαθών με drones .....	39
2.7 Τεχνικά και νομικά θέματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη.....	40
2.8 Καινοτόμες λύσεις και τεχνολογικές εξελίξεις για τη βελτίωση της απόδοσης και της ασφάλειας .....	44
2.9 Εφαρμογές και Μελλοντικές Προοπτικές.....	45
2.10 Χρήσεις των drones για τη μεταφορά αγαθών σε διάφορους τομείς (π.χ. λιανικό εμπόριο, υγειονομική περίθαλψη, αγροτική παραγωγή) .....	46
2.11 Προοπτικές ανάπτυξης και επέκτασης της τεχνολογίας της μεταφοράς αγαθών μέσω drones.....	47



2.12 "Μεταφορές": Μια διπλή εστίαση .....	50
2.13 Αναδιαμόρφωση της ναυτιλίας.....	50
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : Θεωρητικό Υπόβαθρο .....</b>	<b>51</b>
3.1 Βασικές Έννοιες Στατιστικής .....	51
3.2 Βασικές Κατανομές .....	55
3.3 Μαθηματικά Πρότυπα .....	57
3.4 Στατιστική αξιολόγηση και Κιτήρια αποδοχής προτύπου.....	60
3.5 Λογιστική Παλινδρόμηση.....	64
3.6 Μέθοδοι δεδηλωμένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης.....	66
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Συλλογή δεδομένων.....</b>	<b>68</b>
4.1 Εισαγωγή .....	68
4.2 Συλλογή δεδομένων .....	69
4.2.1 Ερωτηματολόγιο.....	69
4.2.2 Σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης.....	69
4.3 Περιγραφική Ανάλυση.....	71
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Εφαρμογή Μεθοδολογιών-RStudio .....</b>	<b>87</b>
5.1 Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων .....	87
5.2 Κωδικοποίηση δεδομένων .....	87
5.3 Εισαγωγή δεδομένων στο R-Studio.....	88
5.4 Κώδικας .....	89
5.5 Αποτελέσματα.....	94
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα.....</b>	<b>97</b>
6.1 Σύνοψη.....	97
6.2 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα .....	98
<b>Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές.....</b>	<b>100</b>
<b>Παράρτημα Α - ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ .....</b>	<b>102</b>

## **Κατάλογος Πινάκων/Διαγραμμάτων**

Πίνακας 2.1. Ταξινόμηση drone με βάση το μέγεθος, το βάρος, το μήκος, τη διάμετρο της έλικας και τη χρήση τους

Πίνακας 2.2. Ταξινόμηση drone με βάση το ωφέλιμο φορτίο που μπορούν να μεταφέρουν

Πίνακας 2.3. Ταξινόμηση drone με βάση το βεληνεκές και τον χρόνο πτήσης τους

Διάγραμμα 3.2: Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων (Πηγή: Κούτρας & Ευαγγελάρας, 2010)

Πίνακας 3.1 Κρίσιμες τιμές του συντελεστή  $t$  της Κατανομής Student

Πίνακας 4.1 : Δεδομένα των σεναρίων

Διάγραμμα 1.1 Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

Διάγραμμα 3.1: Επεξήγηση πιθανών τιμών του Συντελεστή Συσχέτισης ((Πηγή: Σιώμκος & Βασιλακοπούλου, 2005))

Διάγραμμα 3.2: Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων (Πηγή: Κούτρας & Ευαγγελάρας, 2010)

Διάγραμμα 3.3: Παράδειγμα υψηλού (αριστερά) και χαμηλού (δεξιά) συντελεστή προσαρμογής  $R^2$

Οργανόγραμμα 2.1. Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και χρήση drone πολλαπλών ρότορων

Οργανόγραμμα 2.2. Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και χρήση drone σταθερής πτέρυγας

Οργανόγραμμα 2.3. Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και χρήση ελικοπτέρων μονού ρότορα

Οργανόγραμμα 2.4. Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και χρήση υβριδικών drone σταθερής πτέρυγας VTOL

## **Κατάλογος Εικόνων**

Εικόνα 1.1 Τρικόπτερο drone (Πηγή: ( SwitchBlade-Elite Tricopter, Vision Aerial))

Εικόνα 1.2 Τετρακόπτερο drone (Πηγή: (DJI AIR 2S, Drone Nerds))

Εικόνα 1.3 Εικόνα 1.3 Εξακόπτερο drone (Πηγή: (YUNEEC Typhoon H Hexacopter, Amazon))

Εικόνα 1.4 Οκτακόπτερο drone (Πηγή: (Spreading Wings S1000 octocopter drone, DJI))

Εικόνα 1.5. Drone σταθερών πτερύγων (Πηγή: (Fixed-wing drones: the evolution of the technology, WINGTRA))

Εικόνα 1.6 Υβριδικό drone VLOT Σταθερών Πτερύγων (Πηγή: (E400 ISR Drone, AutelPilot))

Εικόνα 1.7 Το πρώτο τηλεκατευθυνόμενο εναέριο μη επανδρωμένο αεροσκάφος.

Εικόνα 4.1: Αρχική σελίδα του ερωτηματολογίου

Εικόνα 4.2.2.1: Το σενάριο 1 που χρησιμοποιήθηκε στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου

Εικόνα 4.4.1 Κατανομή του δείγματος σχετικά με τη συχνότητα των διαδικτυακών αγορών τους

Εικόνα 4.4.2. Κατανομή του δείγματος σχετικά με το κόστος των διαδικτυακών αγορών τους

Εικόνα 4.4.3. Κατανομή του δείγματος σχετικά με το κόστος των μεταφορικών σε μια μέση διαδικτυακή αγορά τους

Εικόνα 4.4.4. Κατανομή του δείγματος σχετικά με τον μέσο χρόνο παράδοσης μιας τυπικής παραγγελίας από το διαδίκτυο

Εικόνα 4.4.5. Κατανομή του δείγματος σχετικά με την προτίμηση στη παραλαβή του προϊόντος

Εικόνα 4.4.6. Κατανομή του δείγματος σχετικά με την ικανοποίηση των καταναλωτών από την διαδικασία παράδοσης των προϊόντων μέχρι τώρα

Εικόνα 4.4.7 Κατανομή του δείγματος σχετικά με πιθανά προβλήματα που εμφανίστηκαν σε παραγγελία από το διαδίκτυο

Εικόνα 4.4.8 Κατανομή του δείγματος σχετικά με πιθανά προβλήματα που εμφανίστηκαν σε παραγγελία από το διαδίκτυο

Εικόνα 4.4.9 Κατανομή του δείγματος σχετικά με την γνώση και την αντίληψη για τις αερομεταφορές με drone

Εικόνα 4.4.10 Κατανομή του δείγματος σχετικά με την άνεση των καταναλωτών στη μεταφορά προϊόντων μέσω drone

Εικόνα 4.4.11 Κατανομή του δείγματος σχετικά με την περιβαλλοντική επίπτωση της μεταφοράς προϊόντων - αγαθών μέσω drone συγκριτικά με άλλες μεθόδους μεταφοράς

Εικόνα 4.4.12 Κατανομή του δείγματος σχετικά με το φύλο

Εικόνα 4.4.13. Κατανομή του δείγματος σχετικά με την ηλικία

Εικόνα 4.4.14. Κατανομή του δείγματος σχετικά με το επίπεδο εκπαίδευσης

Εικόνα 4.4.15. Κατανομή του δείγματος σχετικά με την εργασία

Εικόνα 4.4.16. Κατανομή του δείγματος σχετικά με το οικογενειακό εισόδημα

Εικόνα 5.1: Μέρος του κωδικοποιημένου πίνακα Excel που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα R-Studio

Εικόνα 5.3: Μέρος του προγράμματος R-Studio για την δημιουργία R Script

## **Αλφαβητικό Ευρετήριο**

(CAA): Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας

(UAV): Μη Επανδρωμένο Εναέριο Όχημα

(IoT): Διαδίκτυο των Πραγμάτων

(VTOL): Κάθετη Απογείωση και Προσγείωση

(ESC): Ηλεκτρονικός Ελεγκτής Στροφών

(UTM): Μη Επανδρωμένη Διαχείριση Κυκλοφορίας

(FAA): Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας

(DGCA): Γενική Διεύθυνση Πολιτικής Αεροπορίας

(PwC): PricewaterhouseCoopers

(GHG): Αέρια του Θερμοκηπίου

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : Εισαγωγή

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα των **μη επανδρωμένων αεροσκαφών** (drones) έχει ανοίξει νέους ορίζοντες σε πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένης της μεταφοράς αγαθών. Η προσπάθεια να διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά αυτής της νέας μορφής μεταφοράς είναι κρίσιμης σημασίας για την κατανόηση του δυναμικού της και των προκλήσεων που αντιμετωπίζονται. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία θέτει ως στόχο τη διερεύνηση των χαρακτηριστικών της μεταφοράς αγαθών μέσω μη επανδρωμένων αεροσκαφών, γνωστών ως drones.

Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, οι τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα των drones έχουν επιτρέψει την ανάπτυξη προηγμένων συστημάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορους σκοπούς, μεταξύ των οποίων και η **μεταφορά αγαθών**. Από την αρχική τους χρήση για στρατιωτικούς σκοπούς, τα drones έχουν εξελιχθεί σε πολύπλευρα εργαλεία που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς όπως η γεωργία, η αναψυχή, η ασφάλεια και η μεταφορά αγαθών.

### 1.1 Εισαγωγή στα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones)

Αν και η αρχική μετάφραση αναφέρεται σε μια ιπτάμενη ηλεκτρομηχανική τεχνολογία που χρησιμοποιείται για να σημαίνει "**drone**", ο όρος drone βασίζεται σε ένα παιχνίδι που χρησιμοποιεί τον όρο "Queen Bee"[1]. Η ιστορική εξέλιξη των drones δείχνει ότι το πρώτο όχημα που ταιριάζει στον ορισμό των μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων (UAV) ήταν το μη επανδρωμένο αερόστατο θερμού αέρα που χρησιμοποιήθηκε στη Γαλλία το 1783. Έκτοτε, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται σε αποστολές πληροφοριών, εναέριας επιτήρησης, έρευνας και διάσωσης, αναγνώρισης και επίθεσης ως μέρος του στρατιωτικού Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT). Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλούς τομείς, όπως οι μεταφορές φορτίων, οι πρώτες βοήθειες, η γεωργία, η ψυχαγωγία, το χόμπι, η ασφάλεια και η επιτήρηση, καθώς παρέχουν πολλές προσαρμόσιμες λύσεις που συνδυάζουν πρακτικότητα και ταχύτητα.

Σε κάθε περίπτωση, η χαμηλή ανάλυση των εικόνων ανοικτού κώδικα που παρέχονται από τους δορυφόρους, το κόστος των **εικόνων υψηλής ανάλυσης** και η εξάρτηση των δορυφορικών εικόνων από τις καιρικές συνθήκες δημιουργούν σημαντικά προβλήματα στην προμήθεια και την αξιολόγηση των εικόνων. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη **καλύπτουν ένα σημαντικό κενό**, καθώς οι εικόνες που λαμβάνονται από μη επανδρωμένα αεροσκάφη τα οποία μπορούν να πετούν αρκετά μέτρα πάνω από το έδαφος προσφέρουν πλεονεκτήματα όπως η ανάλυση δεδομένων με βάση το νέφος, επιτρέποντας στους κατασκευαστές να παρακολουθούν συνεχώς, εύκολα και γρήγορα την ανάπτυξη και την ποιότητα των προϊόντων[2].

Ο εν λόγω τεχνολογικός εξοπλισμός επιτρέπει επίσης την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της επιχειρηματικής κατάστασης στον κατασκευαστικό κλάδο, την ταχεία ανάλυση της περιοχής εκσκαφής στον κλάδο των ορυχείων, τον ακριβή προσδιορισμό της εκσκαφής που

πρόκειται να γίνει και την προκαταρκτική προετοιμασία. Στον τομέα της ενέργειας και των υποδομών, είναι δυνατός ο προσδιορισμός δρόμων, καλωδίων και αγωγών και ο ανάλογος προγραμματισμός. Οι οργανώσεις παροχής βοήθειας χρησιμοποιούν μη επανδρωμένα αεροσκάφη για τον εντοπισμό καταυλισμών, τον σχεδιασμό διαδρομών μεταφοράς και την παρακολούθηση των εργασιών. Επιτρέπει την **ταχεία παράδοση αγαθών και υπηρεσιών** και τη διευθέτηση των υποδομών επικοινωνίας σε περιοχές με μεγάλη πυκνότητα κτιρίων και ανθρώπων ή όπου δεν υπάρχει οδικός άξονας μεταφοράς.

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη εκπληρώνουν σημαντικά καθήκοντα στην παράδοση ιατρικών προμηθειών και τροφίμων σε μεγάλες αποστάσεις σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και σε ταχείες προσπάθειες διάσωσης. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη χρησιμοποιούνται επίσης για τον εντοπισμό ζημιών, επιτρέποντας στις ομάδες έκτακτης ανάγκης, όπως η πυροσβεστική, να επεμβαίνουν γρήγορα και με ασφάλεια σε επικίνδυνες περιοχές. Βλέπουμε επίσης μη επανδρωμένα αεροσκάφη στη μέτρηση του επιπέδου φθοράς σε οδικές αρτηρίες, σε ελέγχους ασφαλείας σε γέφυρες και σήραγγες και σε άλλους προσδιορισμούς, καθώς και σε εσωτερικούς ελέγχους κτιρίων που έχουν υποστεί μερική καταστροφή. Για την κάλυψη των αναγκών επικοινωνίας των διαφόρων ομάδων εργασίας ή των ομάδων διάσωσης στο πεδίο δράσης, τα drones μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην επικοινωνία καθώς και να βοηθήσουν στη γρήγορη δημιουργία ιδιωτικών δικτύων επικοινωνίας. Αν και το πρόβλημα της διάρκειας ζωής της μπαταρίας, το μεγαλύτερο εμπόδιο στη χρήση των μη επανδρωμένων αεροσκαφών, εξακολουθεί να αποτελεί πρόβλημα σε εργασίες μεγάλων αποστάσεων, είναι δυνατόν να εκτελούνται μεγαλύτερες λειτουργίες με την αλλαγή της μπαταρίας σε μελέτες μικρών αποστάσεων. Ένας άλλος σημαντικός περιορισμός των μη επανδρωμένων αεροσκαφών που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι η ανάγκη ανθρώπινης επίβλεψης για την εκτέλεση σχεδόν όλων των εργασιών που περιγράφονται, παράγοντες που επιβραδύνουν την εκτέλεση των συγκεκριμένων λειτουργιών και την επέμβαση σε περίπτωση κινδύνου.

Πολλοί παράγοντες λαμβάνονται υπόψη ανάλογα με το **μέγεθος και τα χαρακτηριστικά πτήσης** των μη επανδρωμένων αεροσκαφών. Μεταξύ αυτών μπορεί να υπολογιστεί η αύξηση του ενεργειακού κόστους λόγω της μείωσης του μεγέθους και η δυσκολία ανάρτησης στον αέρα. Από την άλλη πλευρά, δεν υπάρχει ιδανικός σχεδιασμός για drones σταθερών και περιστρεφόμενων πτερύγων που να συνδυάζει τόσο την αεροδυναμική όσο και την προωθητική απόδοση[2]. Σε αυτά περιλαμβάνονται οι παραδοσιακοί σχεδιασμοί σταθερών και περιστροφικών πτερύγων. Φυσικά, κάθε ένας από αυτούς τους σχεδιασμούς έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Για παράδειγμα, τα αεροσκάφη σταθερών πτερύγων μπορούν να πετάξουν γρήγορα και αποτελεσματικά, αλλά δεν μπορούν να αιωρούνται ενώ τα drones με περιστρεφόμενες πτέρυγες μπορούν να αιωρούνται και είναι ιδιαίτερα ευέλικτα, αλλά έχουν χαμηλότερη απόδοση πτήσης.

Η αύξηση της χρήσης εμπορικών και προσωπικών μη επανδρωμένων αεροσκαφών έχει καταστήσει αναγκαία την ύπαρξη πολλών κανονισμών για την **πρόληψη ατυχημάτων και την παροχή ελέγχου** των μη επανδρωμένων αεροσκαφών με τρόπο που να μην αποτελεί κίνδυνο[3]. Παρόλο που πολλές χώρες έχουν δημιουργήσει κανονισμούς για τα UAV, η αυξανόμενη χρήση των μη επανδρωμένων αεροσκαφών προκαλεί συνεχείς αλλαγές των κανόνων αλλά και την ανάγκη δημιουργίας νέων. Αυτοί οι κανονισμοί διαφέρουν μεταξύ

χωρών και περιοχών. Μεταξύ αυτών των κανονισμών, στο Ηνωμένο Βασίλειο, η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (CAA) περιορίζει το ύψος πτήσης των μη επανδρωμένων αεροσκαφών στα 500 πόδια, για μη επανδρωμένα αεροσκάφη που ζυγίζουν περισσότερο από μισό κιλό. Ο οργανισμός αναφέρει επίσης ότι απαγορεύεται η πτήση κοντά σε αεροδρόμια και ένα αεροσκάφος με τον "Dronocode" είναι υποχρεωτικό να μένει κάτω από τα 400 πόδια και τουλάχιστον 150 πόδια μακριά από κτίρια και ανθρώπους ενώ η συνεχόμενη παρακολούθησή του κατά τη διάρκεια της πτήσης κρίνεται αναγκαία [1].

## **1.2 Χαρακτηριστικά των drones**

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, σχεδιασμένα με **μηχανική αρχιτεκτονική** που μοιάζει με χαρταετό και έναν κινητήρα τοποθετημένο στα διαγώνια σημεία του, αποτελούνται κυρίως από τα εξής βασικά εξαρτήματα: έλικα, κινητήρα και κύριο σώμα. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, που γενικά ορίζονται ως κλάσης 250 και 450 ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των δύο διασταυρούμενων κινητήρων, ταξινομούνται σε **μονοστροφικά** (ελικόπτερα), **πολυστροφικά** (πολυκόπτερα), **σταθερής πτέρυγας** και **υβριδικά VTOL** σταθερής πτέρυγας ανάλογα με τις φυσικές τους δομές.

Τα μονοστροφικά μη επανδρωμένα αεροσκάφη είναι ελικόπτερα μικρού μεγέθους και διατίθενται τύποι με καύσιμα ή ηλεκτρικά. Η εργασία με ένα μόνο πτερύγιο και καύσιμα προσφέρει πλεονεκτήματα, όπως η **αύξηση της σταθερότητας** και η **πτήση μεγαλύτερων αποστάσεων**, αλλά ενέχει επίσης κινδύνους για την ασφάλεια.

Τα πολυκόπτερα είναι τα μικρότερα, ελαφρύτερα και πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα drones στην αγορά. Η απόσταση πτήσης, η ταχύτητα, το ύψος και το ωφέλιμο φορτίο τους είναι περιορισμένα. Αυτά τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, τα οποία συνήθως μεταφέρουν ελαφρύ φορτίο, όπως μια φωτογραφική μηχανή, χρησιμοποιούνται για **επίγειες παρατηρήσεις** και προσδιορισμούς με χρόνο πτήσης έως και 50 λεπτά.

Τα πολυκόπτερα χωρίζονται σε μοντέλα με τρεις (tricopter), τέσσερις (quadcopter), έξι (hexacopter) ή οκτώ (octocopter) κινητήρες. Ο κύριος παράγοντας που καθορίζει τον σχεδιασμό εδώ είναι η **μεταφορική ικανότητα** του μη επανδρωμένου αεροσκάφους και η απαιτούμενη **εμβέλεια** κατά συνέπεια, που εξαρτώνται από το μέγεθος και τον αριθμό των κινητήρων. Ανάλογα με την απαραίτητη εμβέλεια και τη δομή ελέγχου, υπάρχουν πολλοί τύποι μη επανδρωμένων αεροσκαφών, από μοντέλα για ερασιτεχνικούς σκοπούς με εμβέλεια 30-40 μέτρα έως επαγγελματικά μοντέλα με εμβέλεια 10 χλμ.+ , μαζί με τον κινητήρα, το πλαίσιο και την μπαταρία.

- **Τρίκοπτερο:** Έχει έξι βαθμούς ελευθερίας στους άξονες X-Y-Z. Το κόστος του είναι χαμηλότερο από άλλες επιλογές. Ωστόσο, αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα το γεγονός ότι δεν είναι συμμετρικό (*Εικόνα 1.1*)
- **Τετρακόπτερο:** Είναι ο πιο προτιμώμενος τύπος μη επανδρωμένου αεροσκάφους. Είναι απλό καθώς και ευέλικτο. Με αυτόν τον τρόπο, παρέχει ευκολία στη χρήση. Διαθέτει τέσσερις έλικες και τέσσερις κινητήρες, δύο δεξιά και δύο αριστερά, και μπορεί να



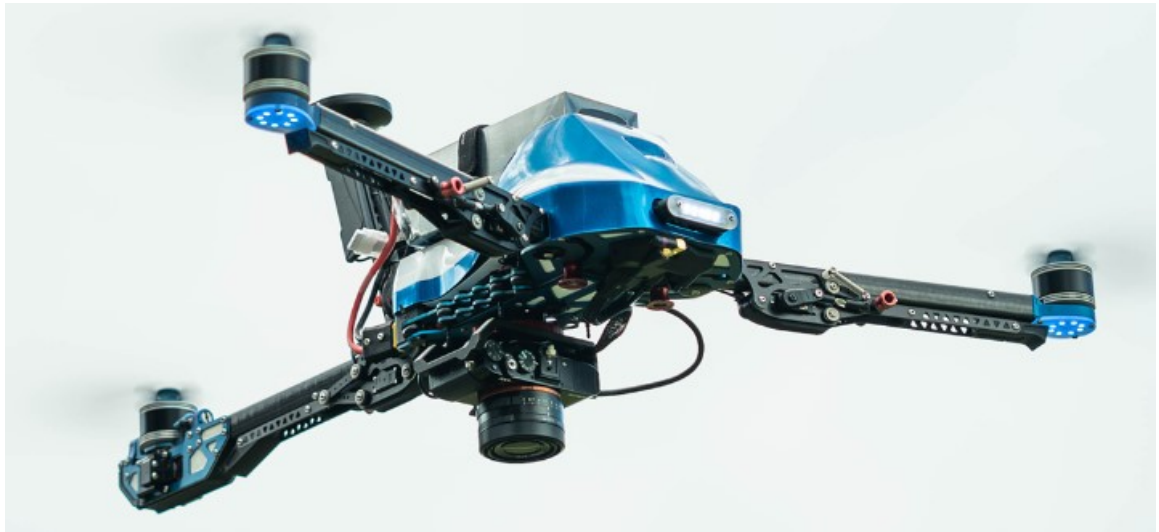
απογειωθεί με φορτίο έως και 5 kg. Μπορεί να επιτευχθεί μεγαλύτερη άνεση πτήσης με τη δομή των τεσσάρων βραχιόνων του που είναι συμμετρική. Ωστόσο, δεδομένου ότι το σύστημα του τετρακοπτέρου λειτουργεί ως σύνολο, δεν διαθέτει εφεδρικό σχέδιο ή πλεονασμό. Ως εκ τούτου, σε περίπτωση οποιασδήποτε δυσλειτουργίας, το drone πιθανότατα θα συντριβεί (*Εικόνα 1.2*).

- **Εξάπτερο:** Είναι ένας τύπος μη επανδρωμένου αεροσκάφους με έξι έλικες. Είναι ένας τύπος drone που μπορεί να προσφέρει εξαιρετικές επιδόσεις ακόμη και σε πτήσεις σε εσωτερικούς χώρους, χάρη στο προηγμένο σύστημα εμπρόσθιας όρασης και τους αισθητήρες υπερήχων. Μπορεί να εξοπλιστεί με διάφορους εξοπλισμούς και να απογειωθεί με φορτίο έως και 10 kg. Έχει τα χαρακτηριστικά της χρήσης των οχημάτων σε αυτόματα ή χειροκίνητη λειτουργία με προϊόντα που ονομάζονται γραφείο ή τερματικό οχήματος, τα οποία επιτρέπουν τη λειτουργία μεγαλύτερης εμβέλειας εκτός του συστήματος ελέγχου πτήσης και του τερματικού χειρός, όπως η επιστροφή στην αρχική θέση όταν βγαίνει εκτός της περιοχής κάλυψης, όταν διακόπτεται το σήμα ή όταν η μπαταρία πρόκειται να εξαντληθεί (*Εικόνα 1.3*).
- **Οκτακόπτερο:** Είναι ένας τύπος μη επανδρωμένου αεροσκάφους με οκτώ έλικες. Είναι ένας προηγμένος τύπος drone που μπορεί να απογειωθεί με φορτίο 25 kg συμπεριλαμβανομένου και του εξοπλισμού του. Προτιμάται ιδιαίτερα για εργασίες με μεγάλο φορτίο (*Εικόνα 1.4*).

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη σταθερής πτέρυγας χρησιμοποιούν φτερά όπως ένα κανονικό αεροπλάνο, αντί για ρότορες κάθετης ανύψωσης για την παροχή άντωσης. Με άλλα λόγια, χρειάζονται ενέργεια μόνο για να κινηθούν προς τα εμπρός. Είναι πολύ πιο αποδοτικά, καθώς δεν χρησιμοποιούν πρόσθετη ενέργεια για να παραμείνουν στον αέρα, οπότε μπορούν να καλύψουν μεγαλύτερες αποστάσεις και να σαρώσουν πολύ μεγαλύτερες περιοχές. Τα βενζινοκίνητα μπορούν να παραμείνουν στον αέρα για 16 ώρες ή και περισσότερο (*Εικόνα 1.5*). Το κύριο μειονέκτημα των αεροσκαφών σταθερής πτέρυγας είναι ότι δεν μπορούν να πετάξουν σε ένα σημείο. Ανάλογα με το μέγεθός τους, χρειάζονται ένα διάδρομο ή έναν εκτοξευτήρα για να τα ανεβάσουν στον αέρα. Οι σταθερές πτέρυγες καθιστούν επίσης την εκτόξευση και την προσγείωσή τους πολύ πιο δύσκολη, καθώς μπορεί να απαιτείται διάδρομος, αλεξίπτωτο ή δίχτυ για την ασφαλή προσγείωση μετά την πτήση. Μόνο τα μικρότερα μη επανδρωμένα αεροσκάφη σταθερής πτέρυγας είναι κατάλληλα για χειροκίνητη εκτόξευση και "προσγείωση με την κοιλιά" σε ανοιχτό χώρο. Άλλες αρνητικές πτυχές είναι το υψηλό κόστος και η δυσκολία χρήσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών σταθερής πτέρυγας. Χρειάζεται εκπαίδευση και πιστοποίηση για την ανάπτυξη δυνατοτήτων ελέγχου ώστε να είναι δυνατή η απογείωση, η πτήση και η ομαλή προσγείωση κατά την εκτόξευση ενός drone σταθερής πτέρυγας. Η διαφορά που πρέπει να ληφθεί υπόψη από τον πιλότο είναι ότι ένα drone σταθερής πτέρυγας κινείται πάντα πολύ ταχύτερα από ένα προωθημένο, πολυροτρονικό drone.

Τέλος, τα σταθερής πτέρυγας υβριδικό drone VTOL είναι μια νέα υβριδική κατηγορία που μπορεί επίσης να απογειωθεί και να προσγειωθεί κατακόρυφα, συνδυάζοντας τα πλεονεκτήματα των UAV σταθερής πτέρυγας και την ικανότητα αιώρησης. Αυτά τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη είναι ένα μείγμα μη επανδρωμένων αεροσκαφών σταθερής πτέρυγας με ρότορες προσαρτημένους στα πτερύγια και μη επανδρωμένων αεροσκαφών με ρότορα (*Εικόνα 1.6*). Υπάρχουν σχέδια σταθερής πτέρυγας χωρίς χαρακτηριστικό κίνησης των

κινητήρων κάθετης ανύψωσης, μοντέλα με κινητήρες που παρέχουν κίνηση προς τα εμπρός και διάφοροι τύποι με έλικες που μπορούν να κινούνται προς τα πάνω και προς τα κάτω για απογείωση και οριζόντια για πτήση προς τα εμπρός. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη σταθερής πτέρυγας υβριδικά VTOL, χάρη στην τεχνολογία υβριδικής τους προσέγγισης, προσφέρουν στους χρήστες την ανθεκτικότητα ενός σχεδιασμού σταθερής πτέρυγας και τις δυνατότητες κατακόρυφης πτήσης ενός σχεδιασμού με επίκεντρο το στροφέιο. Με την εισαγωγή σύγχρονων αυτόματων πιλότων, γυροσκοπίων και επιταχυνσιόμετρων στον τομέα αυτό, έχει γίνει ευκολότερη η λειτουργία αυτών των μη επανδρωμένων αεροσκαφών.



*Εικόνα 1.1 Τρικόπτερο drone*

*Πηγή: ( SwitchBlade-Elite Tricopter, Vision Aerial)*



*Εικόνα 1.2 Τετρακόπτερο drone*

*Πηγή: (DJI AIR 2S, Drone Nerds)*



*Εικόνα 1.3 Εξακόπτερο drone*

*Πηγή: (YUNEEC Typhoon H Hexacopter, Amazon)*



*Εικόνα 1.4 Οκτακόπτερο drone*

*Πηγή: (Spreading Wings S1000 octocopter drone, DJI)*



*Εικόνα 1.5. Drone σταθερών πτερόγων*

*Πηγή: (Fixed-wing drones: the evolution of the technology, WINGTRA)*



*Εικόνα 1.5 Υβριδικό drone VLOT Σταθερών Πτερόγων*

*Πηγή: (E400 ISR Drone, Autelpilot)*

Τα υβριδικά μη επανδρωμένα αεροσκάφη VTOL σταθερής πτέρυγας έχουν τα πλεονεκτήματα της κάθετης πτήσης και της αιώρησης, προσφέροντας **μεγαλύτερη ευελιξία** από τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη σταθερής πτέρυγας και την **αντοχή** που απαιτείται για να διανύουν μεγάλες αποστάσεις με βαριά φορτία. Από την άλλη πλευρά, θα μπορούσαν να είναι καλύτερα τόσο στα χαρακτηριστικά πτήσης προς τα εμπρός όσο και στα χαρακτηριστικά αιώρησης, και η

ανάγκη για εξειδικευμένο προσωπικό στην πτήση και τον έλεγχο αυτών των τύπων μη επανδρωμένων αεροσκαφών αποτελεί σημαντικό στοιχείο.

Για να πετάξει ένα μη επανδρωμένο αεροσκάφος, πρέπει να έχει μια **πηγή ενέργειας**. Οι πηγές ενέργειάς τους τα ταξινομούν σε μη επανδρωμένα αεροσκάφη που λειτουργούν με μπαταρίες, με καύσιμα, με υβριδικά συστήματα, με κυψέλες καυσίμου υδρογόνου και με ηλιακή ενέργεια. Παρά τα πλεονεκτήματα των μη επανδρωμένων αεροσκαφών που λειτουργούν με μπαταρίες, όπως το μικρό βάρος, η επαρκής αποθήκευση ενέργειας και οι υψηλοί ρυθμοί εκφόρτισης, έχουν μειονεκτήματα, όπως η μικρή διάρκεια ζωής, η ταχεία κατανάλωση ενέργειας και οι κίνδυνοι καύσης. Τα βενζινοκίνητα μη επανδρωμένα αεροσκάφη έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η μη ανάγκη για ακριβές εφεδρικές μπαταρίες και σταθμούς φόρτισης, η μη ανάγκη αναμονής για την επαναφόρτιση των μπαταριών, οι υψηλές ταχύτητες πτήσης, η μεταφορά βαρέων φορτίων και οι μεγάλοι χρόνοι πτήσης. Από την άλλη πλευρά, έχουν ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά όπως το μεγάλο μέγεθος, η θορυβώδης λειτουργία και η καύση και έκρηξη λόγω καυσίμου. Αν και τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη με κυψέλες καυσίμου υδρογόνου έχουν θετικά χαρακτηριστικά, όπως η χρήση ανανεώσιμης και φιλικής προς το περιβάλλον ενέργειας, η υψηλότερη ενεργειακή απόδοση από τις μπαταρίες, ο μεγάλος χρόνος πτήσης και ο σύντομος ανεφοδιασμός, έχουν μειονεκτήματα, όπως η υπερβολική παραγωγή θερμότητας και η χαμηλή απόδοση λειτουργίας. Τα ηλιακά drones, από την άλλη πλευρά, έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος και είναι ελαφριά αλλά έχουν περιορισμένο χρόνο πτήσης.

Σύμφωνα με τον **τύπο κινητήρα**, τα drone χωρίζονται σε αυτά με κινητήρες βουρτσών, κινητήρες χωρίς ψήκτρες, κινητήρες εσωτερικής καύσης, ηλεκτρικούς και τουρμπινοκινητήρες. Οι πιο συνηθισμένοι είναι οι κινητήρες με ψήκτρες που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στα drones αναψυχής όμως παρόλο που είναι φθηνοί, απαιτούν πολλή συντήρηση. Όσο μεγαλύτερες είναι οι διαστάσεις αυτών των κινητήρων, τόσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς τους. Οι περισσότεροι κινητήρες δεν έρχονται σε άμεση επαφή με την έλικα. Οι κινητήρες χωρίς ψήκτρες, όντας σε επαφή με το στροφέιο, μειώνουν την ανάγκη συντήρησης και αυξάνουν την απόδοση λειτουργίας ενώ διαθέτουν πολύ μεγαλύτερη ισχύ από τους κινητήρες χωρίς ψήκτρες. Ωστόσο, δεδομένου ότι αυτός ο τύπος κινητήρα drone λειτουργεί κυρίως με εναλλασσόμενο ρεύμα, κάθε κινητήρας πρέπει να διαθέτει ηλεκτρονικό ελεγκτή στροφών (ESC) που ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής του[3].

### **1.3 Ιστορική αναδρομή στη χρήση των drones για τη μεταφορά αγαθών**

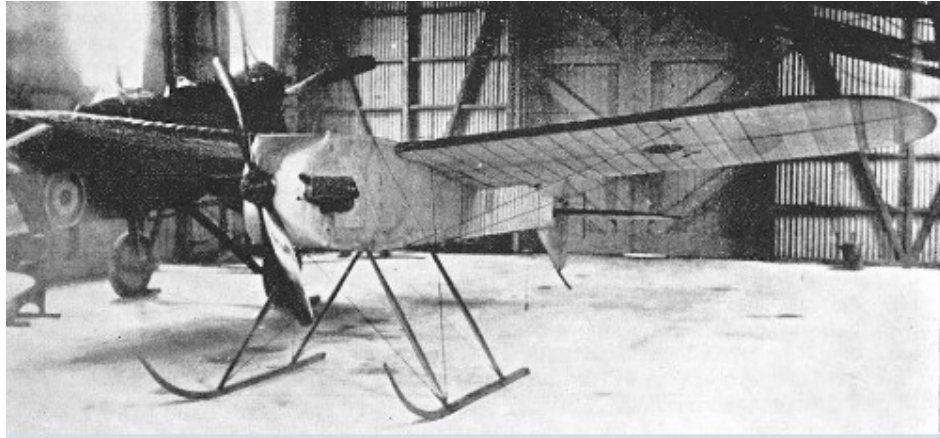
Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (UAV), γνωστά και ως drones, έχουν γίνει γρήγορα αναπόσπαστο μέρος της σύγχρονης αεροδιαστημικής τεχνολογίας. Η ιδέα των τηλεκατευθυνόμενων ιπτάμενων συσκευών μπορεί να αναχθεί στις αρχές του 20ού αιώνα, όταν ο Αμερικανός φυσικός και εφευρέτης Νικόλα Τέσλα παρουσίασε ένα θεωρητικό σχέδιο για ένα τηλεκατευθυνόμενο αεροσκάφος. Ωστόσο, μόλις στα μέσα του 20ού αιώνα αναπτύχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για στρατιωτικούς σκοπούς τα πρώτα πρακτικά UAV. Οι απαρχές των UAV μπορούν να αποδοθούν στον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο, με διάφορες χώρες να πειραματίζονται με τηλεκατευθυνόμενα αεροσκάφη για αναγνωριστικές αποστολές. Με την



πάροδο του χρόνου, η πρόοδος της τεχνολογίας και οι σημαντικές ανακαλύψεις επέτρεψαν στα UAV να εξελιχθούν, οδηγώντας στην ευρεία χρήση τους σε διάφορους τομείς, όπως στρατιωτικές επιχειρήσεις, πολιτικές εφαρμογές, επιστημονική έρευνα και σκοπούς αναψυχής.

Εδώ παρουσιάζεται ένας σύντομος κατάλογος των εφαρμογών των συστημάτων παράδοσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών στην ιστορία, ξεκινώντας από τα τέλη του 18ου αιώνα:

- Το 1917, το πρώτο τηλεκατευθυνόμενο (και μηχανοκίνητο) εναέριο μη επανδρωμένο αεροσκάφος: το Sopwith Aerial Target που αναπτύχθηκε από τον Archibald Low.



*Εικόνα 1.7 Το πρώτο τηλεκατευθυνόμενο εναέριο μη επανδρωμένο αεροσκάφος*

*Πηγή: (Their Flying Machines)*

- Το 1935, η πρώτη γνωστή χρήση της λέξης drone για να περιγράψει ένα μη επανδρωμένο όχημα: οι τηλεχειριζόμενοι εναέριοι στόχοι του Πολεμικού Ναυτικού των ΗΠΑ από τον διοικητή Delmer Fahmy.
- Το 1942, το πρώτο παλμικό αεροσκάφος: Γερμανική βόμβα V1.
- Το 1951, το πρώτο μη επανδρωμένο αεροσκάφος με αεριοθούμενο κινητήρα: Ryan Model 147 Firebee.
- Το 1956, το πρώτο τηλεκατευθυνόμενο μη επανδρωμένο αεροσκάφος: Μάχη του Palmdale, Καλιφόρνια, όταν ένα drone Grumman F-6F-5K του Πολεμικού Ναυτικού των ΗΠΑ εξαπολύθηκε πάνω από το Λος Άντζελες και τα δύο μαχητικά αεροσκάφη F-89D Scorpion της USAF απέτυχαν να το καταρρίψουν.
- Το 1959, το πρώτο ανθυποβρυχιακό μη επανδρωμένο αεροσκάφος: Gyrodyne QH-50 DASH.
- Το 1964, το πρώτο υπερηχητικό μη επανδρωμένο αεροσκάφος: το Lockheed D-21 έφτασε τα 3 Mach.

- Το 1967, το πρώτο UAV τακτικής αναγνώρισης: χρησιμοποιήθηκε από το Ισραήλ στον πόλεμο της φθοράς του 1967.
- Το 1973, τα πρώτα μη επανδρωμένα αεροσκάφη δόλωμα - χρησιμοποιήθηκαν από το Ισραήλ στον πόλεμο του Γιομ Κιπούρ.
- Το 1991, μια ιαπωνική εταιρεία, η KEYENCE CORPORATION GyroSaucer παρήγαγε το πρώτο καταναλωτικό eVTOL drone.
- Το 1996, το πρώτο αυτόνομο μη επανδρωμένο αεροσκάφος: Boeing Lockheed RQ-3 Darkstar.
- Το 1999, Η Draganfly Inc. κυκλοφόρησε το πρώτο εμπορικό eVTOL drone.
- Το 2001, η πρώτη επίθεση με μη επανδρωμένο αεροσκάφος: Predator της General Atomics στο Αφγανιστάν με εντολή της CIA.
- Το 2004, το πρώτο υπερηχητικό και ταχύτερο μη επανδρωμένο αεροσκάφος: NASA X-43A έφτασε τα 9,6 Mach.
- Το 2012, η Google X ξεκινά το Project Wing, εργασίες για συστήματα παράδοσης με μη επανδρωμένα αεροσκάφη.
- Το 2013, ιδρύεται η Flirtey και αρχίζει να εργάζεται σε συστήματα παράδοσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών.
- Το 2013, η Βασιλική Καναδική Έφιππη Αστυνομία | Gendarmerie Royale du Canada καταγράφει την πρώτη χρήση ενός drone, ενός Dragonfly, για τη διάσωση μιας ζωής.
- Το 2014, η Zipline αρχίζει να εργάζεται σε συστήματα παράδοσης με μη επανδρωμένα αεροσκάφη.
- Το 2014, η WINGCOPTER αρχίζει να εργάζεται στο πρώτο υβριδικό σύστημα παράδοσης με drone (FW-VTOL).
- Το 2016, η Flirtey (νυν SkyDrop) πραγματοποίησε την πρώτη πλήρως αυτόνομη παράδοση με drone, εγκεκριμένη από την FAA, σε αστικό περιβάλλον στις ΗΠΑ.
- Το 2018, η Wingcopter σημειώνει το παγκόσμιο ρεκόρ για την ταχύτερη ταχύτητα εδάφους από τηλεχειριζόμενο αεροσκάφος με tilt-rotor (149,5 mph).
- Το 2019, ταχύτερο ηλεκτρικό drone: Με τελική ταχύτητα 163,5 μίλια/ώρα, το DRL RacerX βάρους 1,76 κιλών κατέρριψε το παγκόσμιο ρεκόρ Γκίνες για την ταχύτερη ταχύτητα εδάφους από τηλεκατευθυνόμενο τετρακόπτερο με μπαταρία.

Με την αυγή του 21ου αιώνα, η ανάπτυξη, η καινοτομία και η ενσωμάτωση των UAV συνεχίζουν να **αναδιαμορφώνουν την αεροδιαστημική βιομηχανία**, υποσχόμενοι ένα



συναρπαστικό μέλλον για τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα. Τα συστήματα παράδοσης με μη επανδρωμένα αεροσκάφη πρόκειται να αποτελέσουν αναπόσπαστο μέρος της εφοδιαστικής βιομηχανίας τα επόμενα χρόνια και η τεχνολογία αυτή θα αποτελέσει το επίκεντρο πολλαπλών τεχνολογιών όπως η τεχνητή νοημοσύνη, τα ελαφριά υλικά, το UTM κ.λπ.

## **1.4 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας**

Δεδομένου του επίκαιρου και εκτεταμένου ρόλου που παίζουν τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones) στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και της σημασίας τους στη σύγχρονη τεχνολογική και επιχειρηματική κοινότητα, αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η **διερεύνηση των χαρακτηριστικών μεταφοράς αγαθών μέσω μη επανδρωμένων αεροσκαφών**. Για την επίτευξη αυτού του στόχου αρχικά πραγματοποιήθηκε ενδελεχής βιβλιογραφική ανασκόπηση τόσο σε συναφείς έρευνες όσο και σε χαρακτηριστικά κίνησης και λειτουργίας των drones. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε έρευνα ερωτηματολογίου με χρήση μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης σε δείγμα 206 συμμετεχόντων στην οποία διερευνήθηκαν οι παράμετροι που επηρεάζουν την επιλογή μέσου μεταφοράς αγαθών και πιο συγκεκριμένα ο χρόνος παράδοσης, το κόστος αποστολής και η ευελιξία κατά την παράδοση.

Τα τελευταία χρόνια, τα drones έχουν εκτοξευτεί στο προσκήνιο ως ένα αποτελεσματικό μέσο μεταφοράς για διάφορα αγαθά. Αυτό οφείλεται στην τεχνολογική τους εξέλιξη που τα έχει καταστήσει πιο αξιόπιστα, ασφαλή και οικονομικά σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους μεταφοράς. Αυτό έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές σε διάφορους τομείς, όπως η λογιστική, η διανομή, η ανθρωπιστική βοήθεια και η υγεία, με την τεχνολογία αυτή να παρέχει νέες δυνατότητες και ευκαιρίες.

Ένας από τους κύριους λόγους που καθιστούν ενδιαφέρον και επίκαιρο το θέμα της μεταφοράς αγαθών μέσω drones είναι η ανάγκη για **αποτελεσματικές και ασφαλείς λύσεις μεταφοράς** σε μια εποχή που η κίνηση εμπορευμάτων και εμπορευματικών δραστηριοτήτων αυξάνεται συνεχώς. Με την αύξηση του εμπορίου και των αναγκών των καταναλωτών, αναδύονται νέες απαιτήσεις για γρήγορες, αξιόπιστες και αποτελεσματικές μεθόδους μεταφοράς. Συγχρόνως, οι περιβαλλοντικές προκλήσεις και οι περιορισμοί στον χρόνο και το κόστος των μεταφορικών διαδρομών ενισχύουν την ανάγκη για καινοτόμες λύσεις, όπως τα drones, που μπορούν να παρέχουν γρήγορες και οικονομικά αποδοτικές επιλογές μεταφοράς.

Επιπλέον, η εκμετάλλευση της τεχνολογίας των drones για τη μεταφορά αγαθών προσφέρει νέες δυνατότητες στην ανθρώπινη κοινωνία. Σε περιοχές που δυσκολεύεται η πρόσβαση λόγω γεωγραφικών ή κλιματικών συνθηκών, τα drones μπορούν να αποτελέσουν ένα αποτελεσματικό μέσο για την παροχή βοήθειας και εφοδιασμού. Επιπλέον, οι εφαρμογές τους στον τομέα της ιατρικής μεταφοράς, όπως η παράδοση φαρμάκων και ιατρικών εξοπλισμών σε απομακρυσμένες περιοχές ή σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, αποτελούν έναν ακόμα λόγο για τη σημασία και την επίκαιρη ανάπτυξη των μεθόδων μεταφοράς μέσω drones.

Τέλος, η επιλογή αυτού του θέματος αντικατοπτρίζει την ανάγκη για μια περαιτέρω εξέταση της τεχνολογίας των drones και των προκλήσεων που προκύπτουν από την εφαρμογή τους

στον τομέα της μεταφοράς αγαθών. Με την ταχεία εξέλιξη της τεχνολογίας και την αυξανόμενη ανάγκη για αποδοτικές και βιώσιμες λύσεις μεταφοράς, η διερεύνηση αυτού του θέματος αναμένεται να προσφέρει σημαντικές ενδείξεις και κατευθύνσεις για μελλοντικές εφαρμογές και αναπτύξεις στον τομέα της μεταφοράς.

## **1.5 Μεθοδολογία του ερωτηματολογίου**

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία βασίζεται σε έναν συνδυασμό πρωτογενών και δευτερογενών πηγών, καθώς και σε ανάλυση περιπτώσεων και ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε εκτενής ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας σχετικά με τη χρήση drones στη μεταφορά αγαθών. Αυτή η ανασκόπηση επέτρεψε την κατανόηση της εξέλιξης της τεχνολογίας, των προκλήσεων και των εφαρμογών των drones στον συγκεκριμένο τομέα.

Επίσης, πραγματοποιήθηκε συλλογή και ανάλυση δεδομένων από πρωτογενείς πηγές, όπως επιστημονικά άρθρα, αναφορές εταιρειών και ιστοσελίδες αρμόδιων φορέων, προκειμένου να αξιολογηθεί η παρούσα κατάσταση, οι τεχνολογικές εξελίξεις και οι τάσεις στον τομέα της μεταφοράς αγαθών μέσω drones.

Για τη συλλογή και ανάλυση αυτών των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε μια συνδυασμένη προσέγγιση κβαντικής και ποιοτικής ανάλυσης. Η ποσοτική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση δεδομένων υψηλού όγκου και την αντικειμενική αξιολόγηση των πληροφοριών, ενώ η ποιοτική ανάλυση εστιάστηκε στην ερμηνεία των δεδομένων και την ανάπτυξη συμπερασμάτων.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε ανάλυση περιπτώσεων σχετικών με τη χρήση drones στη μεταφορά αγαθών, προκειμένου να διερευνηθούν πρακτικά παραδείγματα εφαρμογών, προβλήματα που αντιμετωπίζονται και λύσεις που προτείνονται.

Τέλος, η μεθοδολογία περιλαμβάνει την κατάλληλη παρουσίαση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων, καθώς και τη σύνθεση συμπερασμάτων που προκύπτουν από την ανάλυση των δεδομένων και των περιπτώσεων που εξετάστηκαν.

## **1.6 Καινοτομία**

Η παρούσα εργασία είναι καινοτόμα διότι εξερευνά ένα ευρύ φάσμα πτυχών σχετικά με τη χρήση των drones στον τομέα της μεταφοράς αγαθών, μια σχετικά νέα εφαρμογή της τεχνολογίας των drones. Υπάρχουν λίγες μελέτες που έχουν εξετάσει εκτενώς αυτό το θέμα, κάτι που καθιστά αυτήν την έρευνα πρωτοποριακή.

Η εργασία αντιμετωπίζει το θέμα με πολυδιάστατο τρόπο, εξετάζοντας όχι μόνο τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των drones, αλλά και τις εφαρμογές τους, τις προκλήσεις που

αντιμετωπίζουν και τις πιθανές μελλοντικές εξελίξεις. Με αυτόν τον τρόπο, παρέχει μια ολοκληρωμένη και εκτεταμένη εικόνα του πώς τα drones μπορούν να εφαρμοστούν στη μεταφορά αγαθών και ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα προβλήματα που σχετίζονται με αυτήν τη χρήση.

Επιπλέον, η εργασία αναδεικνύει τη σημασία της τεχνολογικής καινοτομίας στη βελτίωση των διαδικασιών μεταφοράς αγαθών και την αντιμετώπιση προκλήσεων όπως η αποτελεσματικότητα, η ασφάλεια και η βιωσιμότητα ενώ εστιάζει στον τρόπο με τον οποίο τα drones μπορούν να εφαρμοστούν σε διαφορετικούς τομείς, από τη λιανική πώληση έως την παροχή βοήθειας σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.

Ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο που καθιστά αυτήν την εργασία καινοτόμα, είναι η ανάλυση των νέων τεχνολογικών εξελίξεων που επηρεάζουν τη μεταφορά αγαθών μέσω drones. Η ταχεία εξέλιξη της τεχνολογίας δημιουργεί συνεχώς νέες ευκαιρίες και προκλήσεις για τη χρήση των drones, κάτι που απαιτεί συνεχή παρακολούθηση και ανάλυση.

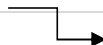
## **1.7 Δομή**

Το πρώτο κεφάλαιο της εργασίας αποτελεί μια γενική εισαγωγή στην τεχνολογία των μη επανδρωμένων αεροσκαφών και στο πεδίο της μεταφοράς αγαθών μέσω drones. Αναφέρονται η ιστορική αναπτυξιακή πορεία της τεχνολογίας αυτής καθώς επίσης, περιγράφονται οι γενικοί στόχοι και η σημασία της παρούσας έρευνας στο πλαίσιο της συνεισφοράς της στην περαιτέρω κατανόηση του θέματος και των πιθανών εφαρμογών της.

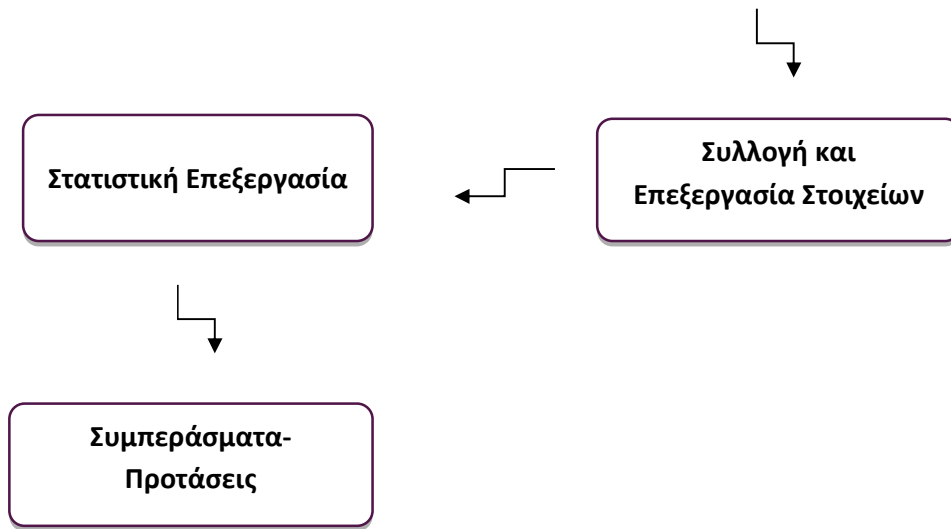
Το δεύτερο κεφάλαιο ασχολείται με πληθώρα πραγμάτων όπως τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των drones και τη σημασία τους στο πλαίσιο της μεταφοράς αγαθών. Αναλύονται οι τύποι drones που χρησιμοποιούνται για την εν λόγω λειτουργία, καθώς και οι κύριες τεχνολογικές προδιαγραφές που επηρεάζουν την απόδοσή τους. Επιπλέον, αναφέρονται οι σύγχρονοι αισθητήρες και άλλος εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την ασφαλή και αποτελεσματική μεταφορά αγαθών μέσω drones. Ακόμα, γίνεται μια εκτεταμένη ανάλυση των προκλήσεων που προκύπτουν κατά τη μεταφορά αυτή καθώς και των λύσεων που προτείνονται για την αντιμετώπισή τους. Αναλύονται τα τεχνικά και νομικά θέματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη, καθώς και οι καινοτόμες τεχνολογίες και πρακτικές που εφαρμόζονται για την εξάλειψή τους. Τέλος, πραγματεύεται τις εφαρμογές της μεταφοράς αγαθών μέσω drones σε διάφορους τομείς, καθώς και τις μελλοντικές προοπτικές ανάπτυξής τους. Αναφέρονται παραδείγματα χρήσεων των drones σε περιβάλλοντα όπως το λιανικό εμπόριο, η υγειονομική περίθαλψη και η αγροτική παραγωγή, ενώ προβλέπονται καινοτόμες εφαρμογές και τεχνολογικές εξελίξεις που θα διαμορφώσουν το μέλλον της μεταφοράς αγαθών μέσω drones.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται υπό μορφή διαγράμματος ροής τα διαδοχικά στάδια που ακολουθήθηκαν κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας.

Καθορισμός Στόχου



Βιβλιογραφική  
Ανασκόπηση



*Διάγραμμα 1.1 Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° : Βιβλιογραφική Ανασκόπηση**

Τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των drones αντιπροσωπεύουν την εξέλιξη της αεροδιαστημικής τεχνολογίας και της ρομποτικής, επιτρέποντας την αυτόνομη λειτουργία και την αποστολή ποικίλων εργασιών σε διάφορους τομείς. Ας εξετάσουμε τα βασικά τεχνολογικά στοιχεία που καθιστούν τα drones τόσο προηγμένα και λειτουργικά.

Ένα από τα σημαντικότερα τεχνολογικά χαρακτηριστικά είναι η **αυτόνομη πτήση**. Τα περισσότερα σύγχρονα drones είναι εξοπλισμένα με προηγμένα συστήματα πλοήγησης και ελέγχου, όπως GPS και ενσωματωμένους αισθητήρες, τα οποία τους επιτρέπουν να πετούν αυτόνομα χωρίς την ανάγκη συνεχούς ανθρώπινης παρέμβασης.

Το **μέγεθος** και η **σχεδίαση** των drones είναι επίσης σημαντικά τεχνολογικά χαρακτηριστικά. Ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις της αποστολής, μπορούν να επιλεγθούν drones μικρά και ελαφριά για ευκολία στη μεταφορά και την εκτέλεση αποστολών σε περιορισμένους χώρους ή μεγάλα και εξελιγμένα για πιο πολύπλοκες αποστολές.

Οι **αισθητήρες** αποτελούν άλλο ζωτικό τμήμα της τεχνολογίας των drones. Ανάλογα με τη χρήση, τα drones μπορεί να είναι εξοπλισμένα με διάφορους τύπους αισθητήρων, συμπεριλαμβανομένων καμερών, λέιζερ, θερμικών αισθητήρων και άλλων, τα οποία επιτρέπουν την αποτελεσματική εκτέλεση των αποστολών τους.

Η **μπαταρία** και η διάρκειά της είναι άλλα σημαντικά τεχνολογικά χαρακτηριστικά. Η εξέλιξη των μπαταριών έχει επιτρέψει στους κατασκευαστές να βελτιώσουν τη διάρκεια της μπαταρίας των drones, επιτρέποντάς τους να παραμένουν σε λειτουργία για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα και να καλύπτουν μεγαλύτερες αποστάσεις.

Τέλος, οι **δυνατότητες επικοινωνίας** είναι επίσης σημαντικές. Τα περισσότερα σύγχρονα drones είναι εξοπλισμένα με τεχνολογία Wi-Fi, Bluetooth ή άλλες μορφές ασύρματης επικοινωνίας, οι οποίες επιτρέπουν τη μετάδοση δεδομένων και την αλληλεπίδραση με άλλες συσκευές ή συστήματα ελέγχου.

Αυτά τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά αντιπροσωπεύουν μόνο μια μικρή μερίδα του εύρους και της πολυπλοκότητας που καθιστούν τα drones τόσο εντυπωσιακά και χρήσιμα σε μια πληθώρα εφαρμογών. Καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να εξελίσσεται, αναμένεται να δούμε ακόμα περισσότερες καινοτομίες που θα βελτιώνουν τη λειτουργικότητα και τις δυνατότητες των drones.

### **2.1 Εξέλιξη της τεχνολογίας των drones**

Η χρήση των μη επανδρωμένων αεροσκαφών δεν είναι μια νέα έννοια στην εξέλιξη της τεχνολογίας αλλά έχει εξελιχθεί από στρατιωτικές εφαρμογές σε εκπαιδευτικά προγράμματα, με διάφορους τύπους μη επανδρωμένων αεροσκαφών και τις εφαρμογές τους να εφευρίσκονται και να αναπτύσσονται με την πάροδο του χρόνου. Η ιστορία της τεχνολογίας των μη

επανδρωμένων αεροσκαφών χρονολογείται από το 1839 και έχει δει σημαντικά ορόσημα, όπως η ανάπτυξη αυτόματων, μη επανδρωμένων αεροπλάνων κατά τη διάρκεια του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου από τις ΗΠΑ και τη Γαλλία. Η Μεγάλη Βρετανία συνέβαλε επίσης σημαντικά με την ανάπτυξη του πρώτου αεροσκάφους χωρίς πιλότο με φτερά, του Ruston Proctor Aerial Target. Ωστόσο, η ιστορία της μη στρατιωτικής χρήσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών δεν ξεκίνησε σοβαρά μέχρι το 2006. Σήμερα, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη χρησιμοποιούνται για πλήθος λειτουργιών, όπως η παρακολούθηση της κλιματικής αλλαγής, η παράδοση αγαθών, η υποβοήθηση επιχειρήσεων έρευνας και διάσωσης, καθώς και η κινηματογράφηση και η φωτογράφιση. Τα περισσότερα μη επανδρωμένα αεροσκάφη σταθερής πτέρυγας, χρησιμοποιούνται σε στρατιωτικές εφαρμογές, ενώ τα πολυκόπτερα ή τετρακόπτερα έχουν αποκτήσει σημαντική δημοτικότητα σε εκπαιδευτικά έργα. Είναι συναρπαστικό να βλέπει κανείς πώς η τεχνολογία των drone έχει εξελιχθεί από τις στρατιωτικές της καταβολές στο σημερινό ευρύ φάσμα εφαρμογών σε διάφορους τομείς. Αυτή η εξέλιξη αποτελεί απόδειξη της συνεχούς προόδου της τεχνολογίας και του αντίκτυπου της στη ζωή όλων.

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, έχουν εξελιχθεί σημαντικά από τη Βιομηχανική Επανάσταση. Τα πρώτα πολυκόπτερα, που δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια πλακετών προγραμματισμού ελεγκτών πτήσης, ήταν ασταθή. Οι ερευνητές χρησιμοποιούσαν αερόστατα θερμού αερίου για αεροφωτογράφιση, αλλά η ποιότητα της εικόνας ήταν συχνά κακή. Σήμερα, χάρη στις τεχνολογικές εξελίξεις, τα drones χρησιμοποιούνται για **αεροφωτογραφίες και βίντεοσκόπηση υψηλής ποιότητας**. Τα σύγχρονα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, ιδίως τα τετρακόπτερα, είναι εξοπλισμένα με προηγμένες κάμερες και συστήματα σταθεροποίησης, επιτρέποντας στους χρήστες να καταγράφουν εκπληκτικές εικόνες και βίντεο. Αυτή η εξέλιξη αναδεικνύει τον αντίκτυπο της συνεχούς τεχνολογικής προόδου σε διάφορους τομείς.

Η τεχνολογία των μη επανδρωμένων αεροσκαφών έχει υποστεί σημαντική επανάσταση λόγω της προόδου στην ενσωμάτωση των πλακετών ελέγχου πτήσης και των συστημάτων πλοήγησης. Η **πλακέτα ελεγκτή πτήσης**, ένα κρίσιμο εξάρτημα ενός drone, επεξεργάζεται όλα τα δεδομένα αισθητήρων και δίνει εντολές σε ολόκληρο το όχημα. Αυτή η προηγμένη ενσωμάτωση έχει καταστήσει δυνατές πολλές τεχνολογίες, όπως η ακριβής προσγείωση, ο ακριβής εντοπισμός θέσης, η αποφυγή αντικειμένων και η παρακολούθηση του εδάφους. Αυτές οι εξελίξεις έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη διαφόρων εφαρμογών μη επανδρωμένων αεροσκαφών. Για παράδειγμα, τα γεωργικά drones χρησιμοποιούνται για εργασίες όπως ο ψεκασμός λιπασμάτων, συμβάλλοντας στη γεωργία ακριβείας, τα στρατιωτικά μη επανδρωμένα αεροσκάφη χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό αποστολών, παρέχοντας κρίσιμες πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη επιτήρησης χρησιμοποιούνται για σκοπούς παρακολούθησης και ασφάλειας, ενώ τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη επιθεώρησης χρησιμοποιούνται σε κλάδους όπως οι κατασκευές και η ενέργεια για την επιθεώρηση δυσπρόσιτων περιοχών. Τα drones παράδοσης φέρνουν επανάσταση στους τομείς της εφοδιαστικής και του ηλεκτρονικού εμπορίου, προσφέροντας γρήγορες και ανέπαφες παραδόσεις. Έτσι, η εξέλιξη της τεχνολογίας των μη επανδρωμένων αεροσκαφών είχε βαθύτατο αντίκτυπο σε πολυάριθμους τομείς, μετασχηματίζοντας λειτουργίες και διαδικασίες.

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, δεν υιοθετήθηκαν ευρέως ή δεν επετράπησαν για εμπορικές εφαρμογές λόγω της έλλειψης ρυθμιστικών κατευθυντήριων γραμμών. Ωστόσο, καθώς η τεχνολογία των μη επανδρωμένων αεροσκαφών εξελίχθηκε και έγινε πιο φιλική προς τον χρήστη, ρυθμιστικοί φορείς όπως η Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (FAA ) και η Γενική Διεύθυνση Πολιτικής Αεροπορίας (DGCA) στην Ινδία θέσπισαν ολοκληρωμένες κατευθυντήριες γραμμές για τη χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών. Οι κανόνες της FAA καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα εμπορικών και κυβερνητικών χρήσεων για drones που ζυγίζουν λιγότερο από 55 κιλά. Στην Ινδία, η DGCA ορίζει ότι όλα τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, εκτός από τα νάνο-μη επανδρωμένα αεροσκάφη, πρέπει να καταχωρίζονται. Αυτοί οι κανονισμοί έχουν διευκολύνει όχι μόνο την έρευνα υψηλού επιπέδου αλλά και την εκπαιδευτική χρήση. Σήμερα, ο προγραμματισμός μη επανδρωμένων αεροσκαφών αποτελεί μέρος πολλών προγραμμάτων σπουδών κολεγίων, ενθαρρύνοντας τους φοιτητές να αξιοποιήσουν αυτή την τεχνολογία στα έργα τους για την αντιμετώπιση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου. Η FAA και η DGCA συνεχίζουν να επικαιροποιούν τους κανονισμούς τους για να προσαρμόζονται στην ταχέως εξελισσόμενη τεχνολογία των drones και στις εφαρμογές της.

Πράγματι, το ταξίδι της τεχνολογίας των drone δεν τελειώνει εδώ. Σήμερα, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη εκτελούν όλο και πιο σύνθετες λειτουργίες, από το να συντονίζονται ως σμήνος μη επανδρωμένων αεροσκαφών και να θαμπώνουν το κοινό σε επιδείξεις μέχρι να διαδραματίζουν ακόμη και κρίσιμους ρόλους στην επιτήρηση. Επιπλέον, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη γίνονται σταθερά αναπόσπαστο μέρος των συστημάτων αεροσκαφών επόμενης γενιάς και της προηγμένης εναέριας κινητικότητας. Καθώς συνεχίζουμε να διευρύνουμε τα όρια του εφικτού, τα drone υπόσχονται να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του μέλλοντος της τεχνολογίας και της καινοτομίας [7].

## **2.2 Τύποι drones που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά αγαθών**

Οι τύποι drones που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά αγαθών κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος, την χωρητικότητα φορτίου και την ειδική χρήση. Ας δούμε ορισμένους από τους πιο κοινούς τύπους:

**Μικρά drones για ελαφριά αποστολή:** Αυτοί οι τύποι drones έχουν μικρό μέγεθος και χωρητικότητα φορτίου και συνήθως χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά μικρών αγαθών όπως φάρμακα, δείγματα ή ιατρικές προμήθειες σε δύσβατες περιοχές ή σε περιστατικά έκτακτης ανάγκης.

**Μεσαία drones για μεσαία αποστολή:** Αυτοί οι τύποι drones έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα φορτίου και μπορούν να μεταφέρουν μεγαλύτερα αγαθά όπως τρόφιμα, βασικά εφοδιαστικά ή ακόμα και μικρές αποστολές εμπορευμάτων σε μεγαλύτερες αποστάσεις.

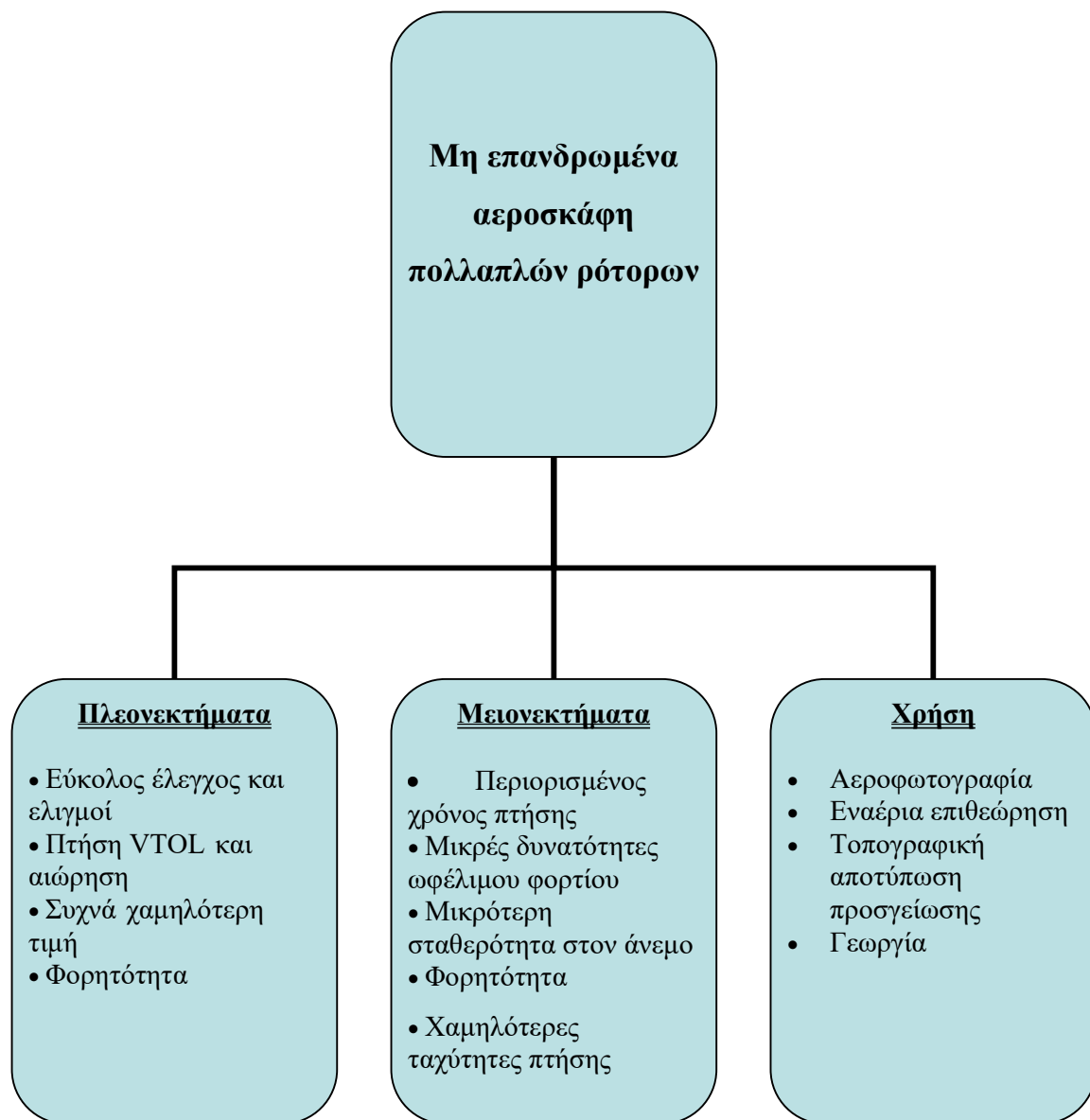
**Μεγάλα drones για βαριές αποστολές:** Αυτοί οι τύποι drones έχουν υψηλή χωρητικότητα φορτίου και μπορούν να μεταφέρουν μεγάλα και βαριά αγαθά όπως εξαρτήματα βιομηχανικών



εγκαταστάσεων, οικοδομικά υλικά ή ακόμα και εξοπλισμό για ανθρωπιστικές αποστολές σε περιοχές καταστροφής.

**Ειδικευμένα drones για συγκεκριμένες ανάγκες:** Υπάρχουν επίσης ειδικευμένοι τύποι drones που σχεδιάζονται για συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως η μεταφορά αγροτικών προϊόντων, η παράδοση τροφίμων σε αστικές περιοχές ή ακόμα και η μεταφορά ιατρικών εξοπλισμών για έκτακτες καταστάσεις.

Κάθε τύπος drone έχει τα δικά του πλεονεκτήματα και περιορισμούς, και η επιλογή του κατάλληλου τύπου εξαρτάται από τις ανάγκες και τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης αποστολής. Ακολουθεί μια σύνοψη των τεσσάρων κύριων τύπων μη επανδρωμένων αεροσκαφών ανάλογα με τον τύπο της πτέρυγας, τις χρήσεις τους, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.

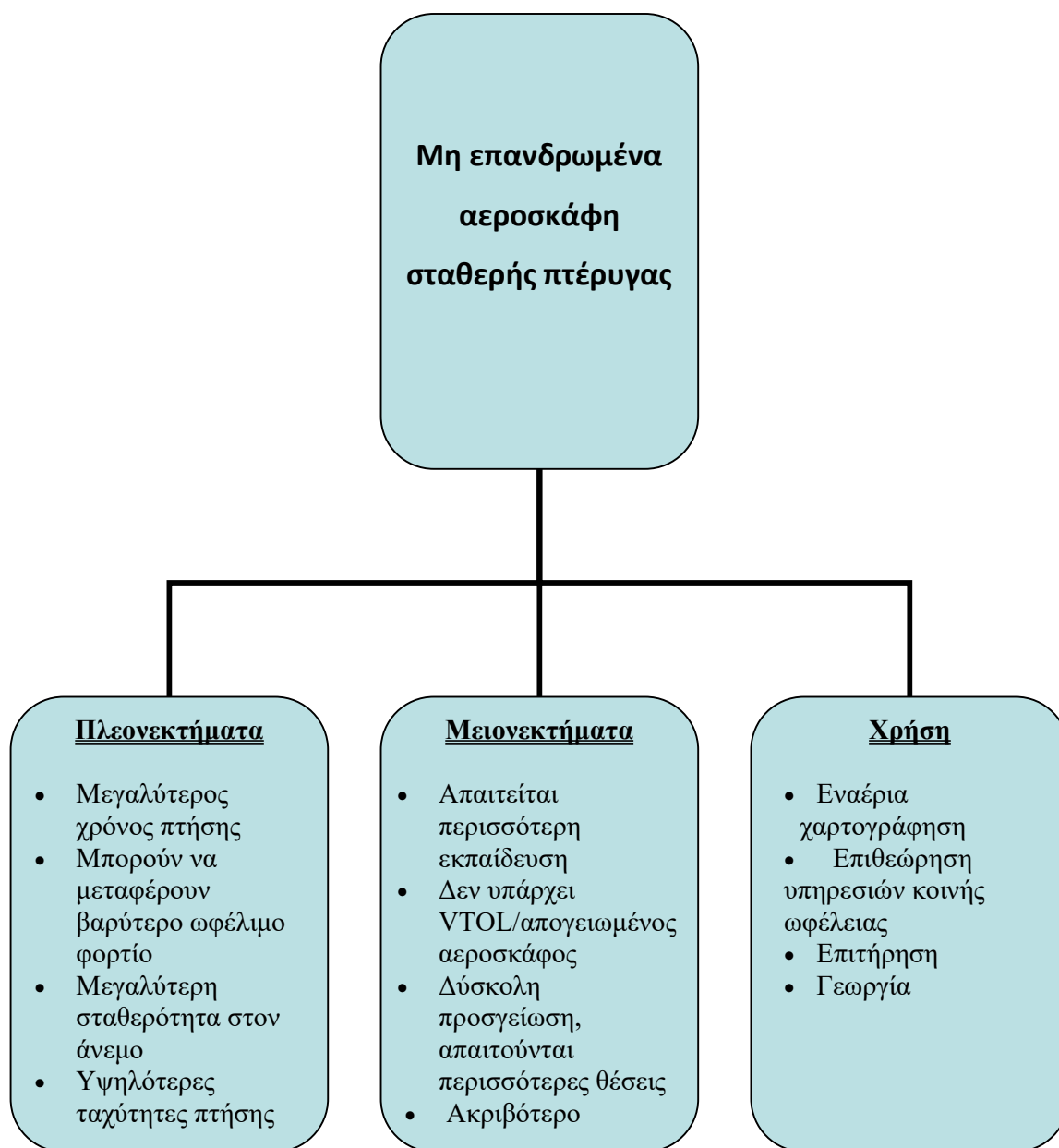


## *Οργανόγραμμα 2.1. Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και χρήση drone πολλαπλών ρότορων.*

Τα drones με πολλαπλούς ρότορες, γνωστά και ως περιστροφικές πτέρυγες, είναι ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος τύπος drones για ψυχαγωγική και επαγγελματική χρήση. Το μικρό τους μέγεθος και ο άριστος έλεγχος καθιστούν τα πολυρότορικά drones την καλύτερη επιλογή για αεροφωτογράφιση.

Προσφέροντας μεγάλη ευελιξία, επιτρέπουν την εγκατάσταση όλων των τύπων καμερών για την εκτέλεση διαφορετικών καθηκόντων. Πρόκειται για μη επανδρωμένα αεροσκάφη που μπορούν να αιωρούνται εύκολα και να απογειώνονται κάθετα, προσθέτοντας επίσης μεγαλύτερη ευελιξία.

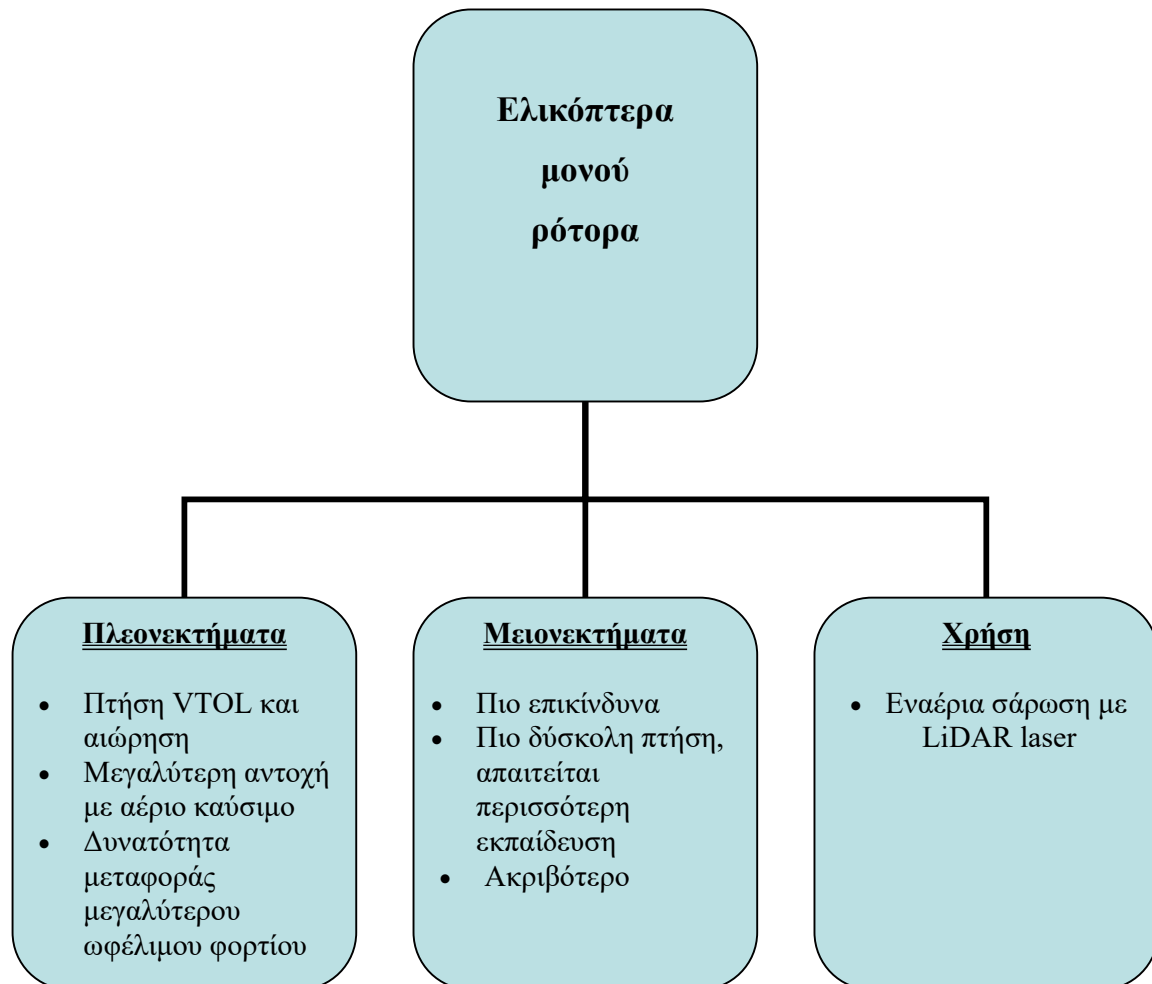
Ωστόσο, το μεγαλύτερο μειονέκτημα των πολυρότορων μη επανδρωμένων αεροσκαφών σχετίζεται συνήθως με την αυτονομία πτήσης που προσφέρουν. Η προσθήκη περισσότερων ρότορων καθιστά τον έλεγχο του drone πιο δύσκολο. Όλα αυτά τα κινούμενα μέρη καταναλώνουν επίσης επιπλέον ενέργεια, αδειάζοντας την μπαταρία γρηγορότερα. Τα περισσότερα πολυρότορα drones έχουν χρόνο πτήσης μικρότερο από μία ώρα. Αν θέλουμε να εκτελέσουμε ορισμένες εργασίες που διαρκούν πολύ, πρέπει να έχουμε αρκετές μπαταρίες για να τις αντικαθιστούμε. Αυτό σημαίνει επίσης επιπλέον κόστος.



*Οργανόγραμμα 2.2. Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και χρήση drone σταθερής πτέρυγας.*

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη σταθερής πτέρυγας είναι εκείνα που μπορούν να εκμεταλλευτούν τον αέρα και να παράγουν δυνάμεις που τους επιτρέπουν να παραμένουν σταθερά, εκμεταλλεζόμενα την αεροδυναμική τους. Μοιάζουν σχεδιαστικά ή αισθητικά με τα τηλεκατευθυνόμενα αεροσκάφη και χρησιμοποιούνται συχνά για τη χαρτογράφηση μεγάλων περιοχών λόγω της ισχυρής αυτονομίας τους. Εκμεταλλεύονται την αεροδυναμική και τον σχεδιασμό τους για να διατηρούνται στην ατμόσφαιρα, πράγμα που σημαίνει ότι έχουν μεγαλύτερη αντοχή και ταχύτητα πτήσης.

Το μειονέκτημα των μη επανδρωμένων αεροσκαφών σταθερής πτέρυγας είναι ότι τείνουν να είναι πιο ακριβά σε σύγκριση με τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη πολλαπλών ρότορων. Απαιτούν μεγάλο, καθαρό χώρο για να απογειωθούν και να προσγειωθούν, όπως ακριβώς και τα αεροπλάνα. Ορισμένα μεγαλύτερα μοντέλα απαιτούν επίσης εξειδικευμένο εξοπλισμό εδάφους για να τα βοηθήσουν να απογειωθούν και να προσγειωθούν. Επιπλέον, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη σταθερής πτέρυγας μπορούν να πετάξουν μόνο προς τα εμπρός, οπότε δεν προσφέρουν την ίδια ευελιξία με τα πολυροτορικά αεροσκάφη.

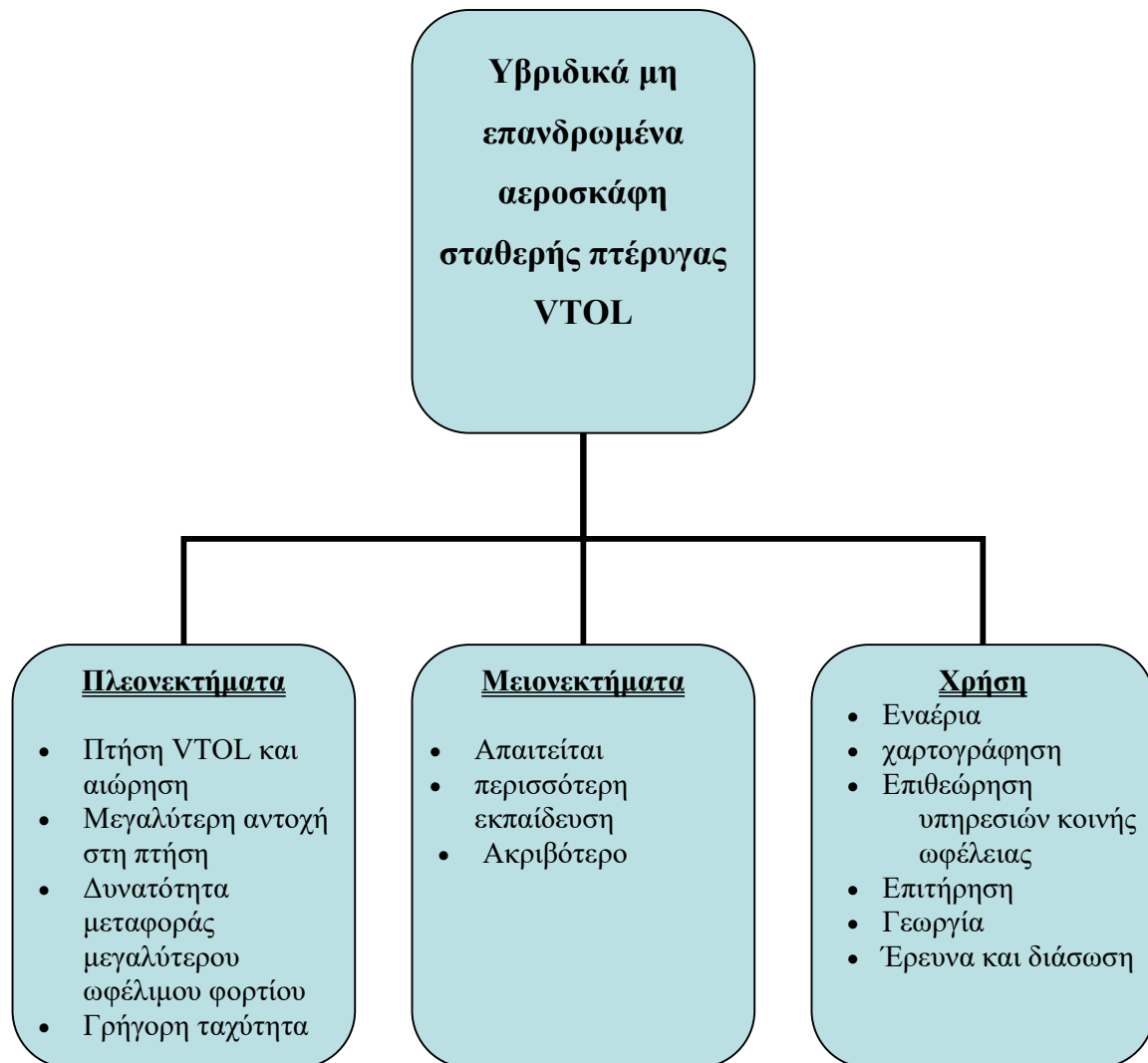


*Οργανόγραμμα 2.3. Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και χρήση ελικοπτέρων μονού ρότορα.*

Ισχυρά και ανθεκτικά, τα μονού ρότορα μη επανδρωμένα αεροσκάφη μοιάζουν στην κατασκευή και το σχεδιασμό με τα πραγματικά ελικόπτερα, με μόνο ένα ρότορα για την παροχή ισχύος, καθώς και μια ουρά για τον έλεγχο της κατεύθυνσης και της σταθερότητας. Συνδυάζοντας τα πλεονεκτήματα των μικροσκοπικών ελικοπτέρων πολλαπλών ρότορων και των ελικοπτέρων ενός ρότορα, είναι καλύτερα προσαρμοσμένα για τη μεταφορά μεγαλύτερου ωφέλιμου φορτίου και πετούν πιο αποτελεσματικά από τα ελικοπτέρων πολλαπλών ρότορων.

Οι συσκευές ενός ρότορα χρησιμοποιούν συνήθως κινητήρες αερίου αντί για μπαταρίες, γεγονός που αυξάνει σημαντικά τον χρόνο πτήσης τους.

Ωστόσο, αυτά τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη τείνουν να είναι μεγαλύτερα και πιο πολύπλοκα από άλλους τύπους UAV. Αυτό σημαίνει ότι είναι πιο ακριβά και πιο δύσκολα στη λειτουργία τους, ενώ τα μεγαλύτερα πτερύγια τους μπορεί να τα καταστήσουν πιο επικίνδυνα.



*Οργανόγραμμα 2.4. Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και χρήση υβριδικών drone σταθερής πτέρυγας VTOL.*

Ως η πιο πρόσφατη τεχνολογία drone που εισάγεται, τα υβριδικά αεροσκάφη σταθερής πτέρυγας VTOL αναφέρονται σε αεροσκάφη σταθερής πτέρυγας που έχουν τροποποιηθεί ώστε να απογειώνονται και να προσγειώνονται κατακόρυφα. Συνδυάζουν τη μεγάλη εμβέλεια και το χρόνο πτήσης των UAV σταθερών πτερύγων με την ικανότητα κάθετης απογείωσης των

περιστροφικών πτερυγών, εξαλείφοντας τα μειονεκτήματα των UAV σταθερών πτερυγών που απαιτούν μεγάλους χώρους για απογείωση και προσγείωση. Έχουν σχεδιαστεί για χαρτογράφηση, επιθεώρηση γραμμών ηλεκτροδότησης, επιτήρηση, γεωργία και επιχειρήσεις διάσωσης.

Ωστόσο, αυτό το μη επανδρωμένο αεροσκάφος VTOL τείνει να είναι ακατάλληλο για αρχάριους και η πιο προηγμένη τεχνολογία το τοποθετεί στο υψηλότερο σημείο της αγοράς μη επανδρωμένων αεροσκαφών σταθερής πτέρυγας όσον αφορά το κόστος.

## **2.3 Τύποι drones ανάλογα με τα μεγέθη τους**

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το **μέγεθος**, από πολύ μικρά έως μεγάλα [3].

<b>Μέγεθος drone</b>	<b>Βάρος(g)</b>	<b>Μήκος (mm)</b>	<b>Διάμετρος έλικας (mm)</b>	<b>Χρήση</b>
Πολύ μικρά	<200 g	<150 mm	<51 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Στρατιωτική Επιχείρηση</li> </ul>
Μικρά	200-1000 g	151-300 mm	76-150 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Επιθεωρήσεις εσωτερικού εξοπλισμού</li> <li>• Αναψυχή και φωτογραφία</li> </ul>
Μεσαία	1-20 kg	300-1200 mm	150-640 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Επαγγελματικές εφαρμογές</li> <li>• Ερασιτεχνική φωτογραφία</li> </ul>
Μεγάλα	>20 kg	>120 cm	>640 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Δυνατότητες ανίχνευσης και καταπολέμησης του εχθρού</li> <li>• Παραδόσεις με drone και κινηματογραφικές ταινίες</li> </ul>

*Πίνακας 2.1. Ταξινόμηση drone με βάση το μέγεθος, το βάρος, το μήκος, τη διάμετρο της έλικας και τη χρήση τους.*

- **Πολύ μικρά μη επανδρωμένα αεροσκάφη (Nano):** Το μέγεθος αυτών των μη επανδρωμένων αεροσκαφών μπορεί να είναι τόσο μικρό όσο ένα έντομο και να χωράει

εύκολα στην παλάμη του χεριού σας, με διαστάσεις μεταξύ 1 και 50 εκατοστών. Λόγω του μικρού τους μεγέθους και του σχεδιασμού των πτερύγων τους, τα νάνο drones μπορούν να πετούν σε πολύ περιορισμένους χώρους και δεν εντοπίζονται εύκολα και χρησιμοποιούνται κυρίως από κατασκόπους για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με ανθρώπους και αντικείμενα.

- **Μικρά μη επανδρωμένα αεροσκάφη:** Τα μικρά drones είναι λίγο μεγαλύτερα από τα micro drones, μεταξύ 50 cm και 3 μέτρων. Τα φτερά αυτών των drones είναι συνήθως σταθερά και μπορούν εύκολα να σηκωθούν με το χέρι και να πεταχτούν στον αέρα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για επιθεωρήσεις εξοπλισμού σε εσωτερικούς χώρους, αλλά χρησιμοποιούνται συχνότερα σε εξωτερικούς χώρους για αναψυχή, φωτογράφιση και για τη διαχείριση της κυκλοφορίας
- **Μεσαία μη επανδρωμένα αεροσκάφη:** Τα μεσαίου μεγέθους drones είναι μεγαλύτερα και βαρύτερα από τα μικρότερα drones, με διαστάσεις που ξεπερνούν τα 2 μέτρα και βάρος έως και 20 κιλά. Χρειάζονται δύο άτομα για να τα σηκώσουν, τα οποία χρησιμοποιούνται συχνότερα για επαγγελματικές εφαρμογές και ερασιτεχνική φωτογράφιση.
- **Μεγάλα μη επανδρωμένα αεροσκάφη:** Τα μεγάλα μη επανδρωμένα αεροσκάφη είναι συγκρίσιμα σε μέγεθος με μικρότερα αεροσκάφη και χρησιμοποιούνται κυρίως για στρατιωτικούς σκοπούς, όπως η επιτήρηση και η στρατηγική. Με την πιο προηγμένη τεχνολογία, αντικαθιστούν τα μαχητικά αεροσκάφη, επιτρέποντας την ταχεία ανίχνευση του εχθρού και τις δυνατότητες μάχης. Έχουν επίσης σχεδιαστεί για πολιτικές εφαρμογές, όπως παραδόσεις με drone ή κινηματογραφικές λήψεις.

Το **ωφέλιμο φορτίο** που μπορεί να μεταφέρει ένα μη επανδρωμένο αεροσκάφος εξαρτάται από την ισχύ του κινητήρα και την άνοση που παράγει ο έλικας σε κανονικές καιρικές συνθήκες και χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες.

Κατηγορία drone	Βάρος(g)	Ωφέλιμο Φορτίο (g)
Φτερωτά	<11 g	4-100 g
Ελαφριά	200-1000 g	150-270 g
Μεσαία	1-600 kg	400-1460 kg
Βαριά	>160 kg	1000 kg

*Πίνακας 2.2. Ταξινόμηση drone με βάση το ωφέλιμο φορτίο που μπορούν να μεταφέρουν.*

Τα αεροσκάφη τύπου featherweight χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον για στρατιωτική επιτήρηση, τα ελαφριά και μεσαίου βάρους αεροσκάφη χρησιμοποιούνται στην αναψυχή και τη φωτογράφιση και τα αεροσκάφη βαρέως τύπου χρησιμοποιούνται στον τομέα της μεταφοράς φορτίων και του κινηματογράφου.

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη με βάση το **βελιγνεκές**, χρησιμοποιούνται κυρίως σε εργασίες στρατιωτικής επιτήρησης, αεροφωτογράφισης και χαρτογράφησης.



Κατηγορία drone ανάλογα το βεληνεκές (χλμ.)	Χρόνος Πτήσης (ώρα)
Πολύ κοντινού βεληνεκούς (5χλμ)	1 ώρα
Κοντινού βεληνεκούς (50χλμ)	6 ώρες
Μικρού βεληνεκούς (150χλμ)	12 ώρες
Μεσαίου βεληνεκούς (644χλμ)	24 ώρες
Μεγάλου βεληνεκούς (>644χλμ)	>24 ώρες

Πίνακας 2.3. Ταξινόμηση drone με βάση το βεληνεκές και τον χρόνο πτήσης τους.

## **2.4 Αισθητήρες και εξοπλισμός που χρησιμοποιούνται για την ασφαλή μεταφορά**

Η ασφαλής μεταφορά αγαθών με drones απαιτεί τη χρήση ειδικών αισθητήρων και εξοπλισμού που να εξασφαλίζουν την ακρίβεια, την αξιοπιστία και την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας. Ας εξετάσουμε ορισμένους από τους κύριους **αισθητήρες και εξοπλισμό** που χρησιμοποιούνται:

- **Γυροσκόπια και επιταχυνσιόμετρα:** Αυτοί οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της θέσης, του προσανατολισμού και της επιτάχυνσης του drone κατά τη διάρκεια της πτήσης, εξασφαλίζοντας τη σταθερότητα και τον έλεγχο του.
- **GPS και GLONASS:** Οι αισθητήρες GPS και GLONASS χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της θέσης και της πορείας του drone, επιτρέποντας την ακριβή πλοήγηση και τον προσδιορισμό του προορισμού της αποστολής.
- **Αισθητήρες υπερήχων και LiDAR:** Αυτοί οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση εμποδίων και την αποφυγή συγκρούσεων κατά τη διάρκεια της πτήσης, βελτιώνοντας την ασφάλεια του drone και την προστασία των ανθρώπων και του περιβάλλοντος.
- **Αισθητήρες θερμότητας:** Οι αισθητήρες θερμότητας χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση θερμών σημείων όπως πυρκαγιές ή εκρήξεις, παρέχοντας πληροφορίες για έκτακτες καταστάσεις και αποστολές διάσωσης.
- **Κάμερες και αισθητήρες εικόνας:** Οι κάμερες και οι αισθητήρες εικόνας χρησιμοποιούνται για τη λήψη εικόνων και βίντεο από τον αέρα, παρέχοντας πληροφορίες για την κατάσταση του περιβάλλοντος και των αγαθών που μεταφέρονται.

Η συνδυασμένη χρήση αυτών των αισθητήρων και εξοπλισμού εξασφαλίζει την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία του drone κατά τη μεταφορά αγαθών, ενισχύοντας την αξιοπιστία και την αποδοτικότητα της διαδικασίας.

## **2.5 Προκλήσεις και Λύσεις**

Η μεταφορά αγαθών μέσω drones έχει αναδειχθεί ως μια υποσχόμενη τεχνολογία με πολλές δυνατότητες, όμως αντιμετωπίζει και ορισμένες προκλήσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την αποτελεσματική υλοποίηση των διαδικασιών μεταφοράς. Ας εξετάσουμε ορισμένες από αυτές τις προκλήσεις και τις πιθανές λύσεις:

**Πρόκληση 1:** Αυξημένη ανάγκη για ασφάλεια και αξιοπιστία.

Λύση: Η εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών **αισθητήρων** και ελέγχου μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια και την ασφάλεια των πτήσεων, ενώ η ανάπτυξη συστημάτων **αυτόνομης πτήσης** μπορεί να μειώσει τον ανθρώπινο παράγοντα και να αυξήσει την αξιοπιστία.

**Πρόκληση 2:** Περιορισμοί στη νομοθεσία και τα κανονιστικά πλαίσια.

Λύση: Η συνεργασία με αρχές και οργανισμούς για την ανάπτυξη και την εφαρμογή **νέων νομοθετικών πλαισίων** μπορεί να διευκολύνει την ομαλή λειτουργία των δραστηριοτήτων μεταφοράς μέσω drones.

**Πρόκληση 3:** Υποδομή και ασφάλεια του αέρα.

Λύση: Η **ανάπτυξη προηγμένων συστημάτων ελέγχου** της κυκλοφορίας των drones και η δημιουργία ασφαλών περιοχών πτήσης μπορεί να βοηθήσει στην αποφυγή ατυχημάτων και τη βελτίωση της ροής της κυκλοφορίας.

**Πρόκληση 4:** Οικονομική βιωσιμότητα και κόστος.

Λύση: Η επένδυση σε **έρευνα και ανάπτυξη** για τη μείωση του κόστους και τη βελτίωση της αποδοτικότητας μπορεί να καταστήσει τη μεταφορά αγαθών μέσω drones οικονομικά εφικτή.

**Πρόκληση 5:** Ανθρώπινοι παράγοντες και εκπαίδευση.

Λύση: Η **εκπαίδευση και η επιμόρφωση** του προσωπικού για την ασφαλή και αποτελεσματική χρήση των drones μπορεί να μειώσει τους κινδύνους και να βελτιώσει την απόδοση των διαδικασιών μεταφοράς.

Με την **αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων και την εφαρμογή κατάλληλων λύσεων**, η μεταφορά αγαθών μέσω drones μπορεί να γίνει πιο ασφαλής, αποδοτική και αειφόρα, προσφέροντας νέες δυνατότητες στην αεροδιαστημική και την εφοδιαστική αλυσίδα.

## **2.6 Προκλήσεις που συναντώνται κατά τη μεταφορά αγαθών με drones**

Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζονται κατά την μεταφορά και την παράδοση αγαθών μέσω drones είναι πολλές και ποικίλουν. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε τις πιο βασικές από αυτές.

### **Ταχύτερη και φθηνότερη παράδοση**

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της χρήσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών στις μεταφορές, είναι ότι μπορούν να μειώσουν το χρόνο και το κόστος παράδοσης των αγαθών στους πελάτες. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη μπορούν να πετούν πάνω από εμπόδια, να αποφεύγουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση και να ακολουθούν συντομότερες διαδρομές από τα συμβατικά οχήματα. Αυτό μπορεί να βελτιώσει την ικανοποίηση των πελατών, να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και να εξοικονομήσει καύσιμα και εργατικό κόστος. Για παράδειγμα, μια μελέτη της PwC εκτίμησε ότι τα drones θα μπορούσαν να μειώσουν το κόστος παράδοσης ανά μίλι από 2,50 δολάρια σε 0,05 δολάρια και τον χρόνο παράδοσης από 30 λεπτά σε 10 λεπτά.

### **Μεγαλύτερη προσβασιμότητα και ευελιξία**

Ένα άλλο πλεονέκτημα της χρήσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών είναι ότι μπορούν να προσεγγίσουν περιοχές στις οποίες είναι δύσκολη ή αδύνατη η πρόσβαση με παραδοσιακά μέσα, όπως απομακρυσμένες τοποθεσίες, αγροτικές περιοχές ή ζώνες καταστροφών. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη μπορούν επίσης να παραδίδουν αγαθά που είναι μικρά, ελαφριά ή επείγοντα, όπως φάρμακα, τρόφιμα ή έγγραφα. Αυτό μπορεί να αυξήσει τη διαθεσιμότητα και την ευκολία των αγαθών και των υπηρεσιών για τους πελάτες που διαφορετικά μπορεί να αντιμετωπίσουν εμπόδια ή καθυστερήσεις. Για παράδειγμα, μια εταιρεία που ονομάζεται Zipline χρησιμοποιεί μη επανδρωμένα αεροσκάφη για να παραδίδει αίμα και ιατρικές προμήθειες σε αγροτικές κλινικές στην Αφρική.

### **Ρυθμιστικά θέματα και θέματα ασφάλειας**

Μία από τις κύριες προκλήσεις της χρήσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών είναι ότι πρέπει να συμμορφώνονται με διάφορους κανονισμούς και πρότυπα που διέπουν τη χρήση του εναέριου χώρου, την προστασία της ιδιωτικής ζωής, την ασφάλεια και τον θόρυβο. Διαφορετικές χώρες και περιοχές έχουν διαφορετικούς κανόνες και απαιτήσεις για τη λειτουργία των μη επανδρωμένων αεροσκαφών, όπως η εγγραφή, η αδειοδότηση, η πιστοποίηση και η ασφάλιση. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη πρέπει επίσης να αποφεύγουν συγκρούσεις με άλλα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, αεροσκάφη, πτηνά ή κτίρια και να διασφαλίζουν την ασφαλή προσγείωση και παράδοση των εμπορευμάτων. Για παράδειγμα, μια υπηρεσία παράδοσης με drone από την Amazon στο Ηνωμένο Βασίλειο έπρεπε να λάβει έγκριση από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας και να ακολουθήσει αυστηρές κατευθυντήριες γραμμές.

## **Τεχνικοί και λειτουργικοί περιορισμοί**

Μια άλλη πρόκληση της χρήσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών στο τομέα των μεταφορών είναι ότι πρέπει να ξεπεράσουν ορισμένους τεχνικούς και λειτουργικούς περιορισμούς που επηρεάζουν την απόδοση και την αξιοπιστία τους. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής της μπαταρίας, χωρητικότητα ωφέλιμου φορτίου και εμβέλεια, τα οποία περιορίζουν τον τύπο, την ποσότητα και την απόσταση των αγαθών που μπορούν να παραδώσουν. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη πρέπει επίσης να αντιμετωπίσουν τις καιρικές συνθήκες, τις παρεμβολές σήματος και τις επιθέσεις στον κυβερνοχώρο, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν δυσλειτουργίες ή διακοπές. Για παράδειγμα, μια δοκιμή παράδοσης με drone από την Domino's στη Νέα Ζηλανδία χρειάστηκε να αναστείλει τη λειτουργία της λόγω ισχυρών ανέμων.

## **Πελατειακή και κοινωνική αποδοχή**

Μια τελευταία πρόκληση για τη χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών και από τις πλέον σημαντικές είναι ότι πρέπει να κερδίσουν την αποδοχή και την εμπιστοσύνη των πελατών και της κοινωνίας. Ορισμένοι πελάτες μπορεί να έχουν ανησυχίες ή προτιμήσεις σχετικά με την ποιότητα, την ασφάλεια και την ευκολία της παράδοσης με drone, όπως η τοποθεσία, ο χρόνος και η επιβεβαίωση της παράδοσης. Ορισμένοι άνθρωποι μπορεί επίσης να έχουν ηθικές ή περιβαλλοντικές αντιρρήσεις για τη χρήση των μη επανδρωμένων αεροσκαφών, όπως ο αντίκτυπος στην άγρια φύση, η προστασία της ιδιωτικής ζωής ή η ηχορύπανση. Για παράδειγμα, μια έρευνα της Deloitte διαπίστωσε ότι το 53% των καταναλωτών δεν αισθάνονται άνετα με την παράδοση με drone.

## **2.7 Τεχνικά και νομικά θέματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη**

Η παράδοση με drone βρίσκεται σε άνοδο και γίνεται όλο και πιο συνηθισμένο θέαμα σε αγροτικές και αστικές περιοχές σε όλο τον κόσμο. Καθώς η τεχνολογία των μη επανδρωμένων αεροσκαφών συνεχίζει να εξελίσσεται, το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς υπηρεσιών με μη επανδρωμένα αεροσκάφη αναμένεται να ξεπεράσει τα 641 δισεκατομμύρια δολάρια το 2032.

Με αυτή τη νέα και ολοένα και πιο δημοφιλή τεχνολογία έρχεται ένα νέο σύνολο εύλογων **ηθικών προβληματισμών** όπως ποιοι είναι οι κίνδυνοι για την ασφάλεια που ενέχουν τα συστήματα τηλεκατευθυνόμενων αεροσκαφών; Θα πρέπει να ανησυχούμε για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και την επιτήρηση; Ποιες είναι οι οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις; Εδώ, θα περιγράψουμε μερικές από τις μεγαλύτερες ανησυχίες σχετικά με την παράδοση με μη επανδρωμένα αεροσκάφη και θα εξετάσουμε την ανάγκη για ενδελεχή ηθικό έλεγχο.

### **Θέματα απορρήτου και ασφάλειας**

Μια από τις μεγαλύτερες ανησυχίες που αφορούν τη χρήση των drones για την παράδοση φορτίων είναι η προστασία της ιδιωτικής ζωής. Ενώ οι καταναλωτές απαιτούν και αναμένουν ταχεία και αποτελεσματική παράδοση στο σπίτι, δεν είναι τόσο ενθουσιασμένοι με την ιδέα ότι

τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη που είναι εξοπλισμένα με συστήματα GPS και κάμερες, συλλαμβάνουν ακούσια ιδιωτικά δεδομένα και βίντεο ιδιωτών στην αυλή τους. Είναι κάτι που οι εταιρείες drone πρέπει να λάβουν σοβαρά υπόψη τους, αν θέλουν να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητες αυτής της τεχνολογίας που αλλάζει τα δεδομένα.

Στη συνέχεια, υπάρχουν και οι κίνδυνοι για την ασφάλεια. Τι μπορείτε να κάνετε για να αποτρέψετε ένα σύστημα τηλεκατευθυνόμενου αεροσκάφους να δυσλειτουργήσει και να συγκρουστεί με άλλο αντικείμενο στον ουρανό ή ακόμη και να συντριβεί στο έδαφος; Οι χειριστές μη επανδρωμένων αεροσκαφών έχουν ηθική υποχρέωση να διασφαλίζουν ότι τα αεροσκάφη παράδοσης δεν αποτελούν απειλή για το κοινό, την ιδιοκτησία ή την άγρια ζωή.

### **Περιβαλλοντικές ανησυχίες**

Η παράδοση με drone συχνά αναγγέλλεται ως μια φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση σε σχέση με τα παραδοσιακά οχήματα, ιδίως για σύντομες διαδρομές και παραδόσεις τελευταίου μιλίου (last mile delivery, δηλαδή παράδοση από έναν κόμβο διανομής στον τελικό προορισμό παράδοσης). Είναι σημαντικό να ληφθεί μια ολιστική θεώρηση όταν ενσωματώνονται τα drones στο υπάρχον σύστημά διανομής, καθώς παράγοντες όπως ο θόρυβος, η παραγωγή και οι υποδομές συμβάλλουν στη συνολική περιβαλλοντική εικόνα. Η ηχορύπανση είναι μια ανησυχία αφού τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη παράγουν έναν χαρακτηριστικό βουητό ήχο, οπότε οι διαδρομές και τα χρονοδιαγράμματα πτήσης πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά σε κατοικημένες περιοχές. Η παραγωγή των μη επανδρωμένων αεροσκαφών απαιτεί υλικά και ενέργεια, και η διάθεση των μη επανδρωμένων αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους, ιδίως των μπαταριών τους, μπορεί να δημιουργήσει περιβαλλοντικές προκλήσεις. Στη συνέχεια, μπορεί να υπάρξει ανάγκη για νέες υποδομές - για παράδειγμα, τα DroneSpot- που έχουν περιβαλλοντικό κόστος. Όλες αυτές οι ανησυχίες πρέπει να ληφθούν υπόψη για να αξιοποιηθούν τα οφέλη της παράδοσης με drone.

### **Οικονομικές εκτιμήσεις και εκτιμήσεις της αγοράς**

Οι οικονομικές ανησυχίες παίζουν επίσης ρόλο. Εάν η παράδοση με drone υιοθετηθεί, θα πρέπει να εξεταστεί το αντίκτυπο που θα έχει αυτό για τους ανθρώπους που εργάζονται στον παραδοσιακό τομέα της διανομής μαζί με το πώς μπορούν οι εταιρείες logistics να μετριάσουν τις πιθανές απώλειες θέσεων εργασίας σε ολόκληρο τον κλάδο. Ένα εύλογο ερώτημα που ενδέχεται να δημιουργηθεί είναι εάν θα έχει ο κλάδος την ηθική υποχρέωση να παρέχει προγράμματα υποστήριξης και κατάρτισης για να βοηθήσει τους οδηγούς οχημάτων μεταφοράς προϊόντων και αγαθών να βρουν ευκαιρίες στον τομέα των μη επανδρωμένων διανομών.

Ένα άλλο μεγάλο ζήτημα είναι το λεγόμενο "χάσμα των μη επανδρωμένων αεροσκαφών". Αυτό είναι παρόμοιο με το "ψηφιακό χάσμα" - το χάσμα μεταξύ των ανθρώπων που επωφελούνται από τις ψηφιακές τεχνολογίες, όπως οι προσωπικοί υπολογιστές και το διαδίκτυο, και εκείνων που δεν επωφελούνται. Το χάσμα των μη επανδρωμένων αεροσκαφών περιγράφει ένα παρόμοιο είδος εμπειρίας, αλλά στον ουρανό. Ορισμένοι πληθυσμοί και γεωγραφικές τοποθεσίες έχουν πρόσβαση στην τεχνολογία των μη επανδρωμένων αεροσκαφών, ενώ άλλοι κινδυνεύουν να μείνουν πίσω.

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που συμβάλλουν στο χάσμα των μη επανδρωμένων αεροσκαφών. Οι οικονομικές ανισότητες έχουν μεγάλη σχέση με αυτό, με τις πλουσιότερες χώρες να είναι σε καλύτερη θέση να επενδύσουν στην τεχνολογία και να αποκομίσουν τα οφέλη. Οι υποδομές παίζουν επίσης ρόλο: τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη δεν λειτουργούν στο κενό και χρειάζονται DroneSpots™ και σταθμούς φόρτισης για να επεκταθούν με επιτυχία.

Ενώ η παράδοση με drone έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές, είναι σημαντικό οι ρυθμιστικές αρχές, οι εταιρείες drone και άλλοι ενδιαφερόμενοι να αναγνωρίσουν το χάσμα των drone και να λάβουν προληπτικά μέτρα για να το κλείσουν.

### **Ρυθμιστικές προκλήσεις και προκλήσεις κυβερνοασφάλειας**

Δεδομένων των κινδύνων, πραγματικών και αντιληπτών, που συνδέονται με τα συστήματα τηλεκατευθυνόμενων αεροσκαφών, είναι απαραίτητο οι φορείς εκμετάλλευσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών να ενεργούν σχολαστικά εντός των κανονισμών. Ωστόσο, το ρυθμιστικό τοπίο είναι ιδιαίτερα δύσκολο όσον αφορά τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη. Η τεχνολογία είναι τόσο νέα που δεν υπάρχει κανένα παγκόσμιο πρότυπο και οι κανονισμοί συχνά δυσκολεύονται να συμβαδίσουν με τις νέες τεχνολογίες, όπως οι τεχνολογίες πέραν της οπτικής επαφής (BVLOS).

Η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο είναι μια άλλη πρόκληση. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη είναι συνδεδεμένες συσκευές, με όλες τις πιθανότητες για πειρατεία που συνεπάγεται μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση και παραβίαση δεδομένων. Οι φορείς εκμετάλλευσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών έχουν ηθική και νομική υποχρέωση να διατηρούν τα ιδιωτικά δεδομένα των πελατών τους ασφαλή, υιοθετώντας βέλτιστες πρακτικές, όπως η κρυπτογράφηση δεδομένων και η ελεγχόμενη πρόσβαση.

### **Πτήση σε περιοχές με κυκλοφοριακή συμφόρηση**

Υπάρχουν περιορισμοί για τη λειτουργία μη επανδρωμένων αεροσκαφών σε περιοχές με μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση, σε ορισμένα ύψη ή απευθείας πάνω από ανθρώπους και οχήματα. Οι κανόνες του Ηνωμένου Βασιλείου λένε ότι τα drones συγκεκριμένου βάρους δεν πρέπει να πετούν σε απόσταση μικρότερη των 50 μέτρων από ανθρώπους, κατασκευές ή οχήματα. Επιπλέον, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη δεν μπορούν να πετάξουν σε απόσταση 150 μέτρων από μια πολυσύχναστη περιοχή. Πρέπει να ληφθούν ορισμένες άδειες πριν από την εμπορική πτήση του drone.

### **Ασφάλιση**

Η ευρωπαϊκή νομοθεσία απαιτεί από ορισμένους φορείς εκμετάλλευσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών να αγοράζουν ασφάλιση αστικής ευθύνης έναντι τρίτων. Τέτοιου είδους ασφάλιση θα πρέπει να αναζητηθεί από εξειδικευμένους μεσίτες. Η μη απόκτηση κατάλληλης ασφαλιστικής κάλυψης μπορεί να αποδειχθεί δαπανηρή σε περίπτωση ατυχήματος.

### **Προστασία δεδομένων και ιδιωτικότητα**



Η χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών μπορεί να παραβιάζει το δικαίωμα στην ιδιωτική ζωή, εάν το μη επανδρωμένο αεροσκάφος πετάει παρεμβατικά. Η παραβίαση της ιδιωτικής ζωής είναι πλέον δυνητικά ένα πολύ ακριβό αστικό αδίκημα. Ο νόμος περί προστασίας δεδομένων του Ηνωμένου Βασιλείου και παρόμοιοι νόμοι σε όλη την Ευρώπη θα ισχύουν επίσης εάν το drone μπορεί να τραβήξει εικόνες ή βίντεο από άτομα που μπορούν να αναγνωριστούν.

### **Ασφάλεια στον κυβερνοχώρο**

Κίνδυνοι κυβερνοασφάλειας μπορεί να προκύψουν κατά τη χρήση φάσματος ραδιοσυχνοτήτων για την επικοινωνία μεταξύ του επίγειου ελέγχου του drone και της πλατφόρμας του, καθώς και μεταξύ των οργάνων του drone, όπως οι κάμερες και οι δέκτες δεδομένων. Συνεπώς, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη είναι ευάλωτα σε πειρατεία, υποκλοπές και χειραγώγηση του σήματος κατά τη διάρκεια της πτήσης.

### **Καταπάτηση και ενόχληση**

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη θέτουν πολύπλοκα ζητήματα σχετικά με τις αδικοπραξίες (νομικά αδικήματα) της καταπάτησης και της ενόχλησης. Ένα πρόσωπο μπορεί να είναι σε θέση να εγείρει αγωγή εάν το δικαίωμά του στην ήσυχη απόλαυση της ιδιοκτησίας του παραβιάζεται από σκόπιμη ή απερίσκεπτη πράξη ενός χρήστη μη επανδρωμένου αεροσκάφους.

### **Αμέλεια**

Εάν ένας χρήστης drone δεν πετάξει το drone σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή ή με ανεύθυνο τρόπο και ως αποτέλεσμα τραυματίσει κάποιον ή προκαλέσει ζημιά, μπορεί να βρεθεί στο στόχαστρο αγωγής αποζημίωσης.

### **Συμπέρασμα**

Γρήγορα, αποτελεσματικά και οικολογικά, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι τα drones μεταμορφώνουν τη βιομηχανία logistics. Ωστόσο, καθώς ο ρόλος τους στην παράδοση φορτίων συνεχίζει να αυξάνεται, αυξάνεται και η πολυπλοκότητα του ηθικού τοπίου που τα περιβάλλει. Από τις ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής έως τις πιθανές απώλειες θέσεων εργασίας, τα περιβαλλοντικά ζητήματα και τις κανονιστικές προκλήσεις, η ανάπτυξη των μη επανδρωμένων αεροσκαφών απαιτεί ολοκληρωμένο ηθικό έλεγχο. Καθώς οι ενδιαφερόμενοι φορείς από διάφορους τομείς συνεχίζουν να περιηγούνται σε αυτά τα ζητήματα, είναι ζωτικής σημασίας να ακολουθηθεί μια συνεργατική, πολύπλευρη προσέγγιση που να λαμβάνει υπόψη τον ευρύτερο κοινωνικό αντίκτυπο.

Η Drone Delivery Canada είναι μια βραβευμένη τεχνολογική εταιρεία που πρωτοπορεί στην ανάπτυξη υπεύθυνων, εμπορικά βιώσιμων συστημάτων εφοδιαστικής με χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών και σύμφωνα με τα λεγόμενά τους «Έχουμε δεσμευτεί να σώσουμε ζωές, να σώσουμε το περιβάλλον και να εξοικονομήσουμε κόστος μέσω της κλιμακούμενης παράδοσης με drone».



## 2.8 Καινοτόμες λύσεις και τεχνολογικές εξελίξεις για τη βελτίωση της απόδοσης και της ασφάλειας

Η μεταφορά αγαθών μέσω drones έχει εισέλθει σε μια νέα εποχή καινοτομίας και τεχνολογικών εξελίξεων, με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης και της ασφάλειας των διαδικασιών μεταφοράς. Αναλύουμε παρακάτω κάποιες από τις καινοτόμες λύσεις και τεχνολογικές εξελίξεις που έχουν εφαρμοστεί ή αναπτυχθεί για αυτόν τον σκοπό:

- Αυτόνομα συστήματα πλοήγησης: Η ενσωμάτωση προηγμένων συστημάτων πλοήγησης και αισθητήρων GPS επιτρέπει στα drones να πλοηγούνται αυτόνομα, ακολουθώντας προκαθορισμένες διαδρομές με ακρίβεια και ασφάλεια.
- Αισθητήρες αποφυγής συγκρούσεων: Η εγκατάσταση αισθητήρων εμποδίων και αποφυγής συγκρούσεων επιτρέπει στα drones να αντιλαμβάνονται το περιβάλλον και να αποφεύγουν αυτόματα εμπόδια κατά τη διάρκεια της πτήσης.
- Αυτόνομη φόρτωση και εκφόρτωση: Η ανάπτυξη μηχανισμών αυτόματης φόρτωσης και εκφόρτωσης επιτρέπει την αυτόματη μεταφορά αγαθών με drones χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης.
- Υψηλής αντοχής μπαταρίες: Η ανάπτυξη καινοτόμων μπαταριών με υψηλή απόδοση και μεγάλη διάρκεια ζωής επιτρέπει στα drones να παραμένουν σε λειτουργία για μεγάλες χρονικές περιόδους και να καλύπτουν μεγάλες αποστάσεις.
- Τεχνητή νοημοσύνη και μηχανική μάθηση: Η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης στα drones επιτρέπει την αυτόματη προσαρμογή σε διάφορες συνθήκες πτήσης και την πρόβλεψη ενεργειακών αναγκών για βελτιστοποίηση της απόδοσης.
- Ενσωματωμένα συστήματα ασφαλείας: Η εγκατάσταση συστημάτων ασφαλείας όπως ανιχνευτές πυρκαγιάς, αισθητήρες θερμοκρασίας και κάμερες επιτρέπει την ανίχνευση ενδεχόμενων κινδύνων και την λήψη έγκαιρων μέτρων προστασίας.
- Επικοινωνιακά δίκτυα και UTM: Η ανάπτυξη επικοινωνιακών δικτύων και συστημάτων διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας (UTM) επιτρέπει τον συντονισμό πολλαπλών drones στον ίδιο εναέριο χώρο με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα.
- Βελτιωμένη αντοχή στις καιρικές συνθήκες: Η ανάπτυξη drones με βελτιωμένη αντοχή σε ακραίες καιρικές συνθήκες επιτρέπει τη λειτουργία τους σε διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες με αξιοπιστία και ασφάλεια.

Οι παραπάνω καινοτόμες λύσεις και τεχνολογικές εξελίξεις αποτελούν μόνο μερικά παραδείγματα των προσπαθειών που γίνονται για τη **βελτίωση της απόδοσης και της ασφάλειας** της μεταφοράς με drones. Η συνεχής έρευνα και ανάπτυξη σε αυτόν τον τομέα θα συμβάλλει στην περαιτέρω βελτίωση των λειτουργιών και της απόδοσης των μεταφορικών διαδικασιών με drones, ενισχύοντας την αξιοπιστία και την αποδοτικότητά τους.

## **2.9 Εφαρμογές και Μελλοντικές Προοπτικές**

Οι εφαρμογές των drones και οι μελλοντικές προοπτικές τους ανοίγουν νέους ορίζοντες σε πολλούς τομείς, ενισχύοντας την αποδοτικότητα, την ασφάλεια και την καινοτομία σε διάφορες δραστηριότητες. Αναφέρουμε παρακάτω τις κύριες εφαρμογές των drones και τις προοπτικές τους για το μέλλον:

### **Εφαρμογές:**

Μεταφορά αγαθών: Τα drones χρησιμοποιούνται για την αποτελεσματική μεταφορά αγαθών σε διάφορους τομείς όπως η λογιστική, η ανθρωπιστική βοήθεια και η ιατρική παρέμβαση.

- Παρακολούθηση και επιτήρηση: Τα drones χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση και την επιτήρηση περιοχών όπου η πρόσβαση είναι δύσκολη ή επικίνδυνη, όπως σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή φυσικά περιβάλλοντα.
- Επιστημονική έρευνα: Τα drones χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων και την εκτέλεση επιστημονικών ερευνών σε περιβαλλοντικά, γεωλογικά και άλλα επιστημονικά πεδία.
- Τουρισμός και αναψυχή: Τα drones χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία εντυπωσιακών αερο-φωτογραφιών και βίντεο σε τουριστικούς προορισμούς, αθλητικά γεγονότα ή προσωπικές στιγμές ανάπαυλας.
- Παράδοση εμπορευμάτων: Τα drones χρησιμοποιούνται για την παράδοση εμπορευμάτων τόσο σε αστικές όσο και σε απομακρυσμένες περιοχές, ενισχύοντας την ταχύτητα και την αποδοτικότητα της διανομής.

### **Μελλοντικές προοπτικές:**

- Αυτόνομη πτήση: Η εξέλιξη της τεχνολογίας αυτοματισμού επιτρέπει στα drones να πραγματοποιούν αυτόνομες αποστολές χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.
- Υπερηχητική ταχύτητα: Η ανάπτυξη υπερηχητικών drones επιτρέπει γρηγορότερη μεταφορά αγαθών σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ενσωμάτωση με άλλες τεχνολογίες: Τα drones συνδυάζονται με τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη και οι αισθητήρες υψηλής ανάλυσης για τη βελτίωση της απόδοσης και της ασφάλειας.
- Εξέλιξη των UTM: Η ανάπτυξη συστημάτων διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας επιτρέπει τον ασφαλή και αποτελεσματικό συντονισμό πολλαπλών drones στον ίδιο εναέριο χώρο.
- Προσαρμογή σε νέες ανάγκες: Τα drones εξελίσσονται για να ανταποκριθούν σε νέες ανάγκες όπως η ιατρική παρέμβαση και η ανθρωπιστική βοήθεια.

Συνολικά, οι εφαρμογές και οι μελλοντικές προοπτικές των drones υπόσχονται να επαναπροσδιορίσουν τους τρόπους μεταφοράς, παρακολούθησης και παράδοσης σε πολλούς τομείς, επιφέροντας σημαντικές αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας και οργάνωσης της κοινωνίας.

## **2.10 Χρήσεις των drones για τη μεταφορά αγαθών σε διάφορους τομείς (π.χ. λιανικό εμπόριο, υγειονομική περίθαλψη, αγροτική παραγωγή)**

Τα drones χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για τη μεταφορά αγαθών σε διάφορους τομείς, αναδεικνύοντας νέους τρόπους παράδοσης από ό,τι οι παραδοσιακές μέθοδοι. Ακολουθούν ορισμένα παραδείγματα σχετικά με την λειτουργία τους σε διαφορετικούς κλάδους:

- **Λιανικό εμπόριο:** Στον τομέα του λιανικού εμπορίου, τα drones χρησιμοποιούνται για τη γρήγορη και αποτελεσματική παράδοση προϊόντων στους πελάτες. Μεγάλοι λιανοπωλητές όπως η Amazon έχουν δοκιμάσει υπηρεσίες παράδοσης με drones ώστε η παράδοση να γίνεται την ίδια μέρα ή ακόμα και μέσα σε λίγες ώρες από την παραγγελία στο διαδίκτυο. Τα drones μπορούν να πλοηγηθούν σε αστικές περιοχές και να παραδώσουν τις αποστολές απευθείας στην πόρτα των πελατών, μειώνοντας τους χρόνους και το κόστος παράδοσης.
- **Υγειονομική περίθαλψη:** Τα drones παίζουν έναν κρίσιμο ρόλο στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης με τη διευκόλυνση της μεταφοράς ιατρικών εφοδίων, όπως φάρμακα, εμβόλια, αίμα και όργανα που προορίζονται για μεταμόσχευση. Σε απομακρυσμένες ή δυσπρόσιτες περιοχές, τα drones μπορούν να παραδώσουν άμεσα ιατρικά εφόδια προς το σημείο προορισμού, βοηθώντας στη βελτίωση της πρόσβασης στις υπηρεσίες υγείας και στην αποφυγή απωλειών ανθρώπινων ζώων όπου αυτό μπορεί να γίνει.
- **Αγροτική παραγωγή:** Τα drones χρησιμοποιούνται στη γεωργία για διάφορους σκοπούς, συμπεριλαμβανομένης της μεταφοράς γεωργικών εισαγωγών όπως σπόροι, λιπάσματα και φυτοφάρμακα σε απομακρυσμένες ή δυσπρόσιτες περιοχές της αγροτικής γης. Επιπλέον, τα drones εξοπλισμένα με αισθητήρες και κάμερες υψηλής ανάλυσης μπορούν να παρακολουθούν την υγεία των καλλιεργειών, να εντοπίζουν περιοχές που απαιτούν άρδευση ή επεξεργασία και ακόμη και να διευκολύνουν την προσαρμογή της γεωργίας μέσω της παράδοσης θρεπτικών στοιχείων ή τον ψεκασμό φυτοφαρμάκων απευθείας στις καλλιέργειες.
- **Ανταπόκριση σε Έκτακτες Ανάγκες:** Κατά τις έκτακτες ανάγκες, όπως φυσικές καταστροφές ή ιατρικές επείγουσες καταστάσεις, τα drones μπορούν να εκτελέσουν τη μεταφορά αναγκαίων εφοδίων, φορείων πρώτων βοηθειών και ιατρικού εξοπλισμού σε περιοχές που επλήγησαν, γρήγορα και αποτελεσματικά. Τα drones εξοπλισμένα με θερμικές κάμερες μπορούν επίσης να βοηθήσουν στις αποστολές αναζήτησης και διάσωσης εντοπίζοντας ανθρώπους σε περιοχές που πλήχθηκαν από καταστροφές.
- **Κατασκευή και Υποδομές:** Στον τομέα της κατασκευής, τα drones χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά υλικών κατασκευής, εργαλείων και εξοπλισμού σε χώρους κατασκευής, ιδιαίτερα σε απομακρυσμένες ή δυσπρόσιτες περιοχές. Τα drones εξοπλισμένα με κάμερες υψηλής ανάλυσης μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για αεροφωτογραφίες, χαρτογράφηση και παρακολούθηση της προόδου των κατασκευαστικών έργων.

- Λογιστική και Αποθήκευση: Τα drones χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της διαχείρισης αποθεμάτων, την επιλογή παραγγελιών και τις λειτουργίες αποθήκευσης. Μπορούν να μεταφέρουν αγαθά μέσα στις αποθήκες ή τα κέντρα διανομής με ακρίβεια και ταχύτητα, βοηθώντας στη βελτίωση της αποδοτικότητας της αλυσίδας εφοδιασμού και τη μείωση του κόστους λειτουργίας.

## **2.11 Προοπτικές ανάπτυξης και επέκτασης της τεχνολογίας της μεταφοράς αγαθών μέσω drones**

### **Το μεταβαλλόμενο πρόσωπο των παγκόσμιων logistics**

Η εκθετική ανάπτυξη της παγκόσμιας ναυτιλίας έχει προκαλέσει μια άνευ προηγουμένου ζήτηση στον κλάδο των logistics, αναδεικνύοντας τόσο τη σημασία όσο και την ευαισθησία του σε παγκόσμιες διαταραχές. Πρόσφατα γεγονότα, όπως η απόφραξη της διώρυγας του Σουέζ το 2021 από το πλοίο Ever Given και η κρίση έλλειψης εμπορευματοκιβωτίων που προκλήθηκε από το COVID-19, φώτισαν έντονα την ευθραυστότητα των υφιστάμενων αλυσίδων εφοδιασμού μας.

Τα περιστατικά αυτά όχι μόνο διατάραξαν το παγκόσμιο εμπόριο, αλλά και ανέδειξαν την επείγουσα ανάγκη για πιο ανθεκτικές και προσαρμοσμένες λύσεις εφοδιαστικής.

Στις 23 Μαρτίου 2021, το Ever Given, ένα κολοσσιαίο πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, νηολογημένο στον Παναμά και διαχειριζόμενο από την ταϊβανέζικη εταιρεία Evergreen Marine, εγκλωβίστηκε στη διώρυγα του Σουέζ, ένα από τα πιο κρίσιμα θαλάσσια σημεία απομόνωσης στον κόσμο. Το πλοίο, το οποίο εκτελούσε δρομολόγιο από τη Μαλαισία προς την Ολλανδία, βρέθηκε σε αμμοθύελλα, με αποτέλεσμα να μειωθεί η ορατότητα και ο έλεγχος. Οι ισχυροί άνεμοι και οι κακές αποφάσεις πλοήγησης συνέβαλαν στο να προσaráξει το πλοίο και να σφηνωθεί κατά μήκος της διώρυγας, μπλοκάροντάς την ουσιαστικά.

Η διώρυγα του Σουέζ αποτελεί ζωτική αρτηρία για το παγκόσμιο εμπόριο, διευκολύνοντας τη διέλευση περίπου του 12% του συνολικού παγκόσμιου εμπορίου. Αυτή η στρατηγική πλωτή οδός συντομεύει σημαντικά το θαλάσσιο ταξίδι μεταξύ Ασίας και Ευρώπης, καθιστώντας την προτιμώμενη διαδρομή για τη μεταφορά αγαθών, συμπεριλαμβανομένου του πετρελαίου, του φυσικού αερίου και των καταναλωτικών προϊόντων. Η απόφραξη που προκλήθηκε από το Ever Given δημιούργησε ένα τεράστιο θαλάσσιο μπουρτανάρισμα, με εκατοντάδες πλοία να καθυστερούν, οδηγώντας σε σημαντικές διαταραχές στις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού.

Οι άμεσες επιπτώσεις του αποκλεισμού ήταν εκτεταμένες. Πηγές του ασφαλιστικού κλάδου αναφέρουν ότι οι ιδιοκτήτες του πλοίου θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν ασφαλιστικές απαιτήσεις από την Αρχή της Διώρυγας του Σουέζ (SCA) για απώλεια χρημάτων και άλλα πλοία που είχαν κολλήσει πίσω του. Τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων αυτού του μεγέθους είναι συνήθως ασφαλισμένα για ζημιές στο κύτος και τα μηχανήματα μεταξύ 100 και 140 εκατομμυρίων δολαρίων. Επιπλέον, καθυστέρησε η παράδοση αγαθών, οδηγώντας σε

ελλείψεις και καθυστερήσεις σε διάφορα μέρη του κόσμου. Το περιστατικό προκάλεσε επίσης αύξηση των τιμών του πετρελαίου λόγω των ανησυχιών για την προμήθεια αργού πετρελαίου και υγροποιημένου φυσικού αερίου, τα οποία συνήθως μεταφέρονται μέσω της δώρυγας. Το μπλοκάρισμα διήρκεσε έξι ημέρες προτού το πλοίο απελευθερωθεί τελικά, χάρη σε έναν συνδυασμό βυθοκόρησης, ρυμούλκησης και της φυσικής βοήθειας των υψηλών παλιρροιών.

Το περιστατικό αυτό κατέδειξε την ευπάθεια των παγκόσμιων logistics σε μεμονωμένα σημεία αποτυχίας. Η δώρυγα του Σουέζ, λόγω της στρατηγικής της σημασίας, έγινε ένα σημείο συμφόρησης που, όταν παρεμποδίστηκε, είχε άμεσες και αλυσιδωτές επιπτώσεις στο παγκόσμιο εμπόριο, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για πιο ανθεκτικές και διαφοροποιημένες αλυσίδες εφοδιασμού.

Ένα άλλο θέμα εφοδιαστικής είναι το ξέσπασμα της πανδημίας COVID-19 στις αρχές του 2020 που εισήγαγε πρωτοφανείς διαταραχές στις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού, με μία από τις σημαντικότερες να είναι η κρίση έλλειψης εμπορευματοκιβωτίων. Η πανδημία οδήγησε σε αύξηση της καταναλωτικής ζήτησης για αγαθά, ιδίως καθώς τα λουκέτα και οι περιορισμοί αύξησαν την εξάρτηση από το ηλεκτρονικό εμπόριο. Το κύμα αυτό συνέπεσε με μειωμένες επιχειρησιακές δυνατότητες σε λιμένες και ναυτιλιακές γραμμές λόγω μέτρων υγείας και ασφάλειας, δημιουργώντας αναντιστοιχία μεταξύ της ζήτησης για εμπορευματοκιβώτια και της διαθεσιμότητάς τους.

Η έλλειψη εμπορευματοκιβωτίων επιδεινώθηκε από υλικοτεχνικές ανισορροπίες. Τα εμπορευματοκιβώτια έμειναν εγκλωβισμένα σε λιμάνια όπου δεν χρειάζονταν, ενώ περιοχές με υψηλές εξαγωγικές απαιτήσεις αντιμετώπισαν οξείες ελλείψεις. Αυτό ήταν ιδιαίτερα εμφανές στην Ασία, όπου βιομηχανικές δυνάμεις όπως η Κίνα είδαν μια ταχεία ανάκαμψη και αύξηση των εξαγωγών, αλλά δεν μπορούσαν να εξασφαλίσουν αρκετά εμπορευματοκιβώτια για να μεταφέρουν τα εμπορεύματά τους.

Επιπλέον, οι διαταραχές που προκλήθηκαν από την πανδημία ανέδειξαν τις υλικοτεχνικές προκλήσεις της επανατοποθέτησης κενών εμπορευματοκιβωτίων. Με πολλά πλοία εκτός λειτουργίας και λιμένες που λειτουργούσαν κάτω από τη χωρητικότητά τους, η συνήθης ροή εμπορευματοκιβωτίων από περιοχές χαμηλής ζήτησης προς περιοχές υψηλής ζήτησης επηρεάστηκε σοβαρά. Αυτό οδήγησε σε σημαντικές καθυστερήσεις, αυξημένο κόστος μεταφοράς και περαιτέρω επιβάρυνση των παγκόσμιων αλυσίδων εφοδιασμού.

Ο κλιμακούμενος όγκος των δραστηριοτήτων εφοδιαστικής παγκοσμίως όχι μόνο επιβαρύνει την παγκόσμια υποδομή της αλυσίδας εφοδιασμού, αλλά ασκεί επίσης βαθύτατες επιπτώσεις στο περιβάλλον, συμβάλλοντας σημαντικά στην κλιματική αλλαγή. Αυτή η σχέση μεταξύ του αναπτυσσόμενου τομέα της εφοδιαστικής και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης είναι πολύπλευρη, περιλαμβάνοντας τις εκπομπές από τις μεταφορές, τα απόβλητα συσκευασίας και την κατανάλωση ενέργειας στα κέντρα αποθήκευσης και διανομής.

### **Εκπομπές μεταφοράς**

Ο τομέας της εφοδιαστικής βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στα δίκτυα μεταφορών, συμπεριλαμβανομένων των οδικών, αεροπορικών, θαλάσσιων και σιδηροδρομικών, για τη

διακίνηση αγαθών σε όλο τον κόσμο. Αυτό το μωσαϊκό μεταφορών αποτελεί σημαντική πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG), κυρίως διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το οποίο συμβάλλει καθοριστικά στην **υπερθέρμανση του πλανήτη**, εάν δεν ληφθούν σημαντικά μέτρα. Η καύση ορυκτών καυσίμων από φορτηγά, πλοία και αεροπλάνα δεν απελευθερώνει μόνο μεγάλες ποσότητες CO<sub>2</sub> αλλά και επιπλέον ρύπους, όπως τα οξείδια του αζώτου (NOx) και τα σωματίδια, που έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην **ποιότητα του αέρα** και τη **δημόσια υγεία**.

### **Απόβλητα συσκευασίας**

Η έξαρση των ηλεκτρονικών αγορών και του παγκόσμιου εμπορίου έχει οδηγήσει σε αύξηση των αποβλήτων συσκευασίας, μεγάλο μέρος των οποίων δεν είναι βιοδιασπώμενο και καταλήγει σε χωματερές ή στους ωκεανούς, προκαλώντας **ρύπανση και βλάβη στη θαλάσσια ζωή**. Η παραγωγή υλικών συσκευασίας, όπως τα πλαστικά και το χαρτόνι, συμβάλλει επίσης στις εκπομπές CO<sub>2</sub> και στην εξάντληση των πόρων. Έτσι, υπογραμμίζεται η επείγουσα ανάγκη για βιώσιμες λύσεις συσκευασίας στον κλάδο των logistics.

### **Κατανάλωση ενέργειας στην αποθήκευση και τη διανομή**

Τα κέντρα αποθήκευσης και διανομής είναι αναπόσπαστα στοιχεία του δικτύου εφοδιαστικής, όπου τα αγαθά αποθηκεύονται, ταξινομούνται και αποστέλλονται. Οι εγκαταστάσεις αυτές καταναλώνουν σημαντικές ποσότητες ενέργειας για τον φωτισμό, τη θέρμανση, την ψύξη και τη λειτουργία εξοπλισμού όπως οι μεταφορικές ταινίες και τα περονοφόρα ανυψωτικά μηχανήματα. Η εξάρτηση από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τις λειτουργίες αυτές συμβάλλει στο συνολικό **αποτύπωμα άνθρακα** του τομέα των logistics. Επιπλέον, η κατασκευή και η επέκταση των εγκαταστάσεων αποθήκευσης συχνά οδηγούν σε **καταστροφή οικοτόπων και απώλεια της βιοποικιλότητας**, επιδεινώνοντας περαιτέρω τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Τις προκλήσεις αυτές επιτείνει το πιεστικό ζήτημα της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Το παραδοσιακό μοντέλο εφοδιαστικής, με τη μεγάλη εξάρτησή του από τα ορυκτά καύσιμα και το σημαντικό αποτύπωμα άνθρακα, έρχεται όλο και περισσότερο σε αντίθεση με την παγκόσμια επιταγή για περιβαλλοντική διαχείριση. Σε αυτό το πλαίσιο, η παράδοση με μη επανδρωμένα αεροσκάφη αναδεικνύεται όχι απλώς ως καινοτόμος τεχνολογία αλλά ως πιθανός άξονας για τη βιώσιμη εφοδιαστική στην ψηφιακή εποχή.

### **Εφαρμογές παράδοσης με drone: Φάσμα**

Τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV), έχουν εξελιχθεί ραγδαία από εξειδικευμένα gadgets, σε ευέλικτα εργαλεία με ευρύ φάσμα εφαρμογών σε διάφορους τομείς. Σε γενικές γραμμές, οι εφαρμογές των drone μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κύριους τομείς: ανίχνευση και τηλεπισκόπηση (κάμερα/αισθητήρας), χειρισμός (ενεργοποιητής ή μηχανισμός) και μεταφορά. Κάθε κατηγορία περιλαμβάνει ένα εύρος δραστηριοτήτων, από την περιβαλλοντική παρακολούθηση και τη διαχείριση καταστροφών έως τη γεωργία ακριβείας και την επιθεώρηση υποδομών.



## **2.12 "Μεταφορές": Μια διπλή εστίαση**

Στην κατηγορία "μεταφορές", οι εφαρμογές των μη επανδρωμένων αεροσκαφών χωρίζονται σε δύο βασικές ροές: τη μεταφορά εμπορευμάτων και τη μεταφορά επιβατών. Η διάκριση αυτή είναι ζωτικής σημασίας, καθώς αναδεικνύει την ευελιξία και τις δυνατότητες των drones να φέρουν επανάσταση όχι μόνο στον τρόπο με τον οποίο μεταφέρονται τα εμπορεύματα σε μικρές και μεγάλες αποστάσεις, αλλά και στο μέλλον των προσωπικών και δημόσιων μεταφορών.

- **Μεταφορά εμπορευμάτων:** Σε αυτό το ρεύμα εντάσσεται η παράδοση με μη επανδρωμένα αεροσκάφη. Περιλαμβάνει τη χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών για τη μετακίνηση αγαθών και δεμάτων από το ένα σημείο στο άλλο. Αυτό μπορεί να κυμαίνεται από μικρά, ελαφριά αντικείμενα, όπως ιατρικές προμήθειες και προϊόντα λιανικής πώλησης, έως μεγαλύτερα και βαρύτερα φορτία. Η ελκυστικότητα της χρήσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών για τη μεταφορά αγαθών έγκειται στην ικανότητά τους να **παρακάμπτουν τις παραδοσιακές προκλήσεις της επίγειας μεταφοράς**, όπως η κυκλοφοριακή συμφόρηση και οι περιορισμοί των υποδομών, οδηγώντας δυνητικά σε ταχύτερους χρόνους παράδοσης και μειωμένο λειτουργικό κόστος.
- **Μεταφορά επιβατών:** Αν και βρίσκεται ακόμη σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης και αντιμετωπίζει σημαντικά ρυθμιστικά, τεχνολογικά εμπόδια και εμπόδια ασφαλείας, η ιδέα της χρήσης μη επανδρωμένων αεροσκαφών για τη μεταφορά επιβατών κερδίζει έδαφος. Με την ονομασία **"ιπτάμενα ταξί"**, αυτά τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη οραματίζονται να προσφέρουν μια εναλλακτική λύση στους συμβατικούς επίγειους τρόπους μεταφοράς, υποσχόμενα να μειώσουν την αστική συμφόρηση και να παρέχουν ένα νέο μέσο πλοήγησης στα αστικά τοπία.

## **2.13 Αναδιαμόρφωση της ναυτιλίας**

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη παράδοσης εμπίπτουν συγκεκριμένα στον τομέα της "μεταφοράς αγαθών", προσφέροντας μια πολλά υποσχόμενη λύση σε διάφορες υλικοτεχνικές προκλήσεις. Αντιπροσωπεύουν μια στροφή προς πιο ευέλικτες, αποτελεσματικές και φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους παράδοσης, ιδίως για τις παραδόσεις του τελευταίου χιλιομέτρου - το τελικό στάδιο της διαδικασίας παράδοσης, όπου τα αγαθά μεταφέρονται από ένα κέντρο διανομής στον τελικό καταναλωτή. Το τμήμα αυτό είναι κρίσιμο στην εφοδιαστική αλυσίδα, η οποία συχνά χαρακτηρίζεται από αναποτελεσματικότητα και υψηλό κόστος.

Οι δυνατότητες των μη επανδρωμένων αεροσκαφών παράδοσης εκτείνονται πέρα από το καταναλωτικό λιανικό εμπόριο- είναι έτοιμα να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο σε κρίσιμους τομείς όπως η υγειονομική περίθαλψη, καθώς η ταχεία παράδοση ιατρικών προμηθειών μπορεί να αποβεί σωτήρια για τη ζωή. Επιπλέον, σε απομακρυσμένες ή δυσπρόσιτες περιοχές, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη μπορούν να παρέχουν βασικά αγαθά και υπηρεσίες που διαφορετικά θα ήταν δύσκολο να παραδοθούν λόγω γεωγραφικών περιορισμών ή κακής υποδομής.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : Θεωρητικό Υπόβαθρο

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο βασίστηκε η ανάλυση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας καθώς και βασικές στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης. Για τον σκοπό της παρούσας εργασίας εφαρμόστηκε η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) για την εξαγωγή των μοντέλων της ανάλυσης. Ο κύριος λόγος στον οποίο βασίστηκε η επιλογή αυτών των μεθόδων είναι η «**φύση**» της **εξαρτημένης μεταβλητής** (κατανάλωση καυσίμου), η οποία λαμβάνει συνεχείς τιμές. Στη συνέχεια του κεφαλαίου αναλύεται η γραμμική παλινδρόμηση, εντοπίζονται τα κριτήρια αποδοχής ενός μαθηματικού προτύπου και παρουσιάζεται ο τρόπος που επιτεύχθηκαν τα μαθηματικά μοντέλα πρόβλεψης μέσω λειτουργιών του ειδικού στατιστικού λογισμικού.

### 3.1 Βασικές Έννοιες Στατιστικής

- Πληθυσμός: Ο πληθυσμός (population) αναφέρεται στο **σύνολο των παρατηρήσεων** του χαρακτηριστικού που ενδιαφέρει τη στατιστική έρευνα. Πρόκειται για ένα σύνολο στοιχείων που είναι τελείως καθορισμένα. Ένας πληθυσμός μπορεί να είναι πραγματικός ή θεωρητικός.
- Δείγμα: Το δείγμα (sample) αναφέρεται σε ένα **υποσύνολο του πληθυσμού**. Οι περισσότερες στατιστικές έρευνες στηρίζονται σε δείγματα, αφού οι ιδιότητες του πληθυσμού είναι συνήθως αδύνατο να καταγραφούν. Όλα τα στοιχεία που ανήκουν στο δείγμα ανήκουν και στον πληθυσμό, χωρίς να ισχύει το αντίστροφο. Τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από τη μελέτη του δείγματος θα ισχύουν με ικανοποιητική ακρίβεια για ολόκληρο τον πληθυσμό μόνο εάν το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού.
- Μεταβλητές: Με τον όρο μεταβλητές (variables) εννοούνται τα χαρακτηριστικά εκείνα που ενδιαφέρουν **να μετρηθούν και να καταγραφούν** σε ένα σύνολο ατόμων. Οι μεταβλητές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τις ποιοτικές και τις ποσοτικές μεταβλητές.
- Ποιοτικές Μεταβλητές: (qualitative variables) είναι οι μεταβλητές των οποίων οι δυνατές τιμές είναι κατηγορίες **διαφορετικές** μεταξύ τους. Η χρήση αριθμών για την παράσταση των τιμών μιας τέτοιας μεταβλητής είναι καθαρά συμβολική και δεν έχει την έννοια της μέτρησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας τέτοιας μεταβλητής αποτελεί το φύλο.
- Ποσοτικές Μεταβλητές: (quantitative variables) είναι οι **μεταβλητές με τιμές αριθμούς**, που όμως έχουν τη σημασία της μέτρησης. Παραδείγματα τέτοιων μεταβλητών είναι η ηλικία και η οδηγική εμπειρία. Οι ποσοτικές μεταβλητές διακρίνονται με τη σειρά τους σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τις **διακριτές** (ή ασυνεχείς) και τις **συνεχείς**. Οι διακριτές (ordinal) είναι οι μεταβλητές που μπορούν να πάρουν μόνο διακεκριμένες τιμές με ένα τέτοιο παράδειγμα να είναι ο αριθμός των μελών μιας οικογένειας ενώ οι συνεχείς (scale) είναι οι μεταβλητές που μπορούν να λάβουν οποιαδήποτε τιμή μέσα σε ένα συνεχές διάστημα. Παραδείγματα τέτοιων μεταβλητών είναι η ταχύτητα και τα εβδομαδιαία διανυόμενα χιλιόμετρα.

- Μέτρα Κεντρικής Τάσης: Τα μέτρα κεντρικής τάσης (measures of central tendency) προσδιορίζουν ένα **κεντρικό σημείο** γύρω από το οποίο τείνουν να συγκεντρώνονται τα δεδομένα.
- Μέση τιμή: Σε περίπτωση ανάλυσης ενός δείγματος  $x_1, x_2, \dots, x_n$  η μέση τιμή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

όπου:

$x_i$ : ο αριθμός των παρατηρήσεων

$n$ : ο συνολικός αριθμός του δείγματος

- Μέτρα Διασποράς Μεταβλητότητας: Τα μέτρα διασποράς και μεταβλητότητας (measures of variability) δίνουν περιληπτικά τη **διασκόρπιση και μεταβλητότητα των δεδομένων**. Αξίζει να σημειωθεί ότι η περιγραφή της διασποράς μιας ομάδας παρατηρήσεων είναι απαραίτητη καθώς η μέση τιμή δεν δίνει πλήρη εικόνα για τη φύση της κατανομής. Όταν τα δεδομένα είναι συγκεντρωμένα γύρω από μια κεντρική τιμή, δηλαδή η διασπορά των δεδομένων είναι μικρή, τότε η κεντρική τιμή αντιπροσωπεύει ικανοποιητικά τα δεδομένα. Από την άλλη, όταν τα δεδομένα είναι πολύ σκορπισμένα, τα μέτρα κεντρικής τιμής δεν δίνουν καλή περιληπτική περιγραφή των δεδομένων.
- Διακύμανση: Στην περίπτωση που τα δεδομένα αποτελούν ένα δείγμα, η **διακύμανση** συμβολίζεται με  $s^2$  και ορίζεται ως:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (2)$$

όπου:

$x_i$ : ο αριθμός των παρατηρήσεων

$\bar{x}$ : είναι ο δειγματικός μέσος, δηλαδή η μέση τιμή των παρατηρήσεων του δείγματος

$n$ : ο συνολικός αριθμός του δείγματος

- Τυπική Απόκλιση: Η μαθηματική σχέση που δίνει την **τυπική απόκλιση** του δείγματος είναι:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

Για την περίπτωση **συμμετρικά κατανεμημένου δείγματος** σύμφωνα με έναν εμπειρικό κανόνα, προκύπτει ότι:

το διάστημα  $(-s, +s)$  περιέχει περίπου το 68% των δεδομένων

το διάστημα  $(-2s, +2s)$  περιέχει περίπου το 95% των δεδομένων

το διάστημα  $(-3s, +3s)$  περιέχει το 99% των δεδομένων

- Συνδιακύμανση: Η συνδιακύμανση (covariance of the two variables) αποτελεί ένα **μέτρο της σχέσης μεταξύ δύο περιοχών δεδομένων** και δίνεται από τη σχέση:

$$Cov(x, y) = \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})] \quad (4)$$

- Μέτρα Αξιοπιστίας: Για κάθε στατιστική υπόθεση μπορεί να προκύπτουν διαφορετικοί έλεγχοι. Επομένως, χρησιμοποιούνται κάποια μέτρα αξιοπιστίας, όπως αναφέρονται επιγραμματικά παρακάτω και αναλύονται στη συνέχεια:

- **το επίπεδο εμπιστοσύνης** είναι η αναλογία των περιπτώσεων που μια εκτίμηση θα είναι σωστή
- **το επίπεδο σημαντικότητας** είναι η αναλογία των περιπτώσεων που ένα συμπέρασμα είναι εσφαλμένο
- **Συσχέτιση Μεταβλητών – Συντελεστής Συσχέτισης**: Για την περίπτωση των ποσοτικών μεταβλητών, ο όρος συσχέτιση αφορά τον βαθμό με τον οποίο δύο μεταβλητές μεταβάλλονται ταυτοχρόνως (συμμεταβάλλονται) και προς ποια κατεύθυνση, με την προϋπόθεση ότι η σχέση τους είναι γραμμική. Η γραμμική σχέση δύο μεταβλητών εκφράζεται γενικά από τη συνάρτηση:

$$y = a + b * x \quad (5)$$

όπου:

x, y: οι τυχαίες και συνεχείς μεταβλητές

a: ο σταθερός όρος της εξίσωσης

b: ο συντελεστής παλινδρόμησης

- Στη γραμμική σχέση για κάθε μεταβολή της μεταβλητής x κατά μια μονάδα, η μεταβλητή y μεταβάλλεται κατά b. Επειδή στην πραγματικότητα μπορεί να υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους σχετίζονται οι τιμές δύο μεταβλητών, δηλαδή η σχέση να μην είναι γραμμική, πριν από τον ποσοτικό προσδιορισμό της σχέσης είναι απαραίτητο **να διερευνηθεί η ύπαρξη της γραμμικής σχέσης.**
- Ο **πίνακας συσχέτισης** (correlation table) αποτελεί το πρώτο βήμα της ανάλυσης με στόχο να διερευνηθεί η συσχέτιση των κύριων μεταβλητών που καταγράφονται από τον προσομοιωτή και θα αναλυθούν περαιτέρω στη συνέχεια. Το πιο γνωστό μέτρο της εξάρτησης μεταξύ δύο ποσοτήτων είναι ο συντελεστής συσχέτισης συνδιακύμανσης Pearson ή "Pearson συντελεστής συσχέτισης". Ο βαθμός της γραμμικής συσχέτισης των δυο μεταβλητών x και y, οι οποίες έχουν διασπορά  $\sigma_x^2$  και  $\sigma_y^2$  αντίστοιχα, και συνδιακύμανση  $\sigma_{xy} = \text{cov}[x,y]$  καθορίζεται με τον **συντελεστή συσχέτισης** (correlation coefficient), που συμβολίζεται με  $\rho$  και ισούται με το ημίγειο της διαίρεσης της συνδιακύμανσης των δύο μεταβλητών με το γινόμενο των τυπικών αποκλίσεων τους. Ο συντελεστής συσχέτισης  $\rho$  εκφράζει τον βαθμό και τον τρόπο που οι δύο μεταβλητές συσχετίζονται και ορίζεται ως:

$$\bullet \quad \rho = \left(\frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}\right) \left(\frac{1}{\sigma_x \sigma_y}\right) \quad (6)$$

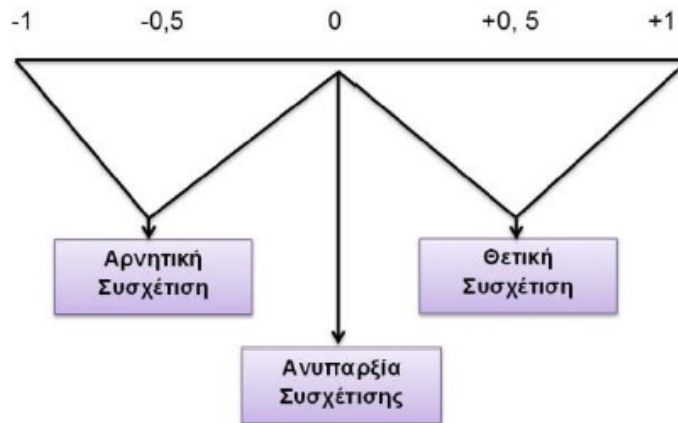
• όπου:

$\sigma_x$ : η τυπική απόκλιση της μεταβλητής x

$\sigma_y$ : η τυπική απόκλιση της μεταβλητής y

$\sigma_{xy}$ : η συνδιακύμανση των μεταβλητών x και y

- Επιπλέον, πρέπει να επισημανθεί ότι ο συντελεστής συσχέτισης δεν εξαρτάται από την μονάδα μέτρησης των  $x$  και  $y$  και παίρνει τιμές στο διάστημα  $[-1,1]$ . Τιμές κοντά στο 1 δηλώνουν **ισχυρή θετική συσχέτιση**, τιμές κοντά στο -1 δηλώνουν **ισχυρή αρνητική συσχέτιση** και τιμές μεταξύ -1 και 1 σε όλες τις άλλες περιπτώσεις δηλώνουν γραμμική ανεξαρτησία των  $x$  και  $y$ , όπως αποτυπώνεται εύλογα και στο Διάγραμμα 3.1 που ακολουθεί.



Διάγραμμα 3.1: Επεξήγηση πιθανών τιμών του Συντελεστή Συσχέτισης

(Πηγή: Σιώμοκος & Βασιλακοπούλου, 2005)

## 3.2 Βασικές Κατανομές

Όπως είναι γνωστό από τη θεωρία της στατιστικής, για να μελετηθούν τα διάφορα στατιστικά μεγέθη πρέπει να είναι γνωστή η **μορφή της κατανομής** που ακολουθούν οι τιμές τους. Παρακάτω παρατίθενται οι σημαντικότερες στατιστικές κατανομές που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση οδικών ατυχημάτων και οδηγικής συμπεριφοράς.

Όπως είναι γνωστό από τη θεωρία της στατιστικής, για να μελετηθούν τα διάφορα στατιστικά μεγέθη πρέπει να είναι γνωστή η **μορφή της κατανομής** που ακολουθούν οι τιμές τους. Παρακάτω παρατίθενται οι σημαντικότερες στατιστικές κατανομές που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση οδικών ατυχημάτων και οδηγικής συμπεριφοράς.

- **Κανονική Κατανομή:** Από τις πιο σημαντικές κατανομές πιθανότητας η οποία αφορά σε συνεχείς μεταβλητές είναι η **κανονική κατανομή ή κατανομή του Gauss**. Η καταλληλότητά της στην ερμηνεία των κατανομών που επηρεάζονται από πολλές πηγές σφαλμάτων εξηγεί άμεσα και τη μεγάλη χρηστικότητα της στην προσέγγιση αθροισμάτων τυχαίων μεταβλητών όλων των κατανομών. Μια συνεχής τυχαία μεταβλητή  $x$  θεωρείται ότι ακολουθεί την κανονική κατανομή με παραμέτρους  $m$ ,  $s$  (-

$-\infty < m < +\infty$ ,  $s > 0$ ), και γράφεται  $X \sim N(m, s^2)$ , όταν έχει συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας την:

$$f(x | m, s^2) = \frac{e^{-\frac{(x-m)^2}{2s^2}}}{\sqrt{2\pi s^2}} \quad (7)$$

όπου:

- $x$ : η τυχαία μεταβλητή
- $m$ : η μέση τιμή της μεταβλητής
- $s$ : η τυπική απόκλιση της μεταβλητής
- **Κατανομή Poisson**: Είναι γνωστό ότι η **καταλληλότερη κατανομή** για την περιγραφή τελείως τυχαίων διακριτών γεγονότων είναι η κατανομή Poisson. Μια τυχαία μεταβλητή  $x$  (όπως π.χ. το πλήθος των ατυχημάτων ή των νεκρών από οδικά ατυχήματα) θεωρείται ότι ακολουθεί κατανομή Poisson με παράμετρο  $\lambda$  ( $\lambda > 0$ ),  $\lambda = m = s^2$ , και γράφεται  $X \sim P(\lambda)$ , όταν έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας την:

$$P(x) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!} \quad (8)$$

όπου:

- $x$ : η τυχαία μεταβλητή που λαμβάνει τιμές 0,1,2,3, ... και  $x! = x \cdot (x-1) \cdot \dots \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$
- $\lambda$ : θετικός πραγματικός αριθμός που ισούται με τη μέση τιμή και τη διασπορά κατά Poisson

Η κατανομή Poisson αφορά στον αριθμό των συμβάντων σε ορισμένο **χρονικό ή χωρικό διάστημα**. Γενικά, ο αριθμός  $x$  των συμβάντων σε χρονικό (ή χωρικό) διάστημα  $t$  ακολουθεί την κατανομή Poisson αν ο ρυθμός  $\lambda$ , έστω των συμβάντων είναι χρονικά σταθερός και οι αριθμοί των συμβάντων σε ξένα διαστήματα αποτελούν ανεξάρτητα ενδεχόμενα (Κοκολάκης & Σπηλιώτης, 1999).

Η κατανομή Poisson είναι κατάλληλη για την ανάπτυξη μοντέλων που αφορούν φαινόμενα που εμφανίζονται σπάνια και των οποίων οι εμφανίσεις είναι **ανεξάρτητες** μεταξύ τους, δηλαδή η εμφάνιση του φαινομένου μια φορά δεν επηρεάζει την επόμενη. Ο αριθμός των παθόντων είναι μια μεταβλητή, η οποία παρουσιάζει όμοιες ιδιότητες με την μεταβλητή του αριθμού των ατυχημάτων και γενικά υποστηρίζεται ότι τα οδικά ατυχήματα ακολουθούν συνήθως κατανομή Poisson.

- Αρνητική Διωνυμική Κατανομή: Μια άλλη πολύ σημαντική κατανομή που χρησιμοποιείται στην οδική ασφάλεια είναι η αρνητική διωνυμική κατανομή. Η χρήση της κατανομής αυτής ενδείκνυται για περιπτώσεις όπου η διακύμανση των στοιχείων του δείγματος είναι μεγαλύτερη από τον μέσο όρο. Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί σε φαινόμενα που εμφανίζουν **περιοδικές μεταβολές**, όπως παραδείγματος χάριν, ο αριθμός αφίξεων οχημάτων που αφορούν σε μικρά χρονικά διαστήματα (π.χ. 10 sec) σε κάποιο σημείο μετά από φωτεινό σηματοδότη.

Μια τυχαία μεταβλητή  $x$  θεωρείται ότι ακολουθεί την αρνητική διωνυμική κατανομή με παραμέτρους  $k, p$  και γράφεται  $X \sim NB(k, p)$ , όταν έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας την:

$$P(x) = \binom{x+k-1}{x} * p^k * (1-p)^x \quad (9)$$

όπου:

- $x$ : η τυχαία μεταβλητή που λαμβάνει τιμές  $0, 1, 2, 3, \dots$
- $k$ : θετική ακέραια παράμετρος της αρνητικής διωνυμικής κατανομής
- $p$ : παράμετρος της αρνητικής διωνυμικής κατανομής ( $0 < p < 1$ )

### 3.3 Μαθηματικά Πρότυπα

- Γραμμική Παλινδρόμηση: Ο κλάδος της στατιστικής, ο οποίος εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών ώστε να είναι δυνατή η πρόβλεψη της μιας από τις υπόλοιπες, ονομάζεται **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis).

Με τον όρο **εξαρτημένη μεταβλητή** εννοείται η μεταβλητή της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ ο όρος **ανεξάρτητη μεταβλητή** αναφέρεται σε εκείνη την μεταβλητή, η οποία χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν θεωρείται τυχαία αλλά παίρνει καθορισμένες τιμές. Η εξαρτημένη μεταβλητή αντίθετα, θεωρείται τυχαία και "καθοδηγείται" από την ανεξάρτητη μεταβλητή. Προκειμένου να προσδιοριστεί αν μια ανεξάρτητη μεταβλητή ή ένας συνδυασμός ανεξάρτητων μεταβλητών προκαλεί τη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων.

Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μια στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην ανάπτυξη εξισώσεων που περιγράφουν τη **σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης**. Επισημαίνεται ότι η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει



συνεχείς ή διακριτές τιμές. Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές μέγεθος και ακολουθεί κανονική κατανομή χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης, της οποίας η πιο απλή περίπτωση είναι η απλή γραμμική παλινδρόμηση (Simple Linear Regression).

Η απλούστερη περίπτωση γραμμικής παλινδρόμησης είναι η **απλή γραμμική παλινδρόμηση** (simple linear regression). Σε αυτή υπάρχει μόνο μια ανεξάρτητη μεταβλητή  $x$  και μια εξαρτημένη μεταβλητή  $y$ , που προσεγγίζεται ως μια γραμμική συνάρτηση του  $x$ . Η τιμή  $y_i$  της  $y$ , για κάθε τιμή  $x_i$  της  $x$ , δίνεται από τη σχέση:

$$y_i = a + b * x_i + \varepsilon_i \quad (10)$$

όπου:

- $y_i$ : η εξαρτημένη μεταβλητή
- $x_i$ : η ανεξάρτητη μεταβλητή
- $a$ : ο σταθερός όρος της εξίσωσης
- $b$ : ο συντελεστής παλινδρόμησης
- $\varepsilon_i$ : το σφάλμα παλινδρόμησης

Το πρόβλημα της παλινδρόμησης είναι η εύρεση των παραμέτρων  $a$  και  $b$  που εκφράζουν όσο το δυνατόν καλύτερα τη γραμμική εξάρτηση της εξαρτημένης μεταβλητής  $y$  από την ανεξάρτητη μεταβλητή  $x$ . Κάθε ζεύγος τιμών ( $a$ ,  $b$ ) καθορίζει και μια διαφορετική γραμμική σχέση που **εκφράζεται γεωμετρικά από ευθεία γραμμή** και οι παράμετροι ορίζονται ως εξής:

- ο **σταθερός όρος  $a$**  είναι η τιμή του  $y$  για  $x = 0$ .
- ο συντελεστής  $b$  του  $x$  είναι η **κλίση** (slope) της ευθείας ή αλλιώς συντελεστής παλινδρόμησης (regression coefficient). Εκφράζει τη μεταβολή της μεταβλητής  $y$  όταν η μεταβλητή  $x$  μεταβληθεί κατά μια μονάδα.
- ο όρος  $\varepsilon_i$  λέγεται **σφάλμα παλινδρόμησης** (regression error) και ορίζεται ως η διαφορά της  $y_i$  από τη δεσμευμένη μέση τιμή  $E(Y|X= x_i)$ ,

όπου  $E(Y|X= x_i) = a + b * x_i$ .

Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι **εξής υποθέσεις**:

- η ανεξάρτητη μεταβλητή  $x$  είναι ελεγχόμενη για το πρόβλημα υπό μελέτη, δηλαδή είναι γνωστές οι τιμές της χωρίς καμιά αμφιβολία

- η εξάρτηση της  $y$  από τη  $x$  είναι γραμμική
- το σφάλμα παλινδρόμησης έχει μέση τιμή μηδέν για κάθε τιμή της  $x$  και η διασπορά του είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από τη  $x$ , δηλαδή  $E(\varepsilon_i) = 0$  και  $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2$

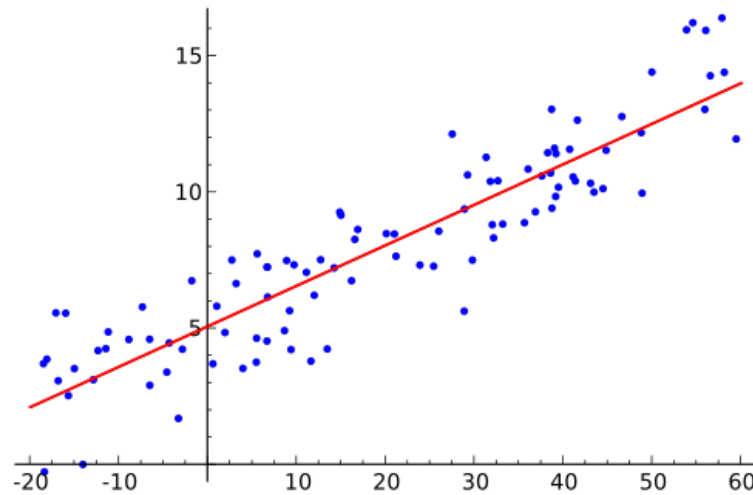
Οι παραπάνω υποθέσεις για γραμμική σχέση και σταθερή διασπορά αποτελούν χαρακτηριστικά πληθυσμών με κανονική κατανομή. Για το λόγο αυτό, σε προβλήματα γραμμικής παλινδρόμησης γίνεται η υπόθεση ότι η **εξαρτημένη μεταβλητή ακολουθεί κανονική κατανομή**.

- Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση: Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή  $y$  εξαρτάται γραμμικά από περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές  $x$  ( $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ) τότε γίνεται αναφορά στην **πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση** (multiple linear regression). Η εξίσωση η οποία αποτυπώνει τη σχέση ανάμεσα στην εξαρτημένη και τις ανεξάρτητες μεταβλητές έχει τη γενικότερη μορφή:

$$y_i = b_0 + b_1 * x_{1i} + b_2 * x_{2i} + \dots + b_n * x_{ni} + \varepsilon_i \quad (11)$$

Οι υποθέσεις της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι ίδιες με εκείνες της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, δηλαδή υποθέτει κανείς ότι τα σφάλματα της παλινδρόμησης (όπως και η τυχαία μεταβλητή  $y$  για κάθε τιμή της  $x$ ) ακολουθούν **κανονική κατανομή με σταθερή διασπορά**. Γενικά το πρόβλημα και η εκτίμηση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης δεν διαφέρει ουσιαστικά από εκείνο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ένα επιπλέον στοιχείο στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι ότι πριν προχωρήσει κανείς στην εκτίμηση των παραμέτρων πρέπει να ελέγξει αν πράγματι πρέπει να συμπεριληφθούν όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές στο μοντέλο. Εκείνο που απαιτείται να εξασφαλιστεί είναι η **μηδενική συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών**, δηλαδή θα πρέπει να ισχύει:  $\rho(X_i, X_j) \neq 0$ . Όταν μια ανεξάρτητη μεταβλητή μπορεί να εκτιμηθεί μέσω μιας άλλης, τότε προκύπτει πρόβλημα συγγραμικότητας.

- Μέθοδος Ελάχιστων Τετραγώνων: Η εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης γίνεται με τη **μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων** (least squares method). Σύμφωνα με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων, ο προσδιορισμός των συντελεστών  $b_i$  δίνει μια προσεγγιστική ευθεία που συνδέει τις τιμές της μεταβλητής  $y$ , δοθέντων των τιμών της μεταβλητής  $x$ . Η ευθεία που προκύπτει ονομάζεται ευθεία παλινδρόμησης της  $y$  πάνω στην  $x$ . Σκοπός είναι το άθροισμα των τετραγώνων των κατακόρυφων αποστάσεων των σημείων  $(x, y)$  από την ευθεία να είναι ελάχιστο. Παρακάτω δίνεται ένα ενδεικτικό Διάγραμμα της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων.



Διάγραμμα 3.2: Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων (Πηγή: Κούτρας & Ευαγγελάρας, 2010)

### **3.4 Στατιστική αξιολόγηση και Κριτήρια αποδοχής προτύπου**

Κάθε αναπτυσσόμενο μοντέλο, ούτως ώστε να θεωρείται αποδεκτό, είναι απαραίτητο να πληροί κάποιες βασικές προϋποθέσεις. Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση του μοντέλου μετά την διαμόρφωση του, αφορούν τα πρόσημα και τις τιμές των συντελεστών  $\beta_i$  της εξίσωσης, τη στατιστική σημαντικότητα, την ποιότητα του μοντέλου και το σφάλμα της εξίσωσης.

- **Μη συσχέτιση ανεξάρτητων μεταβλητών:** Βασική προϋπόθεση είναι η μη συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών, οι οποίες πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή να ισχύει  $\rho(x_i, x_j)$  για κάθε  $i \neq j \rightarrow 0$ . Διαφορετικά δεν είναι δυνατή η εξακρίβωση της επιρροής της κάθε μεταβλητής στο αποτέλεσμα, καθώς εμφανίζονται προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας.
- **Λογική ερμηνεία πρόσημων:** Όσον αφορά στους **συντελεστές της εξίσωσης**, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα **λογικής ερμηνείας των πρόσημων τους**. Θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι μείωση της ανεξάρτητης μεταβλητής οδηγεί σε μείωση της εξαρτημένης. Σε δεύτερο στάδιο εξετάζεται η τιμή του συντελεστή. Θα πρέπει να δίνεται μια **λογική εξήγηση** για την τιμή αυτή, αφού αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής  $x_i$  κατά μια μονάδα οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά  $b_i$  και ομοίως μείωση της ανεξάρτητης μεταβλητής  $x_i$  κατά μια μονάδα οδηγεί σε μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά  $b_i$ .

- **Στατιστική σημαντικότητα:** Πραγματοποιούνται πρώτα οι έλεγχοι των σταθερών επιδράσεων (test of fixe effects) για καθεμία από τις σταθερές επιδράσεις που ορίζονται στο μοντέλο. Πρόκειται για έναν έλεγχο τύπου ANOVA. Προκειμένου να γίνει αποδεκτό ότι οι μεταβλητές συμβάλλουν σημαντικά στο μοντέλο θα πρέπει η τιμή σημαντικότητας (significance value) να είναι  $\text{sig} \leq 0,05$ . Αυτό σημαίνει ότι η μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική για το 95% τουλάχιστον των περιπτώσεων.

Η στατιστική αξιολόγηση των παραμέτρων των μεταβλητών πραγματοποιείται μέσω του ελέγχου t-test (κριτήριο κατανομής Student). Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να διαπιστωθεί εάν οι παράμετροι που υπολογίστηκαν, διαφέρουν σημαντικά από το 0. Προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών και καθορίζεται ποιες από αυτές θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο. Ο συντελεστής t εκφράζεται από τη σχέση:

$$t - \text{ratio} = \frac{\beta_i}{\text{s.e.}} \quad (12)$$

όπου:

- $\beta_i$ : οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών  $x_i$
- s.e.: το τυπικό σφάλμα των σταθερών παραμέτρων (standard error)

Βάσει της παραπάνω σχέσης, όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα τόσο αυξάνεται η τιμή του  $t_{\text{stat}}$  και συνεπώς αυξάνεται η επάρκεια (efficiency). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του  $t_{\text{stat}}$  τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές του  $t_{\text{stat}}$  για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης:

Βαθμοί Ελευθερίας	Επίπεδο εμπιστοσύνης				
	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
80	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
$\infty$	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Πίνακας 3.1 Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t της Κατανομής Student

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα για ένα δείγμα περί τα 80 και επίπεδο εμπιστοσύνης 95% είναι  $t^* = 1,671$  και για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% είναι  $t^* = 1,3$ . Έτσι, για παράδειγμα μία μεταβλητή με  $t^* = -3,8$ , έχει απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από το 1,671 και επομένως είναι αποδεκτή και στατιστικά σημαντική για το 95% των περιπτώσεων.

- **Συντελεστής προσαρμογής  $R^2$ :** Μετά τον έλεγχο στατιστικής εμπιστοσύνης εξετάζεται η **ποιότητα** του μοντέλου, η οποία καθορίζεται με βάση το συντελεστή προσαρμογής. Ο

συντελεστής  $R^2$  χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο και ορίζεται από την σχέση:

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tot}} \quad (13)$$

όπου:

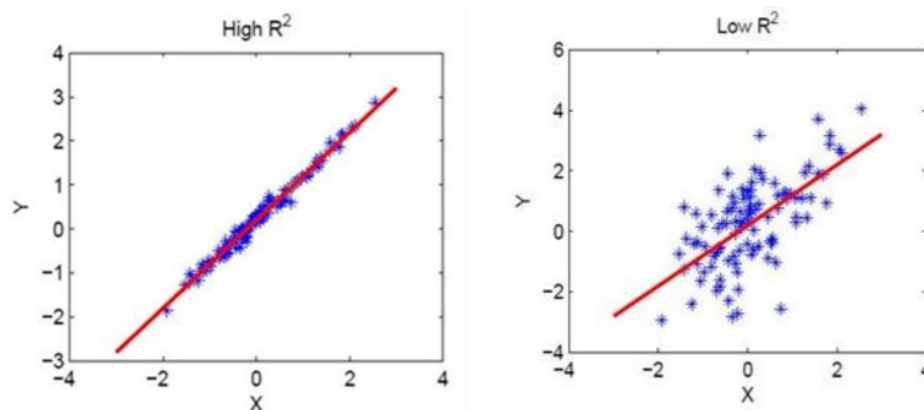
$$SSR = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2 = \beta^2 * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (14)$$

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (15)$$

Τα αρχικά SSR και SST έχουν προέλθει από τις φράσεις **υπόλοιπο άθροισμα τετραγώνων** (Residual Sum of Squares) και συνολικό **άθροισμα τετραγώνων** (Total Sum of Squares), αντίστοιχα. Με  $\hat{y}$  συμβολίζεται η προβλεπόμενη τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής από τις ανεξάρτητες.

Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y (εξαρτημένη) που εξηγείται από την μεταβλητή X (ανεξάρτητη). Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Καθίσταται σαφές ότι όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του  $R^2$  στη μονάδα, **τόσο πιο ισχυρή γίνεται η γραμμική σχέση εξάρτησης** των μεταβλητών Y και X. Ο συντελεστής  $R^2$  έχει συγκριτική αξία, κάτι το οποίο σημαίνει ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του που είναι αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή  $R^2$ . Γενικά επιδιώκονται τιμές του μεγαλύτερες ή ίσες του 0.25. Τέλος, ο συντελεστής  $R^2$  μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο ισχυρότητας της γραμμικής σχέσης ανεξάρτητα από το αν το X παίρνει καθορισμένες τιμές ή αν είναι τυχαία μεταβλητή.

Στο Διάγραμμα 3.3 που ακολουθεί παρουσιάζονται παραδείγματα υψηλού και χαμηλού συντελεστή προσαρμογής  $R^2$ .



Διάγραμμα 3.3: Παράδειγμα υψηλού (αριστερά) και χαμηλού (δεξιά) συντελεστή προσαρμογής  $R^2$

- Ελαστικότητα:

Η σχετική επιρροή των μεταβλητών στα μοντέλο που αφορούν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα υπολογίζεται με τη **θεωρία ελαστικότητας**. Πιο αναλυτικά, η ελαστικότητα (elasticity) αντικατοπτρίζει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής στην μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Η τιμή της ελαστικότητας ερμηνεύεται ως το ποσοστό επί της εκατό της μεταβολής της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλείται από μια μεταβολή της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά 1%.

Η ελαστικότητα, για γραμμικά πρότυπα, δίδεται από την παρακάτω σχέση και εφαρμόζεται αποκλειστικά σε **συνεχείς μεταβλητές**:

$$e_i = \frac{\Delta Y_i}{\Delta X_i} * \frac{X_i}{Y_i} = \beta_i * \frac{X_i}{Y_i} \quad (16)$$

Για **διακριτές μεταβλητές** χρησιμοποιείται η **έννοια της ψευδοελαστικότητας**, η οποία περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας επιλογής κατά τη μετάβαση από τη μια τιμή της διακριτής μεταβλητής στην άλλη. Η σχέση που υπολογίζει την τιμή της ψευδοελαστικότητας για διακριτές μεταβλητές είναι η παρακάτω:

$$E_{x_{ink}}^{P_i} = e^{\beta_{ik}} * \frac{\sum_{i=1}^I e^{(\beta_i x_{in})}}{\sum_{i=1}^I e^{(\beta_i x_{in})}} - 1 \quad (17)$$

όπου:

- I: το πλήθος των πιθανών επιλογών
- $x_{ink}$ : η τιμή της μεταβλητής k για την εναλλακτική i του ατόμου n
- $\Delta(\beta_i x_{in})$ : η τιμή της συνάρτησης που καθορίζει την κάθε επιλογή αφού η τιμή της  $x_{ink}$  έχει μεταβληθεί από 0 σε 1
- $\beta_i x_{in}$  η αντίστοιχη τιμή όταν η  $x_{nk}$  έχει την τιμή 0
- $\beta_{ik}$  η τιμή της παραμέτρου της μεταβλητής  $x_{nk}$

- Λειτουργία του ειδικού στατιστικού λογισμικού: Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του ειδικού στατιστικού λογισμικού SPSS. Αφού καταχωρήθηκαν τα δεδομένα σε ειδικές βάσεις δεδομένων, μεταφέρθηκαν στο στατιστικό λογισμικό στο πεδίο δεδομένων και ακολουθήθηκαν **οι ενέργειες που συνοπτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια**.

Αρχικά, καθορίστηκαν οι μεταβλητές στο πεδίο μεταβλητών (variable view). Εκεί δίνονται οι ονομασίες και καθορίζονται οι ιδιότητές τους (όνομα, τύπος μεταβλητής, αριθμός ψηφίων, κωδικοποίηση τιμών κ.α.). Είναι σημαντικό να γίνει διάκριση των μεταβλητών σε συνεχείς (scale), διατεταγμένες (ordinal) και διακριτές (nominal).

Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται η εντολή **Analyze** για τη **στατιστική ανάλυση** των δεδομένων. Η εντολή αυτή περιλαμβάνει τις παρακάτω επιλογές:

Descriptive statistics: Διαδικασίες για την παραγωγή περιγραφικών αποτελεσμάτων. Εδώ βρίσκεται η επιλογή Descriptives. Πρόκειται για χρήσιμες στατιστικές περιγραφικές συναρτήσεις (μέσος όρος, τυπική απόκλιση, μέγιστο, ελάχιστο).

Correlate: Η διαδικασία μετράει τη συσχέτιση ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Από εδώ επιλέγεται η εντολή Bivariate Correlations. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο Variables και χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης Pearson, εάν πρόκειται για συνεχείς μεταβλητές και ο συντελεστής Spearman για διακριτές μεταβλητές.

Regression: Η διαδικασία εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης. Λόγω της φύσης της εξαρτημένης μεταβλητής επιλέχθηκε η γραμμική παλινδρόμηση (Linear Regression). Η εξαρτημένη μεταβλητή που ενδιαφέρει εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές, με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independents. Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όσες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που αναγράφονται εκεί.

Τέλος, τα αποτελέσματα εμφανίζονται στα δεδομένα εξόδου. Για τον έλεγχο καταλληλότητας του μοντέλου εφαρμόζονται τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν. Συνεπώς, επιδιώκεται οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης βί να μπορούν να εξηγηθούν λογικά, ο σταθερός όρος της εξίσωσης, που εκφράζει το σύνολο των παραμέτρων που δεν λήφθηκαν υπόψη, να είναι κατά το δυνατό μικρότερος και η τιμή του στατιστικού ελέγχου t να είναι μεγαλύτερη από την τιμή 1,7 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Ακόμα, το επίπεδο σημαντικότητας να είναι μικρότερο από 5% (significance < 0,05), οι ανεξάρτητες μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στο κάθε μοντέλο να είναι μεταξύ τους ασυσχέτιστες και ο συντελεστής συσχέτισης  $R^2$  να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος στα μοντέλα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης και για την ακρίβεια η τιμή του πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,3.

### **3.5 Λογιστική Παλινδρόμηση**

Το στατιστικό μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression) εφαρμόζεται σε περιπτώσεις στις οποίες η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει διακριτές τιμές, όπως στην προκειμένη έρευνα. Εντοπίζεται σε συγκοινωνιακές έρευνες στις οποίες ο στόχος είναι να προβλεφθεί η επίδραση ορισμένων ανεξάρτητων μεταβλητών ενός γεγονότος, μέσω ενός μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης.



Ο στόχος του μοντέλου στην παρούσα Διπλωματική Εργασία είναι να υπολογιστεί η πιθανότητα επιλογής ενός τις τρεις διαδρομές και να παρουσιάσει πώς και σε τι βαθμό οι ανεξάρτητες μεταβλητές επηρεάζουν τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Στη λογιστική παλινδρόμηση η **εξαρτημένη μεταβλητή** είναι κατηγορική και δίτιμη. Για αυτήν εξετάζουμε την πιθανότητα (τα ποσοστά) εμφάνισης των δύο κατηγοριών σε σχέση με τις ανεξάρτητες μεταβλητές -παράγοντες. Επειδή σκοπός είναι να εκτιμηθεί η πιθανότητα εμφάνισης ενός συμβάντος, συνεπάγεται ότι οι τιμές που θα πρέπει να προκύπτουν από το γραμμικό υπόδειγμα περιέχονται στο διάστημα  $[0,1]$ .

Για τον λόγο αυτό υποθέτουμε ότι η μεταβλητή ακολουθεί διωνυμική κατανομή και ότι η σύνδεση της πιθανότητας εμφάνισης του γεγονότος  $p_i$  συνδέεται με το γραμμικό υπόδειγμα

$$\log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

μέσω της link function:

Όπου:

$$\log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right)$$

Ο λογάριθμος του λόγου σχετικής πιθανότητας. Απολογαριθμίζοντας προκύπτει ότι η πιθανότητα της κατηγορίας της εξαρτημένης μεταβλητής θα είναι:

$$p_i = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k}}$$

Στο μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης η εκτίμηση των συντελεστών πραγματοποιείται με τη μέθοδο μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood method) αντί της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων.

Η ερμηνεία τους, όμως, δεν προκύπτει με τον ίδιο τρόπο όπως στη γραμμική παλινδρόμησης, και θα πρέπει να γίνει τροποποίηση, ώστε να εκφραστούν με την κατάλληλη μορφή, δηλ.  $e^\beta$ . Τα περισσότερα προγράμματα στον πίνακα των συντελεστών εμφανίζουν και την σχέση  $e^\beta$ . Κάθε συντελεστής εκφράζει τη μεταβολή του λογαρίθμου της σχετικής πιθανότητας για μια μονάδα αύξησης της ανεξάρτητης μεταβλητής

Το στατιστικό μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης εφαρμόζεται στις περιπτώσεις όπου υπάρχουν δύο εναλλακτικές επιλογές με την ανάπτυξη διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης (binary model), αλλά και στην περίπτωση όπου υπάρχουν περισσότερες από δύο ενδεχόμενες επιλογές γίνεται με το πολυωνυμικό μοντέλο πρόβλεψης (multinomial model).

Ως συνάρτηση χρησιμότητας για τη λογιστική παλινδρόμηση ορίζεται η σχέση :

$$U_i = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n$$

Όπου

$U_i$  : η συνάρτηση χρησιμότητας του συμβάντος  $i$

$x_1 \dots x_n$  : οι αυτόνομες μεταβλητές του προβλήματος

$\alpha_0$  : ο σταθερός όρος που αντιπροσωπεύει την επιρροή των παραγόντων που δεν περιλαμβάνονται στο μαθηματικό μοντέλο

$\alpha_1 \dots \alpha_n$  : οι συντελεστές των μεταβλητών

Η σχέση με την οποία υπολογίζεται η πιθανότητα πραγματοποίησης του γεγονότος  $i$  είναι :

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

Συνεπώς, η πιθανότητα να μην πραγματοποιηθεί το ενδεχόμενο  $i$  είναι από το αποτέλεσμα  $1 - P_i$ .

Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας συναντάται η έννοια του λόγου των πιθανοτήτων. Πρόκειται για ένα κλάσμα που στον αριθμητή είναι η πιθανότητα να συμβεί το γεγονός ενώ στον παρονομαστή είναι η πιθανότητα να μην συμβεί. Όπως προαναφέρθηκε, εάν  $P$  είναι η πιθανότητα να συμβεί ένα γεγονός και  $1-P$  είναι η πιθανότητα να μην συμβεί τότε ο λόγος των πιθανοτήτων δίνεται ως εξής :

Η λογαριθμική μορφή του λόγου αυτού που χρησιμοποιείται συχνότερα δίνεται από τη σχέση:

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

Όταν οι πιθανότητες  $> 1$ , τότε οι πιθανότητες αυξάνονται.

Όταν οι πιθανότητες είναι  $< 1$ , τότε οι πιθανότητες μειώνονται.

### **3.6 Μέθοδοι δεδηλωμένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης**

**Με δύο τρόπους** μπορεί να γίνει καταγραφή της συμπεριφοράς και των χαρακτηριστικών ενός δείγματος που επιλέγεται για να λάβει μέρος σε μια έρευνα.

Μια από τις πιο συνηθισμένες **μεθόδους συλλογής δεδομένων**, χάρη στην απλότητά του, είναι αυτή του ερωτηματολογίου. Αυτό μπορεί να αποτελείται από διάφορους τύπους. Για παράδειγμα μπορεί να είναι σε ηλεκτρονική μορφή ή έντυπη, να περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα ερωτήσεων και κατάλληλων διατυπώσεων σε συνάρτηση με τους σκοπούς που έχει θέσει ο ερευνητής.

Ως **πρώτη τεχνική καταγραφής** των απόψεων του κοινού χρησιμοποιείται η **μέθοδος των δηλωμένων προτιμήσεων**. Μέσω αυτής της μεθόδου, καταγράφονται οι προτιμήσεις από ένα δείγμα του πληθυσμού για κάποιο θέμα που ενδιαφέρει τον ερευνητή. Προκειμένου να αναλυθούν οι προτιμήσεις του δείγματος, χρησιμοποιούνται κατάλληλα μαθηματικά μοντέλα. Η μέθοδος είναι καταλληλότερη για καταστάσεις που δεν αποτελούν παρόν θέμα, αλλά είναι πιθανό να αποτελέσουν και να προκύψουν στο μέλλον.

Η **δεύτερη τεχνική** για τη συγκέντρωση στοιχείων σχετικά με ένα θέμα που έχει τεθεί ονομάζεται **μέθοδος της αποκαλυπτόμενης προτίμησης**. Η ειδοποιός διαφορά αυτής της μεθόδου είναι το γεγονός ότι καταγράφονται οι συμπεριφορές των στάσεων του κοινού απέναντι σε εναλλακτικές επιλογές που έχουν ήδη εφαρμοστεί και για το λόγο αυτό προτιμάται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου στόχος είναι η εξαγωγή μοντέλων της ζήτησης.

Ωστόσο, η μέθοδος αυτή σε ορισμένες περιπτώσεις βρίσκεται σε μειονεκτική θέση.

- Είναι δυνατόν να υπάρχει υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στις κύριες μεταβλητές καθιστώντας τη συνέχιση της ανάλυσης ανενεργή
- Δυσκολία εξέτασης όλων των μεταβλητών που εισάγονται στην έρευνα εξαιτίας της περιορισμένης ευελιξίας των δεδομένων
- Επίσης, δεν ισχύει για καταστάσεις που δεν βρίσκονται στο προσκήνιο στο παρόντα χρόνο. Από την άλλη πλευρά, η Μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί πιο συχνά διότι:
- Επιτρέπει την τοποθέτηση ενός ευρέος φάσματος μεταβλητών στο πεδίο της έρευνας
- Ο μελετητής καθορίζει τη βάση και τα στοιχεία με τα οποία θα αντιμετωπιστεί το κοινό, με αποτέλεσμα η μέθοδος αυτή να είναι πιο ελεγχόμενη
- Παρουσιάζει χαμηλότερο κόστος, καθώς μέσω της κατάλληλης οργάνωσης των περιεχόμενων, ο ερευνητής εξασφαλίζει καλύτερη κατανόηση για το προφίλ των ερωτηθέντων από τις πολλαπλές απαντήσεις τους

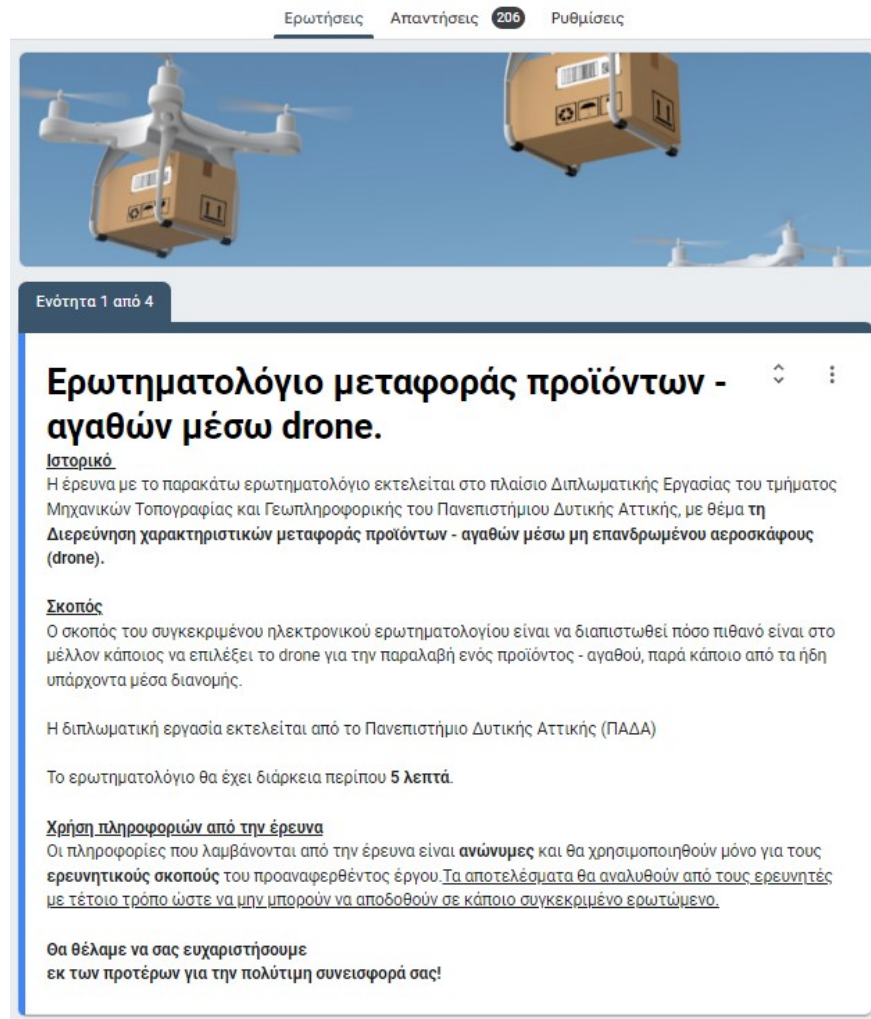
Ωστόσο, χρειάζεται να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις έρευνες που εφαρμόζουν μόνο αυτή την μέθοδο, καθώς είναι πιθανό οι απαντήσεις των ερωτηθέντων να μην αντιστοιχούν στις πραγματικές τους συνήθειες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Συλλογή δεδομένων

### 4.1 Εισαγωγή

Ήδη, από τα προηγούμενα κεφάλαια έχει αναφερθεί πως ο στόχος της παρούσας Διπλωματικής εργασίας είναι να προσφέρει μια αξιολόγηση σχετικά με τη μεταφορά προϊόντων – αγαθών μέσω μη επανδρωμένων αεροσκαφών. Παράλληλα, γίνεται μια προσπάθεια **ανάλυσης των παραγόντων** που επηρεάζουν την επιλογή των ερωτηθέντων μεταξύ drone και courier.

Για να συλλεχθούν τα απαραίτητα στοιχεία εφαρμόστηκε η **μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference)** σε ένα δείγμα ατόμων του πληθυσμού, που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο που μοιράστηκε διαδικτυακά με τη βοήθεια του Google Forms, ενώ στην εικόνα 7 φαίνεται η πρώτη σελίδα του διαδικτυακού ερωτηματολογίου.



Ερωτήσεις Απαντήσεις 206 Ρυθμίσεις

Ενότητα 1 από 4

### Ερωτηματολόγιο μεταφοράς προϊόντων - αγαθών μέσω drone.

**Ιστορικό**  
Η έρευνα με το παρακάτω ερωτηματολόγιο εκτελείται στο πλαίσιο Διπλωματικής Εργασίας του τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, με θέμα τη **Διερεύνηση χαρακτηριστικών μεταφοράς προϊόντων - αγαθών μέσω μη επανδρωμένου αεροσκάφους (drone).**

**Σκοπός**  
Ο σκοπός του συγκεκριμένου ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου είναι να διαπιστωθεί πόσο πιθανό είναι στο μέλλον κάποιος να επιλέξει το drone για την παραλαβή ενός προϊόντος - αγαθού, παρά κάποιο από τα ήδη υπάρχοντα μέσα διανομής.

Η διπλωματική εργασία εκτελείται από το Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής (ΠΑΔΑ)

Το ερωτηματολόγιο θα έχει διάρκεια περίπου **5 λεπτά**.

**Χρήση πληροφοριών από την έρευνα**  
Οι πληροφορίες που λαμβάνονται από την έρευνα είναι **ανώνυμες** και θα χρησιμοποιηθούν μόνο για τους **ερευνητικούς σκοπούς** του προαναφερθέντος έργου. Τα αποτελέσματα θα αναλυθούν από τους ερευνητές με τέτοιο τρόπο ώστε να μην μπορούν να αποδοθούν σε κάποιο συγκεκριμένο ερωτώμενο.

Θα θέλαμε να σας ευχαριστήσουμε εκ των προτέρων για την πολύτιμη συνεισφορά σας!

Εικόνα 4.1: Αρχική σελίδα του ερωτηματολογίου

## **4.2 Συλλογή δεδομένων**

### **4.2.1 Ερωτηματολόγιο**

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε είναι χωρισμένο σε **3 ενότητες** και αποτελείται από **22 ερωτήσεις**, όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στο **Παράρτημα Α**. Συνολικά συμπληρώθηκαν **206 ερωτηματολόγια** καθιστώντας τις απαντήσεις αξιόλογο δείγμα για μετέπειτα ανάλυση και ερμηνεία, σε διαδικτυακή μορφή με μέσο όρο συμπλήρωσης τα 5 λεπτά, χρόνος αποδεκτός για τέτοιου είδους έρευνες. Η διαδικασία συλλογής δεδομένων διήρκεσε περίπου τρεις εβδομάδες, από τέλος Απριλίου μέχρι αρχές Μαΐου του 2024 ενώ στο ερωτηματολόγιο αναφέρθηκε ξεκάθαρα ότι οι πληροφορίες που θα συγκεντρωθούν θα χρησιμοποιηθούν μόνο για επιστημονικούς – ερευνητικούς σκοπούς.

Στην **πρώτη ενότητα** του ερωτηματολογίου σκιαγραφείται το προφίλ του κοινού όσον αφορά στις **προτιμήσεις μεταφοράς των προϊόντων – αγαθών** που αγοράζουν από το διαδίκτυο, παραδείγματος χάρη πόσο συχνά κάνουν αγορές, πόσο κοστίζει μια τυπική παραγγελία, πόσο άμεσα την παραλαμβάνουν κτλ.

Η **δεύτερη ενότητα** είναι το σημαντικότερο μέρος του ερωτηματολογίου από το οποίο θα εξαχθούν τα τελικά συμπεράσματα της έρευνας. Η ενότητα αυτή **περιλαμβάνει 5 διαφορετικά σενάρια** στα οποία ο ερωτώμενος θα πρέπει να επιλέξει τον τρόπο παραλαβής του προϊόντος - αγαθού, μεταξύ **3 παραμέτρων** για κάθε σενάριο (ταχύτητα, κόστος, ευελιξία). Οι διαθέσιμες επιλογές είναι drone ή courier.

Στην **τρίτη ενότητα** οι ερωτήσεις σχετίζονται με τα **δημογραφικά χαρακτηριστικά** του κοινού. Τα στοιχεία που ζητούνται είναι: το φύλο, η ηλικία, το επίπεδο εκπαίδευσης, το είδος εργασίας και ετήσιο οικογενειακό εισόδημα. Αυτά τα στοιχεία βοηθούν στον έλεγχο της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματος και στη χρήση τους στο μαθηματικό μοντέλο που θα αναπτυχθεί στη συνέχεια. Βοηθούν επιπλέον στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες ερωτήσεις

### **4.2.2 Σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης**

Τα σενάρια που χρησιμοποιήθηκαν στην δεύτερη ενότητα του ερωτηματολογίου όπως προαναφέρθηκε βασίστηκαν σε **3 παραμέτρους**,

- Χρόνος παράδοσης
- Κόστος μεταφοράς
- Ευελιξία

Η αλληλουχία των σεναρίων και ο προσεκτικός σχεδιασμός των πινάκων με τα δεδομένα των παραμέτρων, έχουν επιλεγεί κατάλληλα και στοχεύουν στον προβληματισμό των ερωτηθέντων που θα λάβουν μέρος στην έρευνα. Ενδιαφέρει ιδιαίτερα η προσεχτική **αξιολόγηση των δεδομένων** κάθε σεναρίου από τους ερωτηθέντες, αποφεύγοντας μία πιθανή ταχεία και

απρόσεχτη συμπλήρωση. Για τον λόγο αυτό κανένα σενάριο δεν είχε προφανή απάντηση και σαν αποτέλεσμα παρατηρήθηκε σε κάθε ερωτηματολόγιο ποικιλία απαντήσεων.

Χαρακτηριστικά	Επίπεδα
Ταχύτητα	Αυθημερόν
	1-2 μέρες
	3+ μέρες
Κόστος	2 €
	5 €
	10 €
Ευελιξία	Όχι σημαίνει να μη μπορώ να αλλάξω σημείο παραλαβής  Ναι σημαίνει να μπορώ να τροποποιήσω από πού θα παραλάβω το προϊόν - αγαθό ανά πάσα στιγμή

*Πίνακας 4.1 : Δεδομένα των σεναρίων*

Στην εικόνα 8 φαίνεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με όλες τις επιλογές ανά χαρακτηριστικό καθώς και το πρώτο σενάριο του ερωτηματολογίου που αποδείχθηκε ότι ήταν αρκετά κατανοητό από το κοινό. Το σύνολο των σεναρίων και ολόκληρο το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε παρατίθεται στο Παράρτημα στο τέλος αυτού του τεύχους.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι επιλογές ανά μέσον.

Ταχύτητα	Drone			Courier		
	Αυθημερόν	1-2 μέρες	3+ μέρες	Αυθημερόν	1-2 μέρες	3+ μέρες
Κόστος	5 €	10 €		2 €	5 €	10 €
Ευελιξία	Όχι	Ναι		Όχι	Ναι	

1. Σενάριο 1 \*

	Drone	Courier
<b>Ταχύτητα</b>	<b>Αυθημερόν</b>	<b>3+ μέρες</b>
<b>Κόστος</b>	<b>10 €</b>	<b>2 €</b>
<b>Ευελιξία</b>	<b>Ναι</b>	<b>Όχι</b>

Drone

Courier

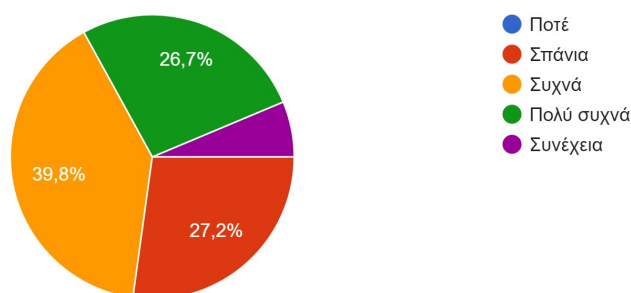
*Εικόνα 4.2.2.1: Το σενάριο 1 που χρησιμοποιήθηκε στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου*

### 4.3 Περιγραφική Ανάλυση

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πιο σημαντικά στοιχεία που προέκυψαν από τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου. Με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων του δείγματος, τα στατιστικά στοιχεία παρουσιάζονται σε μορφή πίτας και διαγραμμάτων.

Τα γραφήματα που ακολουθούν απεικονίζουν τις απαντήσεις των ερωτηθέντων σε πληθώρα ερωτήσεων, από το πόσο κοστίζει μια τυπική παραγγελία από το διαδίκτυο, μέχρι το εάν θα αισθανόντουσαν άνετοι γνωρίζοντας ότι το προϊόν - αγαθό που παράγειλαν, μεταφέρεται μέσω drone. Αναλυτικότερα:

1. Πόσο συχνά κάνετε αγορές από το διαδίκτυο;  
206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.1 Κατανομή του δείγματος σχετικά με τη συχνότητα των διαδικτυακών αγορών τους.*

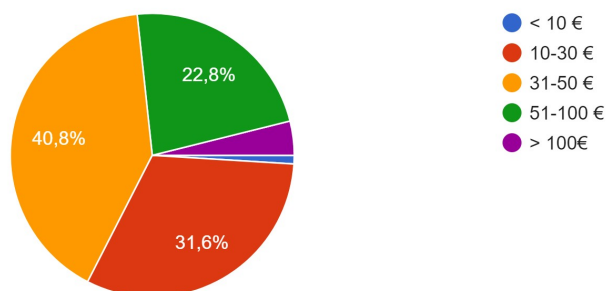
Σύμφωνα με τα δεδομένα της έρευνας, η συχνότερη απάντηση που καταγράφηκε είναι «Συχνά», η οποία αντιστοιχεί στο 39,8% των συμμετεχόντων. Αυτή η ένδειξη αποκαλύπτει ότι σχεδόν 4 στους 10 ανθρώπους κάνουν αγορές από το διαδίκτυο με αρκετή συχνότητα. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι επιλογές «Σπάνια» και «Πολύ συχνά» ακολουθούν με εξαιρετικά μικρή διαφορά, κάτι που δείχνει ότι υπάρχει σημαντική ποικιλία στις συνήθειες αγορών των καταναλωτών.

Αυτό το εύρημα καταδεικνύει ότι η χρήση του διαδικτύου για αγορές έχει καθιερωθεί ως μια συχνή πρακτική για ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού, ενώ παράλληλα υπάρχει ένα υπολογίσιμο ποσοστό που κάνει αγορές είτε πολύ συχνά είτε σπάνια. Η ποικιλία αυτή μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως η εμπιστοσύνη στις διαδικτυακές αγορές, η ευκολία χρήσης, οι προσφερόμενες τιμές και η ποικιλία προϊόντων.



## 2. Πόσο κοστίζει μια μέση παραγγελία αγοράς από το διαδίκτυο; (καθαρό ποσό)

206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.2 Κατανομή του δείγματος σχετικά με το κόστος των διαδικτυακών αγορών τους.*

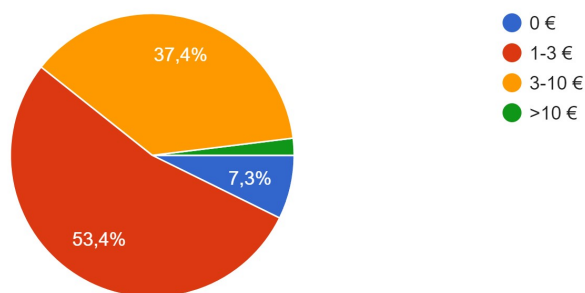
Τα αποτελέσματα της έρευνας αποκαλύπτουν ότι το κόστος μιας μέσης παραγγελίας από το διαδίκτυο ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των συμμετεχόντων. Η πιο κοινή κατηγορία τιμής που επιλέγεται από το 40,8% των ερωτηθέντων είναι η κατηγορία των 31-50 ευρώ. Αυτή η κατηγορία αντιπροσωπεύει σχεδόν τον μισό πληθυσμό των συμμετεχόντων, υποδεικνύοντας ότι το συγκεκριμένο εύρος τιμών είναι το πιο συνηθισμένο για τις διαδικτυακές αγορές.

Αμέσως μετά, ακολουθεί η κατηγορία των 10-30 ευρώ με ποσοστό 31,6%. Αυτό δείχνει ότι ένα σημαντικό ποσοστό καταναλωτών προτιμά να κρατά τις δαπάνες τους χαμηλότερα, επιλέγοντας πιο οικονομικές αγορές. Τέλος, το 22,8% των συμμετεχόντων δηλώνει ότι η μέση παραγγελία τους κυμαίνεται μεταξύ 51-100 ευρώ, γεγονός που φανερώνει ότι υπάρχει επίσης μια υπολογίσιμη ομάδα καταναλωτών που ξοδεύει περισσότερα χρήματα στις διαδικτυακές αγορές τους.

Η κατανομή αυτή των τιμών μπορεί να αντανακλά τις διαφορετικές αγοραστικές συνήθειες και τις οικονομικές δυνατότητες των καταναλωτών. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι οι περισσότεροι καταναλωτές δαπανούν ένα μέσο ποσό για τις διαδικτυακές τους αγορές, ενώ υπάρχει σημαντική ποικιλία στις δαπάνες, με κάποιους να προτιμούν πιο οικονομικές επιλογές και άλλους να ξοδεύουν μεγαλύτερα ποσά.

### 3. Πόσο κοστίζουν τα μεταφορικά σε μια μέση παραγγελία αγοράς από το διαδίκτυο;

206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.3 Κατανομή του δείγματος σχετικά με το κόστος των μεταφορικών σε μια μέση διαδικτυακή αγορά τους.*

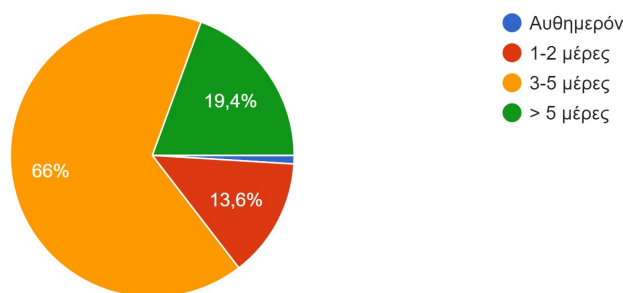
Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι περισσότεροι καταναλωτές πληρώνουν ένα μικρό ποσό για τα μεταφορικά έξοδα κατά τις διαδικτυακές τους αγορές. Η πλειονότητα των συμμετεχόντων, με ποσοστό 53,4%, ανέφερε ότι τα μεταφορικά κοστίζουν μεταξύ 1-3 ευρώ. Αυτό υποδηλώνει ότι οι περισσότερες διαδικτυακές παραγγελίες επιβαρύνονται με χαμηλά μεταφορικά έξοδα, κάτι που μπορεί να λειτουργεί ως κίνητρο για περισσότερες αγορές.

Η επόμενη πιο συχνή απάντηση, με ποσοστό 37,4%, είναι ότι τα μεταφορικά κοστίζουν μεταξύ 3-10 ευρώ. Αυτή η κατηγορία, αν και υψηλότερη από την προηγούμενη, εξακολουθεί να αντιπροσωπεύει ένα εύλογο κόστος για την παράδοση προϊόντων, ειδικά αν λάβουμε υπόψη το μέγεθος ή το βάρος των αγορών.

Τέλος, ένα μικρό ποσοστό, μόλις 7,3%, ανέφερε ότι δεν πληρώνει καθόλου μεταφορικά έξοδα. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω προωθητικών ενεργειών όπως δωρεάν αποστολή για συγκεκριμένα ποσά αγορών, ειδικές προσφορές ή συνδρομές σε υπηρεσίες που προσφέρουν δωρεάν μεταφορικά.

Η κατανομή των απαντήσεων δείχνει ότι, γενικά, τα μεταφορικά έξοδα είναι χαμηλά, με την πλειοψηφία των καταναλωτών να πληρώνει ένα μικρό ποσό για την παράδοση των προϊόντων τους. Αυτό το στοιχείο είναι θετικό για την προώθηση των διαδικτυακών αγορών, καθώς τα χαμηλά μεταφορικά έξοδα μειώνουν το συνολικό κόστος της αγοράς και κάνουν τις διαδικτυακές αγορές πιο ελκυστικές για τους καταναλωτές.

4. Ποιος είναι ο μέσος χρόνος παράδοσης μιας τυπικής παραγγελίας αγοράς από το διαδίκτυο;  
206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.4 Κατανομή του δείγματος σχετικά με τον μέσο χρόνο παράδοσης μιας τυπικής παραγγελίας από το διαδίκτυο.*

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι ο μέσος χρόνος παράδοσης για τις διαδικτυακές αγορές κυμαίνεται κυρίως μεταξύ 3-5 ημερών, με το 66% των συμμετεχόντων να αναφέρει αυτή την κατηγορία χρόνου. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει ότι οι περισσότεροι καταναλωτές περιμένουν λιγότερο από μία εβδομάδα για να λάβουν τις παραγγελίες τους, γεγονός που θεωρείται γενικά αποδεκτό και ικανοποιητικό για τους περισσότερους.

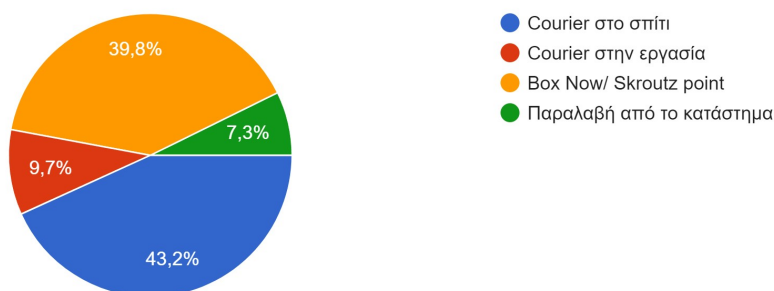
Το 13,6% των συμμετεχόντων ανέφερε ότι οι παραγγελίες τους παραδίδονται εντός 1-2 ημερών, κάτι που δείχνει ότι υπάρχει μια μικρότερη, αλλά σημαντική, ομάδα καταναλωτών που απολαμβάνει ταχεία παράδοση. Αυτή η ταχεία εξυπηρέτηση μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως η τοποθεσία των αποθηκών, η απόσταση από τον καταναλωτή ή οι επιπλέον χρεώσεις για γρήγορη αποστολή.

Επιπλέον, το 19,4% των συμμετεχόντων ανέφερε ότι ο χρόνος παράδοσης είναι μεγαλύτερος από 5 ημέρες. Αυτό το ποσοστό δείχνει ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου η παράδοση καθυστερεί περισσότερο από το αναμενόμενο, πιθανώς λόγω εξωτερικών παραγόντων όπως η απόσταση, τα τελωνεία, ή η διαθεσιμότητα προϊόντων.

Η κατανομή των απαντήσεων υποδηλώνει ότι η πλειοψηφία των παραγγελιών παραδίδεται εντός 3-5 ημερών, κάτι που αποτελεί έναν αποδεκτό χρόνο παράδοσης για τους περισσότερους καταναλωτές. Ωστόσο, η ύπαρξη ταχύτερων και πιο αργών παραδόσεων δείχνει τη διαφορετικότητα στις υπηρεσίες παράδοσης και τις προσδοκίες των καταναλωτών.

## 5. Υπάρχει συγκεκριμένος-προτιμότερος τρόπος παραλαβής του προϊόντος σας;

206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.5 Κατανομή του δείγματος σχετικά με την προτίμηση στη παραλαβή του προϊόντος.*

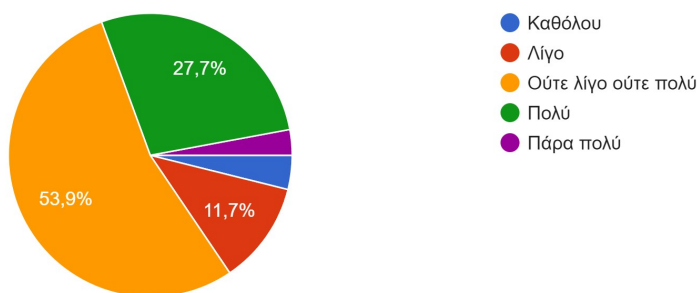
Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η πλειοψηφία των καταναλωτών προτιμά να παραλαμβάνει τα προϊόντα τους μέσω courier στο σπίτι, με το 43,2% των συμμετεχόντων να επιλέγει αυτήν την επιλογή. Αυτό υποδηλώνει ότι οι περισσότεροι καταναλωτές εκτιμούν την άνεση και την ευκολία της παράδοσης στο σπίτι, η οποία τους επιτρέπει να αποφεύγουν την ανάγκη να ταξιδέψουν για να παραλάβουν τα προϊόντα τους.

Ένα σημαντικό ποσοστό, 39,8%, προτιμά τη χρήση των υπηρεσιών παραλαβής από σημεία όπως Box Now ή Skrutz point. Αυτή η επιλογή προσφέρει ευελιξία στους καταναλωτές, καθώς μπορούν να παραλάβουν τα προϊόντα τους από σημεία που βρίσκονται σε βολικές τοποθεσίες και να αποφύγουν τις καθυστερήσεις που μπορεί να προκύψουν από τις παραδόσεις στο σπίτι.

Η επιλογή παράδοσης στην εργασία ακολουθεί με 9,7%, κάτι που δείχνει ότι υπάρχει μια μερίδα καταναλωτών που προτιμά να λαμβάνει τα προϊόντα τους στον χώρο εργασίας τους για λόγους ευκολίας, ειδικά εάν περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας τους εκεί.

Τέλος, ένα μικρό ποσοστό, 7,3%, επιλέγει την παραλαβή από το κατάστημα. Παρόλο που αυτή η επιλογή είναι η λιγότερο δημοφιλής, εξακολουθεί να αποτελεί μια βιώσιμη επιλογή για τους καταναλωτές που προτιμούν την άμεση επαφή με το κατάστημα ή θέλουν να εξοικονομήσουν χρήματα από τα μεταφορικά έξοδα.

6. Είστε ευχαριστημένος/η με την διαδικασία παράδοσης των προϊόντων όπως γίνεται μέχρι τώρα;  
206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.6 Κατανομή του δείγματος σχετικά με την ικανοποίηση των καταναλωτών από την διαδικασία παράδοσης των προϊόντων μέχρι τώρα.*

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι απόψεις των καταναλωτών για την ικανοποίηση από τη διαδικασία παράδοσης των προϊόντων είναι αρκετά διαφοροποιημένες. Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, με ποσοστό 53,9%, ανέφερε ότι είναι «Ούτε λίγο ούτε πολύ» ευχαριστημένοι με τη διαδικασία παράδοσης. Αυτό υποδηλώνει ότι οι περισσότεροι καταναλωτές θεωρούν τη διαδικασία παράδοσης ικανοποιητική αλλά όχι εξαιρετική, ενδεχομένως αναμένοντας βελτιώσεις σε συγκεκριμένα σημεία.

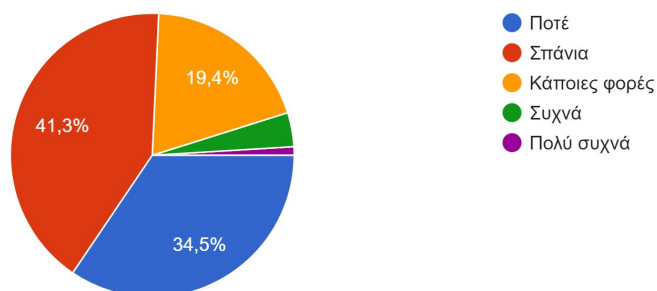
Ένα σημαντικό ποσοστό, 27,7%, δηλώνει ότι είναι «Πολύ» ευχαριστημένοι με τη διαδικασία παράδοσης. Αυτό δείχνει ότι πάνω από το ένα τέταρτο των καταναλωτών έχει θετική εμπειρία και είναι ικανοποιημένοι με την ταχύτητα, την αξιοπιστία και τη συνολική ποιότητα των υπηρεσιών παράδοσης που λαμβάνουν.

Τέλος, το 11,7% των συμμετεχόντων αναφέρει ότι είναι «Λίγο» ευχαριστημένοι με τη διαδικασία παράδοσης. Αν και αυτό το ποσοστό είναι μικρότερο σε σύγκριση με τις άλλες κατηγορίες, ενδεικνύει ότι υπάρχει ένα υπολογίσιμο τμήμα των καταναλωτών που ενδέχεται να αντιμετωπίζει προβλήματα ή να έχει συγκεκριμένες ανησυχίες σχετικά με την παράδοση των προϊόντων τους.

Η κατανομή αυτή των απαντήσεων δείχνει ότι, ενώ η πλειοψηφία των καταναλωτών είναι σε γενικές γραμμές ικανοποιημένη με τη διαδικασία παράδοσης, υπάρχει περιθώριο βελτίωσης για να επιτευχθεί υψηλότερο επίπεδο ικανοποίησης. Οι υπηρεσίες παράδοσης θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στη βελτίωση των χρόνων παράδοσης, της ακρίβειας και της επικοινωνίας με τους καταναλωτές για να αυξήσουν την ευχαρίστηση των πελατών.

7. Τον τελευταίο χρόνο, πόσες φορές αντιμετωπίσατε πρόβλημα σε παραγγελία που είχατε κάνει μέσω διαδικτύου; (πχ ήρθε χαλασμένο, χάθηκε κατά τη μεταφορά κτλ)

206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.7 Κατανομή του δείγματος σχετικά με πιθανά προβλήματα που εμφανίστηκαν σε παραγγελία από το διαδίκτυο.*

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η πλειοψηφία των καταναλωτών και συγκεκριμένα το ποσοστό των 41,3%, αντιμετωπίζει σπάνια προβλήματα με τις διαδικτυακές παραγγελίες τους, Αυτό το ποσοστό υποδηλώνει ότι ενώ τα προβλήματα δεν είναι ανύπαρκτα, δεν αποτελούν συχνό φαινόμενο για τους περισσότερους καταναλωτές.

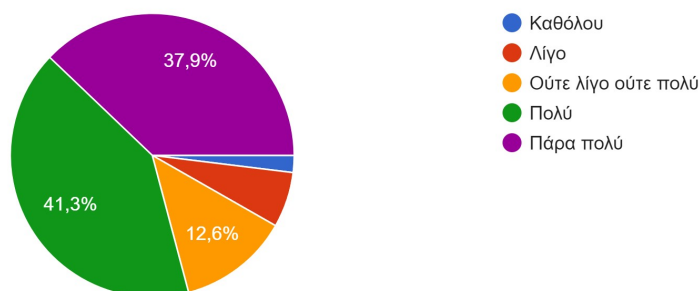
Το 34,5% των συμμετεχόντων ανέφερε ότι δεν αντιμετώπισε ποτέ προβλήματα με τις διαδικτυακές παραγγελίες τους τον τελευταίο χρόνο. Αυτό το σημαντικό ποσοστό καταδεικνύει ότι περισσότεροι από ένας στους τρεις καταναλωτές έχουν πολύ θετική εμπειρία χωρίς κανένα πρόβλημα παράδοσης, γεγονός που ενισχύει την αξιοπιστία των υπηρεσιών παράδοσης.

Ωστόσο, το 19,4% των συμμετεχόντων ανέφερε ότι αντιμετώπισε προβλήματα "κάποιες φορές". Παρόλο που αυτό το ποσοστό είναι μικρότερο από τα προηγούμενα, δείχνει ότι υπάρχουν καταναλωτές που αντιμετωπίζουν περιοδικά προβλήματα με τις παραγγελίες τους. Αυτά τα προβλήματα μπορεί να περιλαμβάνουν προϊόντα που έφτασαν χαλασμένα, καθυστερήσεις ή παραγγελίες που χάθηκαν κατά τη μεταφορά.

Η κατανομή των απαντήσεων δείχνει ότι η πλειοψηφία των καταναλωτών έχει γενικά θετική εμπειρία με τις διαδικτυακές παραγγελίες, με τα προβλήματα να είναι σπάνια ή ανύπαρκτα για το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων. Παρ' όλα αυτά, η ύπαρξη ενός ποσοστού καταναλωτών που αντιμετωπίζει περιοδικά προβλήματα υποδεικνύει την ανάγκη για συνεχή βελτίωση των υπηρεσιών παράδοσης και διαχείρισης παραγγελιών.

## 8. Πόσο σημαντικό είναι για εσάς να μπορείτε να εντοπίσετε την παραγγελία σας; (live tracking)

206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.8 Κατανομή του δείγματος σχετικά με πιθανά προβλήματα που εμφανίστηκαν σε παραγγελία από το διαδίκτυο.*

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η δυνατότητα εντοπισμού της παραγγελίας σε πραγματικό χρόνο (live tracking) είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους περισσότερους καταναλωτές. Το 41,3% των συμμετεχόντων ανέφερε ότι θεωρεί αυτή τη δυνατότητα «πολύ» σημαντική. Αυτό υποδηλώνει ότι σχεδόν οι μισοί καταναλωτές δίνουν μεγάλη έμφαση στην παρακολούθηση της παραγγελίας τους, πιθανώς λόγω της ανάγκης για ακριβή πληροφόρηση και αίσθημα ασφάλειας σχετικά με την παράδοση.

Επιπλέον, ένα σημαντικό ποσοστό, 37,9%, δηλώνει ότι η δυνατότητα live tracking είναι «πάρα πολύ» σημαντική. Αυτό δείχνει ότι πάνω από το ένα τρίτο των καταναλωτών θεωρεί το live tracking απαραίτητο, υπογραμμίζοντας τη σημασία της διαφάνειας και της άμεσης πληροφόρησης στη διαδικασία των παραγγελιών.

Από την άλλη πλευρά, ένα μικρότερο ποσοστό, 12,6%, αναφέρει ότι η δυνατότητα εντοπισμού της παραγγελίας είναι «ούτε λίγο ούτε πολύ» σημαντική. Αυτό δείχνει ότι, ενώ η πλειοψηφία των καταναλωτών θεωρεί το live tracking σημαντικό, υπάρχει και μια μικρή ομάδα που δεν το θεωρεί εξίσου απαραίτητο.

Η κατανομή αυτή των απαντήσεων υποδεικνύει ότι η δυνατότητα live tracking αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ικανοποίηση των καταναλωτών από τη διαδικασία παραγγελίας και παράδοσης. Οι εταιρείες που προσφέρουν αυτή τη δυνατότητα ενδέχεται να έχουν ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, καθώς καλύπτουν τις ανάγκες των καταναλωτών για άμεση και ακριβή πληροφόρηση.



9. Γνωρίζετε ότι γίνονται ήδη μεταφορές προϊόντων - αγαθών με μη επαδρωμένο αεροσκάφος (drone);

206 απαντήσεις



**Εικόνα 4.4.9 Κατανομή του δείγματος σχετικά με την γνώση και την αντίληψη για τις αερομεταφορές με drone.**

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η πλειοψηφία των καταναλωτών δεν γνωρίζει για τις μεταφορές προϊόντων με μη επαδρωμένα αεροσκάφη (drones), με το 54,9% των συμμετεχόντων να απαντά «Όχι δεν το γνωρίζω». Αυτό το ποσοστό υποδηλώνει ότι υπάρχει έλλειψη ενημέρωσης ή ενδιαφέροντος για τις νέες τεχνολογίες στον τομέα των παραδόσεων.

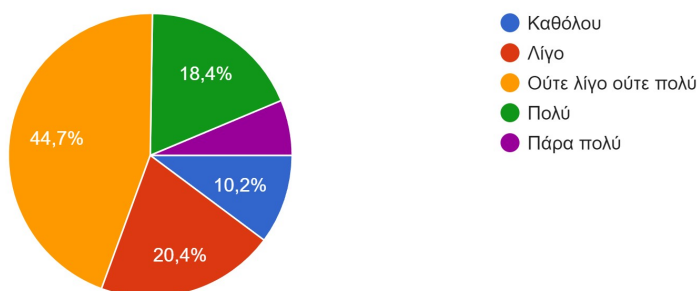
Ένα ποσοστό 28,6% των συμμετεχόντων δηλώνει ότι γνωρίζει για τη χρήση drones στις μεταφορές, αλλά πιστεύει ότι βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο και ότι θα αρχίσει να εδραιώνεται τα επόμενα χρόνια. Αυτή η αντίληψη αντικατοπτρίζει μια αναμενόμενη εξέλιξη της τεχνολογίας, καθώς οι καταναλωτές αναμένουν ότι η χρήση drones θα γίνει πιο συνηθισμένη με την πάροδο του χρόνου.

Μόνο το 10,2% των συμμετεχόντων ανέφερε ότι γνωρίζει πως οι μεταφορές προϊόντων με drones είναι συνηθισμένες σε κάποιες πόλεις του κόσμου. Αυτό το μικρό ποσοστό δείχνει ότι η χρήση drones στις παραδόσεις είναι ήδη γνωστή σε συγκεκριμένες περιοχές και ότι κάποιοι καταναλωτές είναι ενημερωμένοι για τις εξελίξεις αυτές.

Τέλος, το ποσοστό που απομένει (6,3%) των συμμετεχόντων δηλώνει ότι γνωρίζει για τη χρήση drones, αλλά δεν πιστεύει πως αυτή η τεχνολογία θα εδραιωθεί. Αυτό υποδηλώνει σκεπτικισμό σχετικά με τη βιωσιμότητα και την αποδοχή της χρήσης drones για μεταφορές προϊόντων.

Η κατανομή των απαντήσεων δείχνει ότι, ενώ υπάρχει κάποια γνώση για τη χρήση drones στις μεταφορές, η πλειοψηφία των καταναλωτών είτε δεν είναι ενήμερη είτε πιστεύει ότι η τεχνολογία είναι ακόμα σε αρχικό στάδιο. Αυτό αναδεικνύει την ανάγκη για περισσότερη ενημέρωση και εκπαίδευση των καταναλωτών σχετικά με τις νέες τεχνολογίες και τις δυνατότητές τους.

10. Πόσο άνετα θα νιώθατε γνωρίζοντας ότι το προϊόν - αγαθό σας μεταφέρεται μέσω drone;  
206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.10 Κατανομή του δείγματος σχετικά με την άνεση των καταναλωτών στη μεταφορά προϊόντων μέσω drone.*

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι καταναλωτές έχουν ανάμεικτα συναισθήματα σχετικά με τη μεταφορά προϊόντων μέσω drone. Το μεγαλύτερο ποσοστό, 44,7%, των συμμετεχόντων δηλώνει ότι νιώθει «ούτε λίγο ούτε πολύ» άνετα με την ιδέα αυτή. Αυτό υποδηλώνει ότι οι καταναλωτές είναι αβέβαιοι ή ουδέτεροι απέναντι στη νέα αυτή τεχνολογία, ίσως λόγω έλλειψης εμπειρίας ή πληροφόρησης.

Ένα σημαντικό ποσοστό, 20,4%, αναφέρει ότι νιώθει «λίγο» άνετα με τη μεταφορά προϊόντων μέσω drone. Αυτοί οι καταναλωτές πιθανώς έχουν κάποιες επιφυλάξεις σχετικά με την ασφάλεια, την αξιοπιστία ή άλλες πτυχές της χρήσης drones για τις παραδόσεις.

Το 18,4% των συμμετεχόντων δηλώνει ότι νιώθει «πολύ» άνετα με τη χρήση drones για μεταφορές. Αυτό το ποσοστό υποδηλώνει ότι ένας σημαντικός αριθμός καταναλωτών έχει θετική στάση απέναντι στην τεχνολογία αυτή και είναι έτοιμος να την αποδεχτεί.

Από την άλλη πλευρά, το 10,2% των συμμετεχόντων δηλώνει ότι δεν νιώθει καθόλου άνετα με τη μεταφορά προϊόντων μέσω drone, κάτι που υποδηλώνει ανησυχίες ή δυσπιστία απέναντι στη συγκεκριμένη τεχνολογία.

Τέλος, το υπολειπόμενο ποσοστό (6,3%) των συμμετεχόντων αναφέρει ότι νιώθει «πάρα πολύ» άνετα με την ιδέα αυτή, δείχνοντας μεγάλη αποδοχή και εμπιστοσύνη στη χρήση drones για παραδόσεις.

Η κατανομή των απαντήσεων δείχνει ότι, ενώ υπάρχει σημαντική αποδοχή της τεχνολογίας των drones για μεταφορές, ένα μεγάλο ποσοστό των καταναλωτών εξακολουθεί να είναι αβέβαιο ή έχει επιφυλάξεις. Αυτό υποδεικνύει την ανάγκη για περισσότερη ενημέρωση και εκπαίδευση του κοινού σχετικά με τα οφέλη και την ασφάλεια της χρήσης drones για παραδόσεις προϊόντων.

11. Πώς θα αξιολογούσατε την περιβαλλοντική επίπτωση της μεταφοράς προϊόντων - αγαθών μέσω drone συγκριτικά με άλλες μεθόδους μεταφοράς;  
206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.11 Κατανομή του δείγματος σχετικά με την περιβαλλοντική επίπτωση της μεταφοράς προϊόντων - αγαθών μέσω drone συγκριτικά με άλλες μεθόδους μεταφοράς.*

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η πλειοψηφία των καταναλωτών θεωρεί ότι η περιβαλλοντική επίπτωση της μεταφοράς προϊόντων μέσω drone είναι «ασήμαντη». Συγκεκριμένα, το 78,6% των συμμετεχόντων πιστεύει ότι η χρήση drones δεν επιβαρύνει το περιβάλλον ή ακόμη και ότι η τεχνολογία αυτή θα μπορούσε να έχει θετική επίπτωση. Αυτό το ποσοστό υποδηλώνει ότι οι καταναλωτές βλέπουν τα drones ως μια πιο φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους μεταφοράς, όπως τα φορτηγά και τα αυτοκίνητα.

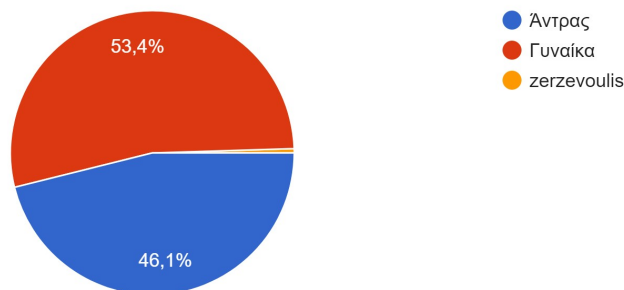
Αντίθετα, το 21,4% των συμμετεχόντων εκφράζει την άποψη ότι η περιβαλλοντική επίπτωση της μεταφοράς προϊόντων μέσω drone είναι «σημαντική» και πιστεύει ότι η τεχνολογία αυτή θα μπορούσε να επιβαρύνει το περιβάλλον περισσότερο από τις υπάρχουσες μεθόδους μεταφοράς. Αυτό το ποσοστό δείχνει ότι υπάρχει μια μερίδα καταναλωτών που ανησυχεί για την περιβαλλοντική επιβάρυνση που ενδέχεται να προκαλέσουν τα drones, είτε λόγω της κατανάλωσης ενέργειας είτε άλλων περιβαλλοντικών παραμέτρων.

Η κατανομή των απαντήσεων δείχνει ότι η πλειοψηφία των καταναλωτών δεν βλέπει σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση drones και ενδεχομένως θεωρεί ότι η τεχνολογία αυτή μπορεί να προσφέρει περιβαλλοντικά οφέλη σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους μεταφοράς. Ωστόσο, η παρουσία ενός σημαντικού ποσοστού καταναλωτών που ανησυχούν για την περιβαλλοντική επίπτωση υπογραμμίζει την ανάγκη για μια συνεχή αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδρασης των νέων τεχνολογιών και την ανάπτυξη στρατηγικών για τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

Συνεχίζουμε με τα γραφήματα που απεικονίζουν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος:

#### 1. Φύλο

206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.12 Κατανομή του δείγματος σχετικά με το φύλο*

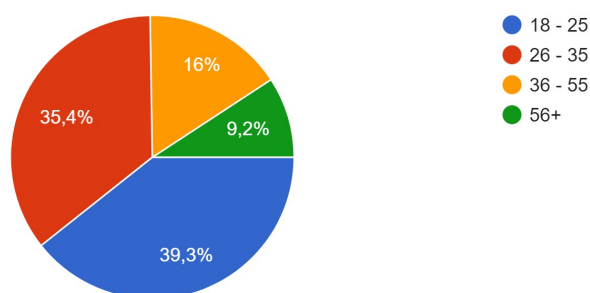
Η κατανομή του δείγματος της έρευνας ως προς το φύλο δείχνει ότι οι γυναίκες αποτελούν την πλειοψηφία των συμμετεχόντων με ποσοστό 53,4%, ενώ οι άντρες αντιπροσωπεύουν το 46,1%. Αυτή η μικρή διαφορά υποδηλώνει μια σχετική ισορροπία μεταξύ των δύο φύλων, κάτι που είναι θετικό για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, καθώς τα δεδομένα προέρχονται από μια αντιπροσωπευτική ομάδα συμμετεχόντων.

Η ελαφρά υπεροχή των γυναικών στο δείγμα μπορεί να αντανακλά την αυξημένη δραστηριότητά τους ή το ενδιαφέρον τους για το αντικείμενο της έρευνας. Επίσης, μπορεί να υποδηλώνει ότι οι γυναίκες είναι πιο πρόθυμες να συμμετάσχουν σε έρευνες ή να εκφράσουν τις απόψεις τους σχετικά με τις διαδικασίες και τις τεχνολογίες που αφορούν τις αγορές και τις μεταφορές προϊόντων μέσω διαδικτύου.

Η ισορροπία αυτή στις συμμετοχές επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων που είναι αντιπροσωπευτικά και για τα δύο φύλα, εξασφαλίζοντας ότι οι απόψεις και οι αντιλήψεις που καταγράφονται στην έρευνα δεν είναι μεροληπτικές προς κάποια συγκεκριμένη κατηγορία φύλου. Αυτό είναι σημαντικό για την αξιολόγηση της συνολικής στάσης των καταναλωτών απέναντι στις νέες τεχνολογίες και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους.

## 2. Ηλικία

206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.13. Κατανομή του δείγματος σχετικά με την ηλικία*

Η κατανομή του δείγματος της έρευνας ως προς την ηλικία δείχνει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες είναι νεαρής ηλικίας. Συγκεκριμένα, η ηλικιακή ομάδα 18-25 ετών αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων με 39,3%, ενώ η ηλικιακή ομάδα 26-35 ετών ακολουθεί στενά με 35,4%. Αυτά τα ποσοστά υποδηλώνουν ότι οι νεότεροι καταναλωτές είναι πιο ενεργοί ή ενδιαφέρονται περισσότερο για τη θεματολογία της έρευνας, που αφορά τις διαδικτυακές αγορές και τις νέες τεχνολογίες στις μεταφορές.

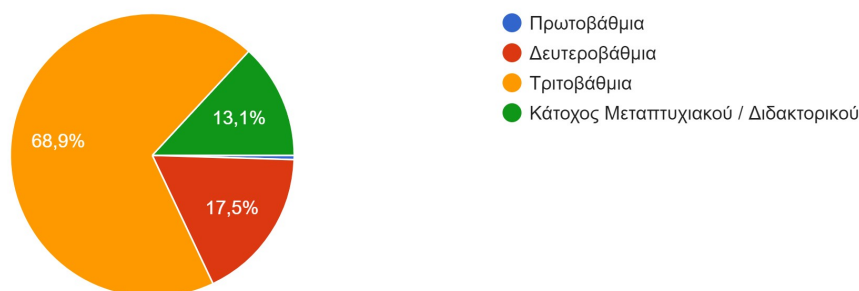
Η ηλικιακή ομάδα 36-55 ετών αντιπροσωπεύει το 16% των συμμετεχόντων, δείχνοντας ότι οι μεσήλικες καταναλωτές είναι λιγότερο παρόντες σε αυτήν την έρευνα. Αυτό μπορεί να υποδηλώνει διαφορετικά ενδιαφέροντα ή λιγότερη εμπλοκή με τις νέες τεχνολογίες στις αγορές και τις μεταφορές, συγκριτικά με τις νεότερες ηλικιακές ομάδες.

Το μικρότερο ποσοστό των συμμετεχόντων προέρχεται από την ηλικιακή ομάδα 56+ ετών, που αποτελεί το 9,2% του δείγματος. Αυτό το ποσοστό δείχνει ότι οι μεγαλύτεροι σε ηλικία καταναλωτές είναι λιγότερο πιθανό να συμμετέχουν σε έρευνες που αφορούν τις διαδικτυακές αγορές και τις νέες τεχνολογίες, κάτι που μπορεί να σχετίζεται με λιγότερη εξοικείωση ή ενδιαφέρον για αυτά τα θέματα.

Η κατανομή αυτή των ηλικιακών ομάδων στο δείγμα είναι σημαντική για την κατανόηση των αποτελεσμάτων της έρευνας, καθώς δείχνει ότι οι απόψεις και οι αντιλήψεις που καταγράφονται επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τους νεότερους καταναλωτές. Αυτό υποδηλώνει την ανάγκη για στοχευμένες στρατηγικές που να λαμβάνουν υπόψη τις διαφορετικές ανάγκες και αντιλήψεις των διάφορων ηλικιακών ομάδων.

#### 4. Επίπεδο Εκπαίδευσης

206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.14. Κατανομή του δείγματος σχετικά με το επίπεδο εκπαίδευσης*

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων έχει υψηλό επίπεδο εκπαίδευσης. Συγκεκριμένα, το 68,9% των συμμετεχόντων έχουν ολοκληρώσει την τριτοβάθμια εκπαίδευση, υποδηλώνοντας ότι το δείγμα της έρευνας αποτελείται κυρίως από άτομα με πανεπιστημιακό ή τεχνολογικό υπόβαθρο.

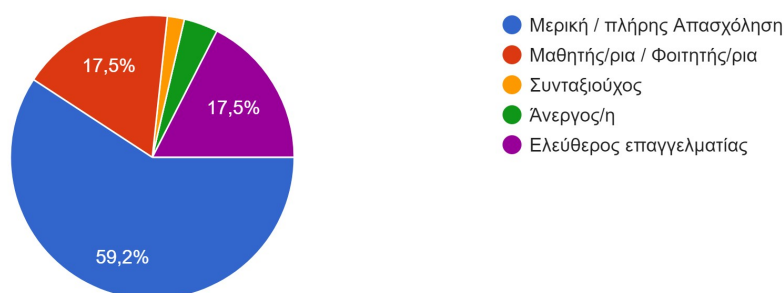
Επιπλέον, το 13,1% των συμμετεχόντων είναι κάτοχοι μεταπτυχιακού ή διδακτορικού τίτλου, κάτι που δείχνει ότι ένα σημαντικό ποσοστό των ερωτηθέντων έχει προχωρημένες ακαδημαϊκές γνώσεις και εξειδίκευση σε συγκεκριμένους τομείς. Αυτή η υψηλή εκπαιδευτική στάθμη του δείγματος ενδέχεται να επηρεάζει την κατανόηση και την αποδοχή νέων τεχνολογιών, καθώς και τη δυνατότητα κριτικής αξιολόγησης των περιβαλλοντικών και τεχνολογικών επιπτώσεων.

Αντίθετα, το 17,5% των συμμετεχόντων έχουν ολοκληρώσει μόνο τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Αυτό το ποσοστό υποδηλώνει ότι μια μικρή, αλλά σημαντική, μερίδα του δείγματος δεν έχει προχωρήσει σε ανώτερες σπουδές, κάτι που μπορεί να επηρεάζει τις αντιλήψεις και τις γνώσεις τους σχετικά με τις νέες τεχνολογίες και τις διαδικασίες των διαδικτυακών αγορών.

Η κατανομή του επιπέδου εκπαίδευσης στο δείγμα είναι σημαντική για την κατανόηση των αποτελεσμάτων της έρευνας, καθώς τα άτομα με υψηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης μπορεί να έχουν διαφορετική προσέγγιση και αντίληψη για τις νέες τεχνολογίες και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σύγκριση με εκείνους που έχουν χαμηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης.

## 5. Εργασία

206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.15. Κατανομή του δείγματος σχετικά με την εργασία*

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων είναι επαγγελματικά ενεργοί, με το 59,2% να εργάζεται σε μερική ή πλήρη απασχόληση. Αυτό το ποσοστό υποδηλώνει ότι η μεγαλύτερη μερίδα του δείγματος αποτελείται από άτομα που έχουν σταθερή επαγγελματική δραστηριότητα και πιθανώς έχουν σταθερό εισόδημα, κάτι που μπορεί να επηρεάζει τις αγοραστικές τους συνήθειες και την αποδοχή νέων τεχνολογιών στις διαδικτυακές αγορές.

Το 17,5% των συμμετεχόντων είναι μαθητές ή φοιτητές, δείχνοντας ότι ένα σημαντικό ποσοστό του δείγματος είναι νεαρά άτομα που πιθανόν να έχουν διαφορετικές προτεραιότητες και αντιλήψεις σε σχέση με τις διαδικτυακές αγορές και τις τεχνολογικές εξελίξεις. Η παρουσία αυτής της ομάδας είναι σημαντική, καθώς οι νεότερες γενιές είναι συχνά πιο εξοικειωμένες με την τεχνολογία και μπορεί να έχουν διαφορετικές προσδοκίες και απαιτήσεις από τις διαδικτυακές υπηρεσίες.

Επιπλέον, το 17,5% των συμμετεχόντων είναι ελεύθεροι επαγγελματίες, μια κατηγορία που περιλαμβάνει άτομα με αυτονομία στην εργασία τους και ενδεχομένως διαφορετικές ανάγκες και προτιμήσεις στις διαδικτυακές αγορές σε σύγκριση με τους μισθωτούς. Αυτή η ομάδα μπορεί να είναι πιο ευέλικτη στις αγορές της και να αναζητά λύσεις που εξυπηρετούν καλύτερα τις επαγγελματικές της απαιτήσεις.

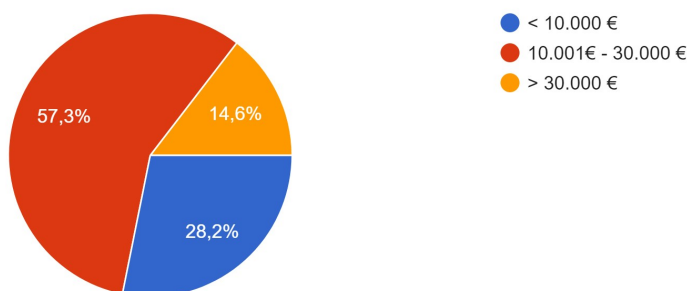
Το υπόλοιπο ποσοστό μοιράζεται μεταξύ συνταξιούχων και ανέργων. Αυτές οι κατηγορίες αποτελούν μικρότερη μερίδα του δείγματος, αλλά είναι σημαντικές για την κατανόηση της πλήρους εικόνας του καταναλωτικού κοινού. Οι συνταξιούχοι μπορεί να έχουν διαφορετικές αγοραστικές συνήθειες λόγω σταθερού, αλλά συνήθως περιορισμένου εισοδήματος, ενώ οι άνεργοι ενδέχεται να είναι πιο συντηρητικοί στις αγορές τους λόγω οικονομικής αβεβαιότητας.

Η κατανομή αυτή των επαγγελματικών κατηγοριών στο δείγμα είναι σημαντική για την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας, καθώς επιτρέπει την κατανόηση των διαφορών στις αγοραστικές συνήθειες και στις αντιλήψεις σχετικά με τις νέες τεχνολογίες μεταξύ διαφορετικών επαγγελματικών ομάδων.



## 6. Οικογενειακό εισόδημα

206 απαντήσεις



*Εικόνα 4.4.16. Κατανομή του δείγματος σχετικά με το οικογενειακό εισόδημα*

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων έχει ένα μέτριο οικογενειακό εισόδημα. Συγκεκριμένα, το 57,3% των συμμετεχόντων αναφέρουν ότι το οικογενειακό τους εισόδημα κυμαίνεται μεταξύ 10.001 και 30.000 ευρώ ετησίως. Αυτό το ποσοστό υποδηλώνει ότι η μεγαλύτερη μερίδα του δείγματος ανήκει στη μεσαία εισοδηματική κατηγορία, κάτι που μπορεί να επηρεάζει τις αγοραστικές τους συνήθειες και τις επιλογές τους στις διαδικτυακές αγορές.

Το 28,2% των συμμετεχόντων αναφέρουν οικογενειακό εισόδημα κάτω από 10.000 ευρώ ετησίως. Αυτό το ποσοστό υποδηλώνει ότι ένα σημαντικό μέρος του δείγματος αντιμετωπίζει οικονομικές δυσκολίες ή περιορισμένο εισόδημα, το οποίο μπορεί να επηρεάζει την αγοραστική τους δύναμη και τις προτιμήσεις τους στις διαδικτυακές αγορές. Οι καταναλωτές αυτής της κατηγορίας μπορεί να είναι πιο συντηρητικοί στις αγορές τους και να επιλέγουν προϊόντα με βάση την τιμή και τις προσφορές.

Το 14,6% των συμμετεχόντων αναφέρουν οικογενειακό εισόδημα άνω των 30.000 ευρώ ετησίως. Αυτό το ποσοστό δείχνει ότι μια μικρότερη, αλλά σημαντική, μερίδα του δείγματος ανήκει στην ανώτερη εισοδηματική κατηγορία. Αυτοί οι καταναλωτές μπορεί να έχουν μεγαλύτερη αγοραστική δύναμη και να είναι πιο πρόθυμοι να ξοδέψουν περισσότερα χρήματα για την ποιότητα και την άνεση στις διαδικτυακές αγορές, καθώς και για τις νέες τεχνολογίες.

Η κατανομή του οικογενειακού εισοδήματος στο δείγμα είναι σημαντική για την κατανόηση των αποτελεσμάτων της έρευνας, καθώς το εισόδημα αποτελεί έναν από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν τις καταναλωτικές συνήθειες και τις προτιμήσεις. Οι διαφορές στις οικονομικές δυνατότητες μπορούν να εξηγήσουν τις διαφορετικές συμπεριφορές και απόψεις σχετικά με τις διαδικτυακές αγορές και τις τεχνολογικές εξελίξεις.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Εφαρμογή Μεθοδολογιών-RStudio

### 5.1 Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων

Για την ανάλυση, οργάνωση και προεπεξεργασία των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν μέσω του ερωτηματολογίου, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Excel. Ακολούθως, για τη στατιστική επεξεργασία, συγκεκριμένα για την περιγραφή των σεναρίων και τη μοντελοποίηση των δεδομένων, εφαρμόστηκε το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης με τη βοήθεια του λογισμικού R-Studio. Μετά την αρχική επεξεργασία, αναπτύχθηκαν μαθηματικά μοντέλα μέσω επαναληπτικών διαδικασιών, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στους στατιστικούς ελέγχους που είναι καθοριστικοί για την αξιοπιστία των μοντέλων.

### 5.2 Κωδικοποίηση δεδομένων

Με απώτερο σκοπό την στατιστική ανάλυση με πολωνυμική και διωνυμική παλινδρόμηση μέσω του προγράμματος **R-Studio**, έπρεπε να προηγηθεί η **κωδικοποίηση** των δεδομένων, για να εισαχθούν στο πρόγραμμα. Για αυτό το λόγο δημιουργήθηκε ένας **πίνακας Excel**, ο οποίος περιλάμβανε σε μία γραμμή όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου σε συμπυκνωμένη μορφή, καθώς και την κωδικοποίηση όλων των απαντήσεων σε μορφή αριθμών 0 και 1.

Η **πρώτη στήλη** του πίνακα είναι η “**Nr**” η οποία περιλαμβάνει τον αύξοντα αριθμό του κάθε ερωτηθέντα, Για τα 206 άτομα που συμπλήρωσαν ολόκληρο το ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι η στήλη “**Nr**” θα έχει 1.031 στοιχεία.

Nr	ID	Choice	Speed1	Speed2	Cost1	Cost2	Flexibility1	Flexibility2
4	4	2	1	1	3	2	1	0
4	5	1	3	1	2	3	1	0
5	1	1	1	3	3	1	1	0
5	2	1	1	2	3	2	0	0
5	3	1	2	3	2	1	0	1
5	4	2	1	1	3	2	1	0
5	5	2	3	1	2	3	1	0
6	1	2	1	3	3	1	1	0
6	2	2	1	2	3	2	0	0
6	3	2	2	3	2	1	0	1
6	4	2	1	1	3	2	1	0
6	5	1	3	1	2	3	1	0
7	1	2	1	3	3	1	1	0
7	2	2	1	2	3	2	0	0
7	3	1	2	3	2	1	0	1
7	4	2	1	1	3	2	1	0
7	5	1	3	1	2	3	1	0

*Εικόνα 4.3: Μέρος του κωδικοποιημένου πίνακα Excel που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα R-Studio*

Η πρώτη γραμμή περιέχει διαδοχικά τις παρακάτω στήλες:

- Nr: Αναφέρεται στον αύξοντα αριθμό κάθε ερωτηθέντα, διευκολύνοντας την παρακολούθηση και τον εντοπισμό των δεδομένων κάθε συμμετέχοντα στην έρευνα. Κάθε ερωτηθέντας λαμβάνει έναν μοναδικό αριθμό που χρησιμοποιείται για την ταυτοποίηση των απαντήσεων του.
- ID: Καταγράφει την επιλογή του ερωτηθέντα για κάθε ένα από τα πέντε σενάρια. Οι παράμετροι που είναι κοινές εκτός των σεναρίων παραμένουν ίδιες για κάθε άτομο σε αυτές τις πέντε γραμμές. Η στήλη αυτή χρησιμοποιείται για να εντοπίζονται οι συγκεκριμένες επιλογές του κάθε ερωτηθέντα ανά σενάριο.
- Choice: Αντιπροσωπεύει την επιλογή των ερωτηθέντων, με τις επιλογές να κωδικοποιούνται αριθμητικά (π.χ. το 1 αναφέρεται στο drone ενώ το 2 στη courier.). Αυτή η στήλη δείχνει ποια επιλογή προτιμήθηκε από τον ερωτηθέντα για κάθε σενάριο.
- Speed1, Speed2, Cost1, Cost2, Flexibility1, Flexibility2: Η εκάστοτε επιλογή που μπορεί να κάνει ο ερωτηθέντας καταγράφεται σε αυτές τις γραμμές.

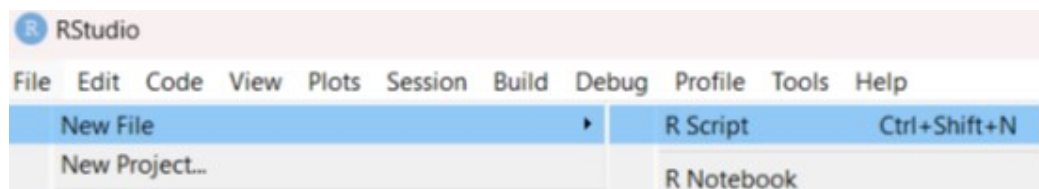
Σχετικά με την κωδικοποίηση των απαντήσεων έχουν ακολουθηθεί οι επόμενοι κανόνες:

- Στις ερωτήσεις όπου οι πιθανές απαντήσεις ήταν Ναι ή Όχι, στο Excel εμφανίζονται ως 0 και 1 αντίστοιχα.
- Στις ερωτήσεις όπου οι πιθανές απαντήσεις ήταν πάνω από δύο, τότε η πρώτη απάντηση αντιστοιχεί στον αριθμό 1, η δεύτερη στον αριθμό 2, η τρίτη στον αριθμό 3 και λοιπά.

### **5.3 Εισαγωγή δεδομένων στο R-Studio**

Η εισαγωγή δεδομένων στο R-Studio αποτελεί ένα θεμελιώδες βήμα για την ανάλυση και τη μοντελοποίηση των δεδομένων, διασφαλίζοντας την ακρίβεια και την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Το πρώτο βήμα της διαδικασίας εισαγωγής δεδομένων από το Excel στο πρόγραμμα επιτυγχάνεται μέσω της δημιουργίας R - Script, όπως απεικονίζεται παρακάτω:



*Εικόνα 5.1: Μέρος του προγράμματος R-Studio για την δημιουργία R Script*

## 5.4 Κώδικας

<code>install.packages("mlogit")</code>	Εγκαθίσταται το πακέτο "mlogit" στο περιβάλλον R-Studio. Το πακέτο "mlogit" επιτρέπει την εκτέλεση λογιστικών μοντέλων στο R, καθιστώντας δυνατή την ανάλυση δεδομένων με πολυωνμικά μοντέλα.
<code>install.packages("readxl")</code>	Εγκαθίσταται το πακέτο "readxl", το οποίο παρέχει λειτουργίες για την ανάγνωση και εισαγωγή δεδομένων από αρχεία Excel στο R-Studio. Αυτό το πακέτο είναι χρήσιμο για την εισαγωγή δεδομένων ευέλικτα από διάφορες πηγές.
<code>install.packages("dftdx")</code>	Με αυτή την εντολή, εγκαθίσταται το πακέτο "dftdx", το οποίο παρέχει εργαλεία για τη δημιουργία και διαχείριση δεικτών (index variables) σε πλαίσιο πολυμεταβλητών αναλύσεων. Αυτό το πακέτο είναι χρήσιμο για την ανάλυση δεδομένων όπου απαιτείται η δημιουργία δεικτών για πολυμεταβλητές με διαφορετικά επίπεδα.
<code>library(dftdx)</code> <code>library(readxl)</code> <code>library(mlogit)</code>	Με τη χρήση των παραπάνω πακέτων και τη φόρτωσή τους με τη βιβλιοθήκη "library()", είναι δυνατή η προετοιμασία και η ανάλυση των δεδομένων με τη χρήση σύγχρονων στατιστικών μεθόδων στο περιβάλλον R-Studio.
<code>MasterTable1_final &lt;- read_excel("D:/DT/R/MasterTable1_final.xlsx")</code>	Διάβασμα δεδομένων από το Excel: Αυτή η εντολή χρησιμοποιεί τη συνάρτηση <code>read_excel</code> από το πακέτο <code>readxl</code> για την ανάγνωση δεδομένων του αρχείου Excel με το όνομα "MasterTable1_final.xlsx" (αρχείο με τα κωδικοποιημένα δεδομένα από το ερωτηματολόγιο), που βρίσκεται στην συγκεκριμένη θέση στον υπολογιστή "D:/DT/R/". Τα δεδομένα που διαβάζονται από το αρχείο αποθηκεύονται στη μεταβλητή <code>MasterTable1_final</code> , η οποία θα χρησιμοποιηθεί για περαιτέρω επεξεργασία και ανάλυση.
<code>file.exists("D:/DT/R/MasterTable1_final.xlsx")</code>	Εξακρίβωση της ύπαρξης των αρχείων: Η εντολή αυτή χρησιμοποιεί τη συνάρτηση <code>file.exists</code> για να ελέγξει αν το αρχείο "MasterTable1_final.xlsx" υπάρχει στον καθορισμένο φάκελο "D:/DT/R/". Η συνάρτηση αυτή επιστρέφει <code>TRUE</code> αν το αρχείο υπάρχει και <code>FALSE</code> αν δεν υπάρχει, βοηθώντας έτσι στην επιβεβαίωση της ορθότητας της διαδρομής και της ύπαρξης του αρχείου πριν από την επεξεργασία των δεδομένων.
<code>RDATA1=MasterTable1_final</code>	Ανάθεση δεδομένων σε μεταβλητές: εντολή αναθέτει τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στη μεταβλητή <code>MasterTable1_final</code> σε μια νέα μεταβλητή <code>RDATA1</code> . Αυτή η ανάθεση επιτρέπει την περαιτέρω χρήση και επεξεργασία των δεδομένων με το όνομα <code>RDATA1</code> , διευκολύνοντας την οργάνωση και τη διαχείριση των δεδομένων στο περιβάλλον ανάλυσης του R-Studio.

## Προσθήκη στήλης με τη μεταβλητή Choiceid και εμφάνιση δεδομένων

<code>RDATA1\$Choiceid</code> <- <code>1:nrow(RDATA1)</code>	Προστίθεται μια νέα στήλη με το όνομα Choiceid στη μεταβλητή RDATA1. Η στήλη αυτή περιλαμβάνει αύξοντες αριθμούς από το 1 μέχρι τον αριθμό των γραμμών του πίνακα δεδομένων RDATA1. Η εντολή <code>1:nrow(RDATA1)</code> δημιουργεί μια ακολουθία αριθμών που αντιστοιχεί στον αριθμό των γραμμών του πίνακα, προσδιορίζοντας μοναδικά κάθε γραμμή με ένα μοναδικό Choiceid.
<code>View(RDATA1)</code>	Χρησιμοποιείται η συνάρτηση View για να ανοίξει ένα παράθυρο προβολής των δεδομένων στο R-Studio, επιτρέποντας την οπτική επισκόπηση του περιεχομένου του πίνακα RDATA1.
<code>str(RDATA1)</code>	Η συνάρτηση str χρησιμοποιείται για την εμφάνιση της δομής του πίνακα δεδομένων RDATA1, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τους τύπους δεδομένων των στηλών και την πρώτη ενδεικτική καταχώρηση κάθε στήλης.

## Φόρτωση της βιβλιοθήκης readxl και ανάγνωση δεδομένων από το Excel

<code>library(readxl)</code>	Φορτώνεται το πακέτο readxl, το οποίο είναι απαραίτητο για την ανάγνωση δεδομένων από αρχεία Excel.
<code>read_excel("D:/DT/R/MasterTable1_final.xlsx")</code>	Χρησιμοποιείται η συνάρτηση read_excel για την ανάγνωση δεδομένων από το αρχείο Excel "MasterTable1_final.xlsx", το οποίο βρίσκεται στον φάκελο "D:/DT/R/". Τα δεδομένα αποθηκεύονται στη μεταβλητή MasterTable1_final.
<code>head(MasterTable1_final)</code>	Η συνάρτηση head χρησιμοποιείται για την εμφάνιση των πρώτων γραμμών του πίνακα MasterTable1_final, επιτρέποντας την επισκόπηση των αρχικών δεδομένων και την επιβεβαίωση της ορθότητας της ανάγνωσης.

**Συσχέτιση:** χρησιμοποιεί τη βιβλιοθήκη dfidx για τον υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης Pearson μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών, επιτρέποντας τον έλεγχο της γραμμικής σχέσης μεταξύ τους, γεγονός που είναι κρίσιμο για την κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των δεδομένων.

<pre>RDATA1_numeric &lt;- RDATA1[,sapply(RDATA1, is.numeric)]</pre>	<p><b>Επιλογή αριθμητικών μεταβλητών από τον πίνακα δεδομένων:</b></p> <p>Επιλέγει όλες τις αριθμητικές μεταβλητές από τον πίνακα δεδομένων RDATA1. Η συνάρτηση sapply εφαρμόζει τη συνάρτηση is.numeric σε κάθε στήλη του πίνακα RDATA1 και οι στήλες που είναι αριθμητικές επιλέγονται και αποθηκεύονται στη μεταβλητή RDATA1_numeric.</p>
<pre>cor(RDATA1_numeric, method = c("pearson"))</pre>	<p><b>Υπολογισμός συντελεστή συσχέτισης Pearson:</b></p> <p>Η εντολή αυτή χρησιμοποιεί τη συνάρτηση cor για τον υπολογισμό του πίνακα συσχέτισης μεταξύ των αριθμητικών μεταβλητών που περιλαμβάνονται στη μεταβλητή RDATA1_numeric. Ο συντελεστής συσχέτισης που χρησιμοποιείται είναι ο συντελεστής Pearson, ο οποίος μετράει τη γραμμική συσχέτιση μεταξύ δύο μεταβλητών.</p>
<pre>cor(RDATA1[,unlist(lapply(RDATA1, is.numeric))])</pre>	<p><b>Εναλλακτικός τρόπος επιλογής αριθμητικών μεταβλητών και υπολογισμός συσχέτισης:</b></p> <p>Σε αυτή την εντολή, η συνάρτηση lapply εφαρμόζει τη συνάρτηση is.numeric σε κάθε στήλη του πίνακα RDATA1, και η unlist μετατρέπει το αποτέλεσμα σε ένα απλό λογικό διάνυσμα (logical vector). Οι αριθμητικές στήλες του πίνακα RDATA1 επιλέγονται στη συνέχεια και υποβάλλονται στη συνάρτηση cor για τον υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης Pearson.</p>

**Πολυωνυμική Λογιστική Παλινδρόμηση:** Με αυτές τις εντολές, εξασφαλίζεται η σωστή προετοιμασία των δεδομένων για την εκτέλεση πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης, παρέχοντας τα απαραίτητα βήματα για τη μετατροπή, επισκόπηση και αποθήκευση των δεδομένων στο R-Studio.

<pre>install.packages("dfidx")</pre>	<p><b>Εγκατάσταση του πακέτου dfidx:</b></p> <p>Γίνεται εγκατάσταση του πακέτου dfidx στο περιβάλλον R-Studio. Το dfidx είναι απαραίτητο για τη διαχείριση δεδομένων σε μορφή που είναι κατάλληλη για ανάλυση πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.</p>
<pre>RDATA11 &lt;- dfidx(RDATA1, shape = "wide", choice = "Choice", varying = 4:9, sep = "", idx = list(c("Choiceid", "Nr")), idnames = c("chid", "alt"))</pre>	<p><b>Μετασχηματισμός των δεδομένων σε μορφή long:</b></p> <p>Η εντολή αυτή χρησιμοποιεί τη συνάρτηση dfidx για να μετατρέψει τα δεδομένα από μορφή "wide" σε μορφή "long". Αυτή η μετατροπή είναι κρίσιμη για την εκτέλεση πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.</p> <p>shape = "wide": Με την επιλογή shape="wide" το αρχικό σύνολο δεδομένων RDATA1 μετατρέπεται από μία γραμμή ανά σενάριο (1 γραμμή ανά κατάσταση επιλογής), σε μία γραμμή ανά εναλλακτική</p>

	<p>επιλογή (1 γραμμή ανά εναλλακτική επιλογή) λαμβάνοντας τον χαρακτηρισμό TRUE ή FALSE ανάλογα με την επιλογή κάθε ερωτώμενου.</p> <p>choice = "Choice": ορίζει τη μεταβλητή (Choice) που εκφράζει την επιλογή των ερωτηθέντων μεταξύ των διαθέσιμων επιλογών.</p> <p>varying = 4:9: δείχνει ότι οι μεταβλητές από την 4η έως την 9η στήλη του αρχείου RDATA1 αποτελούν τις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στα σενάρια.</p> <p>idx = list(c("Choiceid", "Nr")): Καθορίζει την μεταβλητή που αντιπροσωπεύει κάθε απάντηση, δηλαδή κάθε ερωτώμενο.</p> <p>idnames = c("chid", "alt"): Καθορίζει τα ονόματα των νέων μεταβλητών.</p>
View(RDATA11)	<p><b>Επισκόπηση των τροποποιημένων δεδομένων:</b></p> <p>Η εντολή αυτή ανοίγει ένα παράθυρο στο R-Studio, επιτρέποντας την οπτική επισκόπηση των τροποποιημένων δεδομένων στη μεταβλητή RDATA11. Αυτή η επισκόπηση είναι σημαντική για να επιβεβαιωθεί η ορθότητα της μετατροπής των δεδομένων.</p>
write.csv(RDATA11, file = "RDATA11.csv", row.names = FALSE)	<p><b>Αποθήκευση των τροποποιημένων δεδομένων σε αρχείο CSV:</b></p> <p>Η εντολή αυτή αποθηκεύει τα δεδομένα που έχουν μετατραπεί και αποθηκευτεί στη μεταβλητή RDATA11 σε ένα αρχείο CSV με το όνομα "RDATA11.csv". Η επιλογή row.names = FALSE διασφαλίζει ότι οι αριθμοί γραμμών δεν θα περιλαμβάνονται στο αρχείο CSV, διευκολύνοντας την περαιτέρω ανάλυση και χρήση των δεδομένων.</p>

## Μετατροπή και Επισκόπηση Δεδομένων

View(RDATA11)	<b>Επισκόπηση των δεδομένων:</b>
str(RDATA11)	Αυτές οι εντολές επιτρέπουν την επισκόπηση και την κατανόηση της δομής των δεδομένων. Η View(RDATA11) ανοίγει ένα παράθυρο προβολής των δεδομένων στο R-Studio, ενώ η str(RDATA11) εμφανίζει τη δομή των δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των τύπων δεδομένων για κάθε στήλη.
RDATA11\$Drivingbehavior <- as.factor(RDATA11\$Drivingbeha	<p><b>Μετατροπή μεταβλητών σε κατηγοριοποιημένες (factor):</b></p> <p>Θα χρησιμοποιηθεί η μεταβλητή factor προκειμένου να μετατρέψει</p>



<pre> vior) RDATA11\$SalaryType &lt;- as.factor(RDATA11\$SalaryType) </pre>	<p>συγκεκριμένες μεταβλητές σε κατηγοριοποιημένες μεταβλητές (factor). Η χρήση της as.factor είναι κρίσιμη για την πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, καθώς επιτρέπει την σωστή κατηγοριοποίηση των δεδομένων.</p>
<pre> str(RDATA11) </pre>	<p><b>Επισκόπηση της δομής των τροποποιημένων δεδομένων:</b></p> <p>Αυτή η εντολή επιτρέπει την επιβεβαίωση ότι οι μεταβλητές έχουν μετατραπεί σωστά σε κατηγοριοποιημένες μορφές (factor), εξασφαλίζοντας ότι τα δεδομένα είναι στη σωστή μορφή για την ανάλυση.</p>

### Εκτέλεση Πολυωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

<pre> library("Formula") </pre>	<p><b>Εγκατάσταση και φόρτωση της βιβλιοθήκης Formula:</b></p> <p>Η εντολή αυτή φορτώνει τη βιβλιοθήκη Formula, η οποία είναι απαραίτητη για τη δημιουργία και διαχείριση φορμών πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.</p>
<pre> MLR1 &lt;- mlogit(Choice ~ Drivingbehavior + Time + SalaryType, data = RDATA11) </pre>	<p><b>Εκτέλεση του μοντέλου:</b></p> <p>Στην εντολή αυτή, εκτελείται το μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση mlogit. Η φόρμα του μοντέλου προσδιορίζει ότι η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η Choice, ενώ οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι οι Drivingbehavior, Time και SalaryType (μεταβλητές σεναρίων).</p>
<pre> summary(MLR1) </pre>	<p><b>Επισκόπηση των αποτελεσμάτων:</b></p> <p>Η εντολή αυτή εμφανίζει μια αναλυτική περίληψη των αποτελεσμάτων του μοντέλου, περιλαμβάνοντας τους συντελεστές παλινδρόμησης, τα στατιστικά σημαντικότητας και άλλες κρίσιμες πληροφορίες που επιτρέπουν την αξιολόγηση της ποιότητας του μοντέλου και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.</p>

## **5.5 Αποτελέσματα**

Σε συνέχεια της περιγραφικής ανάλυσης και της μετατροπής των δεδομένων ώστε να μπορούν να επεξεργαστούν στο στατιστικό πρόγραμμα r, ακολουθεί η ανάλυση των δεδομένων με τη μέθοδο της λογιστικής παλινδρόμησης.

Βασική επιδίωξη ήταν να αποτυπωθεί η επιλογή του μέσου μεταφοράς των προϊόντων ανάμεσα σε drone και courier με βάση τις τρεις βασικές παραμέτρους που είχε το ερωτηματολόγιο και πιο συγκεκριμένα:

- Χρόνος παράδοσης
- Κόστος αποστολής
- Ευελιξία

Αυτές οι τρεις μεταβλητές που επιλέχθηκαν έχουν υψηλή στατιστική σημασία και χαμηλή συσχέτιση μεταξύ τους. Έτσι, είναι βέβαιο πως κάθε μια από αυτές συμβάλλει ανεξάρτητα στην εξήγηση της εξαρτημένης μεταβλητής. Εφόσον τα αποτελέσματα μιας ανάλυσης οφείλουν να είναι κατανοητά και λογικά, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην ορθολογική ερμηνεία της επίδρασης κάθε μεταβλητής.

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο είναι οι εξής:

*Εικόνα 5.5.1. Κατανομή του δείγματος σχετικά με την εργασία*

<b>Ανεξάρτητη μεταβλητή</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>Τιμές</b>
Delivery time	Χρόνος που απαιτείται για την παράδοση κάποιου προϊόντος.	Αυθημερόν, 1-2, 3+
Delivery cost	Κόστος που απαιτείται για την αποστολή του προϊόντος.	2,5,10
Flexibility	Η ευελιξία που αποσκοπεί στην δυνατότητα αλλαγής του σημείου παραλαβής.	Ναι, όχι

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου από όπου βγαίνει η συνάρτηση χρησιμότητας  $U$  που φαίνεται παρακάτω:

Coefficients	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z )
Intercept	- 0.490170	0.114926	-4.2651	1.998e-05
Delivery time	- 0.729177	0.197285	-3.6961	0.000219
Delivery Cost	- 0.411007	0.058262	-7.0544	1.733e-12
Flexibility	0.264855	0.120053	2.2061	0.027374

#### Κριτήρια αποδοχής ανάλυσης

Log-Likelihood: -587.22

McFadden R<sup>2</sup>: 0.13985

Likelihood Ratio Test:  $\chi^2 = 190.95$  (p-value < 2.22e-16)

#### Συνάρτηση χρησιμότητας U:

$$U = - 0.490170 - 0.729177 * \text{Delivery time} - 0.411007 * \text{Delivery Cost} + 0.264855 * \text{Flexibility}$$

#### Κριτήρια αποδοχής μοντέλου:

##### 1. Log-Likelihood:

Η τιμή -587.2 δείχνει την ποιότητα της προσαρμογής του μοντέλου στα δεδομένα. Παρόλο που από μόνη της η τιμή αυτή δεν παρέχει πολλές πληροφορίες, είναι χρήσιμη όταν συγκρίνεται με άλλα μοντέλα.

##### 2. McFadden R<sup>2</sup>:

Η τιμή 0.13985 δείχνει ότι το μοντέλο εξηγεί περίπου το 13.985% της διακύμανσης στις δηλωθείσες προτιμήσεις. Παρόλο που δεν είναι πολύ υψηλή τιμή, είναι αποδεκτή για έρευνες συμπεριφοράς, όπως η δεδηλωμένη προτίμηση.

##### 3. Likelihood Ratio Test (X<sup>2</sup> Test):

Η υψηλή τιμή  $\chi^2 = 190.95$  με p-value < 0.001 δείχνει ότι το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικά καλύτερο από ένα μοντέλο μόνο με τον σταθερό όρο. Αυτό σημαίνει ότι οι μεταβλητές ταχύτητα, κόστος και ευελιξία προσθέτουν σημαντική αξία στην πρόβλεψη της επιλογής για αυτόνομα οχήματα.

Οι δείκτες αυτοί δείχνουν ότι το μοντέλο έχει **καλή προσαρμογή** στα δεδομένα. Συνολικά, η ταχύτητα και το κόστος φαίνεται να είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή των ερωτηθέντων, ενώ η ευελιξία δεν φαίνεται να έχει τόσο σημαντική επίδραση.

### Ανάλυση συντελεστών:

#### ❖ Intercept

Ο συντελεστής Intercept είναι ο σταθερός όρος. Έχει τιμή -0,49. Ουσιαστικά, είναι η βασική τάση όταν όλες οι μεταβλητές είναι μηδενικές. Ο αρνητικός όρος υποδηλώνει πως χωρίς καμία άλλη πληροφορία, η πιθανότητα να επιλέξει κάποιος το Courier είναι χαμηλότερη από την πιθανότητα να επιλέξει drone για τη μεταφορά του προϊόντος του.

#### ❖ Delivery Time

Ο παράγοντας του χρόνου αποστολής ενός προϊόντος είναι αρκετά σημαντικός για τους πελάτες. Ο αρνητικός συντελεστής για τον χρόνο παράδοσης δείχνει πως όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος παράδοσης, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα να επιλέξει κάποιος Drone. Οι πελάτες, δηλαδή, προτιμούν τα Drones για πιο αργές παραδόσεις.

#### ❖ Delivery Cost

Ο παράγοντας για το κόστος αποστολής είναι εξίσου σημαντικός. Με την ίδια λογική, ο αρνητικός συντελεστής για το κόστος αποστολής υποδηλώνει πως όσο αυξάνεται το κόστος αποστολής προϊόντος, η πιθανότητα να επιλέξει κάποιος Drone αυξάνεται. Οι πελάτες, αναζητούν οικονομικά αποδοτικές λύσεις για της παραγγελίες τους κυρίως μέσω courier.

#### ❖ Flexibility

Ο θετικός συντελεστής για την ευελιξία δείχνει πως όσο αυξάνεται η ευελιξία, τόσο αυξάνεται και η πιθανότητα επιλογής Courier. Προφανώς, οι πελάτες προτιμούν τη δυνατότητα προσαρμογής των παραδόσεων στις δικές τους ανάγκες.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα**

### **6.1 Σύνοψη**

Δεδομένου του επίκαιρου και εκτεταμένου ρόλου που παίζουν τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones) στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και της σημασίας τους στη σύγχρονη τεχνολογική και επιχειρηματική κοινότητα, αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των χαρακτηριστικών μεταφοράς αγαθών μέσω μη επανδρωμένων αεροσκαφών.

Η παρούσα διπλωματική εργασία ανέδειξε την ουσιαστική συμβολή και την εκτεταμένη εφαρμογή των μη επανδρωμένων αεροσκαφών (drones) σε ποικίλους τομείς, όχι μόνο στη μεταφορά αγαθών αλλά και σε κρίσιμες δραστηριότητες όπως η υγεία, η γεωργία και η αναψυχή. Η πρόοδος στον τομέα των drones έχει επιτρέψει την ανάπτυξη προηγμένων συστημάτων που ενισχύουν την λειτουργικότητα και την αποτελεσματικότητα των αποστολών τους, παρά τις τεχνικές και νομικές προκλήσεις που παρουσιάζονται.

Ένας βασικός πυλώνας της εργασίας ήταν η δημιουργία και κυρίως η ανάλυση του ερωτηματολογίου όπου οι ερωτηθέντες έπρεπε να απαντήσουν σε μια σειρά από 11 ερωτήσεις και στη συνέχεια να διαλέξουν ανάμεσα στη μεταφορά προϊόντων – αγαθών μέσω drone ή μέσω courier.

Κάνοντας μια μικρή σύνοψη των απαντήσεων αυτών οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι οι διαδικτυακές αγορές είναι δημοφιλείς, με τους περισσότερους καταναλωτές να αγοράζουν συχνά μέσω διαδικτύου, ξοδεύοντας κυρίως 31-50 ευρώ. Τα μεταφορικά κόστη κυμαίνονται μεταξύ 1-3 ευρώ, ενώ ο μέσος χρόνος παράδοσης είναι 3-5 ημέρες. Οι περισσότεροι προτιμούν την κλασική παράδοση στο σπίτι μέσω courier, αλλά και η παραλαβή από σημεία όπως Box Now/Skroutz Point είναι δημοφιλής. Η γενική ικανοποίηση από τις παραδόσεις είναι θετική, με ελάχιστα προβλήματα και η δυνατότητα live tracking θεωρείται σημαντική. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων φάνηκε να είναι ανενήμερη για τη χρήση drones στις μεταφορές, αν και υπάρχει γενικότερο ενδιαφέρον και αποδοχή της τεχνολογίας αυτής, με έμφαση στην περιβαλλοντική επίδραση.

Από την ανάλυση δεδηλωμένη προτίμησης ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μεταβλητές που είχαν οι συμμετέχοντες ως κριτήριο για να επιλέξουν το μέσο παράδοσης του προϊόντος. Πιο συγκεκριμένα προέκυψε ότι οι πελάτες θεωρούν τον χρόνο αποστολής σημαντικό παράγοντα, προτιμώντας τα drones για αργές παραδόσεις. Το κόστος αποστολής είναι εξίσου σημαντικό, υποδηλώνοντας ότι όσο αυξάνεται το κόστος, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα επιλογής drone, ενώ οι πελάτες αναζητούν οικονομικά αποδοτικές λύσεις κυρίως μέσω courier. Η ευελιξία παίζει επίσης ρόλο, καθώς δείχνει ότι όσο αυτή αυξάνεται, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα επιλογής courier, αφού οι πελάτες εκτιμούν την προσαρμογή των παραδόσεων στις ανάγκες τους.

Η ανάλυση των τεχνολογικών χαρακτηριστικών των drones, όπως η αυτόνομη πτήση, οι προηγμένοι αισθητήρες και η επικοινωνία, αποκάλυψε τη σημαντική συμβολή τους στην αναπτυξιακή δυνατότητα διάφορων εφαρμογών. Παράλληλα, η αναγνώριση των κύριων προκλήσεων, όπως η ασφάλεια, η νομοθεσία και η οικονομική βιωσιμότητα, υπογράμμισε την ανάγκη για συστηματική προσέγγιση και καινοτόμες λύσεις.

Συνοψίζοντας, η διερεύνηση των παραπάνω θεμάτων αποκαλύπτει την αναγκαιότητα για ισορροπημένη προσέγγιση στη χρήση drones, που να συνδυάζει την τεχνολογική πρόοδο με την αποτελεσματική ρύθμιση και την κοινωνική αποδοχή, προκειμένου να επιτευχθεί η βιωσιμότητα και η ασφάλεια στη χρήση τους σε ποικίλες εφαρμογές.

Αυτό το συμπέρασμα προσφέρει μια συνολική κατανόηση των τεχνολογικών, νομικών και κοινωνικών πτυχών που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την προώθηση της χρήσης των drones σε μελλοντικές εφαρμογές και ερευνητικές προσπάθειες.

## **6.2 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα**

Ο τομέας των αερομεταφορών με drone παρουσιάζει σημαντικές προοπτικές ανάπτυξης και καινοτομίας όπως έχει αναλυθεί κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Για να καταστεί συνηθισμένος αυτός ο τρόπος μεταφοράς προϊόντων - αγαθών στο μέλλον, επιβάλλεται να γίνουν ορισμένα βήματα. Ακολουθούν μερικές προτάσεις για περαιτέρω έρευνα που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην εξέλιξη αυτού του τομέα:

- **Πρακτική Δοκιμή Παράδοσης Προϊόντων - Αγαθών με Drone:** Η δοκιμή της παράδοσης προϊόντων - αγαθών με τη χρήση drones αποτελεί ένα κρίσιμο βήμα για την αξιολόγηση της πρακτικότητας και της αποτελεσματικότητας αυτής της τεχνολογίας. Η έρευνα σε αυτόν τον τομέα μπορεί να περιλαμβάνει:

Ανάλυση Λειτουργικής Αποδοτικότητας: Μελέτη της ταχύτητας και της ακρίβειας των παραδόσεων, καθώς και της δυνατότητας διαχείρισης πολλαπλών παραδόσεων σε αστικά και αγροτικά περιβάλλοντα.

Αξιολόγηση Κόστους: Εκτίμηση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης των drones σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους παράδοσης.

Δοκιμές Ασφάλειας: Εξέταση των ζητημάτων ασφαλείας που σχετίζονται με την πτήση drones πάνω από κατοικημένες περιοχές, καθώς και η ανάπτυξη πρωτοκόλλων για την αποφυγή ατυχημάτων.

Ανάλυση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων: Εκτίμηση της περιβαλλοντικής επίπτωσης της χρήσης drones για παραδόσεις σε σύγκριση με τα παραδοσιακά οχήματα παράδοσης.

- **Ανάδειξη των Drones από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης:** Τα μέσα μαζικής ενημέρωσης διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ενημέρωση και την ευαισθητοποίηση

του κοινού σχετικά με τις νέες τεχνολογίες. Η έρευνα σε αυτόν τον τομέα μπορεί να περιλαμβάνει:

Μελέτη της Απεικόνισης των Drones στα ΜΜΕ: Ανάλυση του τρόπου με τον οποίο τα drones παρουσιάζονται στα μέσα ενημέρωσης, καθώς και η επίδραση αυτής της παρουσίασης στην αντίληψη του κοινού.

Εκστρατείες Ευαισθητοποίησης: Ανάπτυξη και αξιολόγηση εκστρατειών ενημέρωσης για την προώθηση των πλεονεκτημάτων και των δυνατοτήτων των drones.

Κοινωνική Αποδοχή: Έρευνα και προβολή για την κοινωνική αποδοχή της χρήσης drones, με έμφαση στις ανησυχίες και τις προσδοκίες του κοινού.

- **Ρυθμιστικό Πλαίσιο και Νομοθεσία:** Η ανάπτυξη ενός σαφούς και αποτελεσματικού ρυθμιστικού πλαισίου είναι ζωτικής σημασίας για την ασφαλή και αποδοτική χρήση των drones. Η έρευνα σε αυτόν τον τομέα μπορεί να περιλαμβάνει:

Ανάλυση Υφιστάμενων Κανονισμών: Μελέτη των υφιστάμενων κανονισμών και της αποτελεσματικότητάς τους στην ρύθμιση της χρήσης των drones.

Προτάσεις για Νέα Νομοθεσία: Ανάπτυξη προτάσεων για τη βελτίωση του ρυθμιστικού πλαισίου, λαμβάνοντας υπόψη τις τεχνολογικές εξελίξεις και τις ανάγκες της αγοράς.

Συνεργασία με Αρμόδιες Αρχές: Διερεύνηση της συνεργασίας με αρμόδιες αρχές και οργανισμούς για την προώθηση ασφαλών και βιώσιμων πρακτικών.

- **Τεχνολογικές Καινοτομίες και Βελτιώσεις:** Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας των drones είναι απαραίτητη για την ενίσχυση των δυνατοτήτων τους. Η έρευνα σε αυτόν τον τομέα μπορεί να περιλαμβάνει:

Βελτίωση Αυτονομίας και Μπαταριών: Ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για την αύξηση της διάρκειας πτήσης και την ταχύτερη φόρτιση των μπαταριών των drones.

Ενσωμάτωση Τεχνητής Νοημοσύνης: Χρήση τεχνητής νοημοσύνης για τη βελτίωση της πλοήγησης και της λήψης αποφάσεων κατά την πτήση.

Ανάλυση Δεδομένων και Συστημάτων Διαχείρισης: Ανάπτυξη συστημάτων για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων πτήσης, καθώς και για τη διαχείριση στόλου drones.

Η περαιτέρω έρευνα σε αυτούς τους τομείς ενδεχομένως να συμβάλει στην αξιοποίηση των δυνατοτήτων των drones και στην ενίσχυση της αποδοχής και της εφαρμογής τους σε διάφορες πτυχές της καθημερινής ζωής.



## **Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές**

1. Lutkevich, B., 2023. Drone (UAV). [online] TechTarget.
2. Floreano, D. and Wood, R.J., 2015. Science, technology and the future of small autonomous drones. Nature, 521, pp.460-466. DOI: 10.1038/nature14542
3. JOUAV, 2022. Different types of drones and uses (2023 Full Guide). [online]
4. Michael, S., 2017. Drone anatomy 101. B&H The Professional's Source, 02, pp.210-211.
5. Wikipedia, 2020. Hyperspectral imaging. [online] In Wikipedia. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Hiperspektral\\_g%C3%B6r%C3%BCnt%C3%BCleme](https://en.wikipedia.org/wiki/Hiperspektral_g%C3%B6r%C3%BCnt%C3%BCleme) [Accessed 24 July 2024].
6. Dogan, F., 2022. Drone Technologies. [online] Available at: <https://www.guvenlikyonetimi.com/dron-teknolojileri/> [Accessed 24 July 2024].
7. LinkedIn, n.d. Drone delivery system: Where did it all begin? [online] Available at: <https://www.linkedin.com/pulse/drone-delivery-system-where-did-all-begin-dronelogisticsecosystem/> [Accessed 24 July 2024].
8. Thummar, Y., n.d. Evolution of Drone Technology. [online] Available at: <https://www.linkedin.com/pulse/evolution-drone-technology-yash-thummar-8ojkc/> [Accessed 24 July 2024].
9. JOUAV, n.d. Drone Types. [online] Available at: <https://www.jouav.com/blog/drone-types.html> [Accessed 24 July 2024].
10. LinkedIn, n.d. What Are the Benefits and Challenges of Using Drones for Last-Mile Delivery? [online] Available at: <https://www.linkedin.com/advice/0/what-benefits-challenges-using-drones-last-mile> [Accessed 24 July 2024].
11. Xbeec, n.d. Ethical Considerations in the Use of Drones for Cargo Delivery. LinkedIn. [online] Available at: <https://www.linkedin.com/pulse/ethical-considerations-use-drones-cargo-delivery-xbeec/> [Accessed 24 July 2024].
12. Mills & Reeve, 2016. Drones: The Key Legal Issues. [online] Available at: <https://www.mills-reeve.com/insights/blogs/technology/december-2016/drones-the-key-legal-issues> [Accessed 24 July 2024].
13. Σιώμος, Ι. και Βασιλακοπούλου, Κ., 2005. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ ΑΓΟΡΑΣ. [online] \
14. Κοκολάκης, Γ. και Σπηλιώτης, Ι., 1999. Εισαγωγή στη Θεωρία Πιθανοτήτων και Στατιστική. [online]
15. Κούτρας, Μ. και Ευαγγελάρας, Μ., 2010. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ. [online] Available at: <https://www.politeianet.gr/books/9789603517894-koutras-markos-stamoulis-analusi-palindromisis-186767> [Accessed 24 July 2024].
16. EVA - BLADE, 2023. The Future of Urban Air Mobility: EVA - BLADE. [online] Available at: <https://www.blade.com/UAM-eva> [Accessed 16 July 2023].
17. Αντωνιάδης, Α., 2012. Η δυναμική της αεροναυτιλίας στην Ευρώπη και η θέση της Ελλάδας κατά τη συγκριτική αξιολόγηση των παροχών αεροναυτιλίας και των λειτουργικών τμημάτων του εναέριου χώρου των χωρών που συμμετέχουν στο EUROCONTROL. Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας—Αερομεταφορές. [online] Available at: <http://www.ypa.gr/air-transport/> [Accessed 4 July 2023]
18. Dekoulis, G., 2018. Introductory Chapter: Drones. In G. Dekoulis (Ed.), Drones—Applications. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.76943>

19. Bauranov, A. and Rakas, J., 2021. Designing airspace for urban air mobility: A review of concepts and approaches. *Progress in Aerospace Sciences*, 125, 100726. <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2021.100726>
20. Flemons, K., Baylis, B., Khan, A.Z., Kirkpatrick, A.W., Whitehead, K., Moeini, S., Schreiber, A., Lapointe, S., Ashoori, S. and Arif, M., 2022. The use of drones for the delivery of diagnostic test kits and medical supplies to remote First Nations communities during Covid-19. *American Journal of Infection Control*, 50(8), pp.849-856.
21. Keane, J.F. and Carr, S.S., 2013. A brief history of early unmanned aircraft. *Johns Hopkins APL Technical Digest*, 32(3), pp.558-571.

## **Παράρτημα Α - ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ**

*“Διερεύνηση χαρακτηριστικών μεταφοράς αγαθών μέσω μη επανδρωμένου αεροσκάφους (drone)”*



Η έρευνα με το παρακάτω ερωτηματολόγιο εκτελείται στο πλαίσιο Διπλωματικής Εργασίας του τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, με θέμα τη **Διερεύνηση χαρακτηριστικών μεταφοράς αγαθών μέσω μη επανδρωμένου αεροσκάφους (drone)**.

Οι απαντήσεις θα αναλυθούν από τους ερευνητές και οποιαδήποτε παρουσίαση των αποτελεσμάτων θα γίνει σε αθροιστική μορφή χωρίς να αποκαλύπτεται η ταυτότητα των ερωτώμενων.

Το ερωτηματολόγιο δεν έχει εμπορικούς σκοπούς και τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν, θα χρησιμοποιηθούν για επιστημονικές έρευνες και εκπαιδευτικές δραστηριότητες.

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου διαρκεί περίπου 6 λεπτά.

### **Α. Προτιμήσεις στις μεταφορές προϊόντων – αγαθών**

A.1. Πόσο συχνά κάνετε αγορές από το διαδίκτυο;

- Ποτέ
- Σπάνια
- Κάποιες φορές
- Συχνά
- Πολύ συχνά

A.2. Πόσο κοστίζει μια μέση παραγγελία αγοράς από το διαδίκτυο; (καθαρό ποσό)

- < 10 €
- 10-30 €
- 31-50 €
- 51-100 €
- > 100 €

A.3. Πόσο κοστίζουν τα μεταφορικά σε μια μέση παραγγελία αγοράς από το διαδίκτυο;

- 0
- 1-3 €
- 3-10 €
- > 10 €

A.4. Ποιος είναι ο μέσος χρόνος παράδοσης μιας τυπικής παραγγελίας αγοράς από το διαδίκτυο;

- Αυθημερόν
- 1-2 μέρες
- 3-5 μέρες
- > 5 μέρες

A.5. Υπάρχει συγκεκριμένος-προτιμότερος τρόπος παραλαβής του προϊόντος σας;

- Courier στο σπίτι
- Courier στην εργασία
- Box Now/ Skrutz point
- Παραλαβή από το κατάστημα

A.6. Είστε ευχαριστημένος/η με τη διαδικασία παράδοσης των προϊόντων όπως γίνεται μέχρι τώρα;

- Καθόλου
- Λίγο
- Ούτε λίγο ούτε πολύ
- Πολύ
- Πάρα πολύ

A.7. Τον τελευταίο χρόνο, πόσες φορές αντιμετωπίσατε πρόβλημα σε παραγγελία που είχατε κάνει μέσω διαδικτύου; (π.χ. ήρθε χαλασμένο, χάθηκε κατά τη μεταφορά, κ.τ.λ.)

- Ποτέ
- Σπάνια
- Κάποιες φορές
- Συχνά
- Πολύ συχνά

A.8. Πόσο σημαντικό είναι για εσάς να μπορείτε να εντοπίσετε την παραγγελία σας (live tracking);

- Καθόλου
- Λίγο
- Ούτε λίγο ούτε πολύ
- Πολύ
- Πάρα πολύ

A.9. Γνωρίζετε ότι γίνονται ήδη μεταφορές προϊόντων - αγαθών με μη επανδρωμένο αεροσκάφος (drone);

- Ναι το γνωρίζω, σε κάποιες πόλεις του κόσμου είναι συνηθισμένο
- Ναι το γνωρίζω, όμως είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο και τα επόμενα χρόνια θα αρχίσει να εδραιώνεται
- Ναι το γνωρίζω, όμως δε πιστεύω πως θα εδραιωθεί
- Όχι, δε το γνωρίζω

A.10 Πόσο άνετα θα νιώθατε γνωρίζοντας ότι το προϊόν – αγαθό σας μεταφέρεται μέσω drone;

- Καθόλου
- Λίγο
- Ούτε λίγο ούτε πολύ
- Πολύ
- Πάρα πολύ

A.11. Πως θα αξιολογούσατε την περιβαλλοντική επίπτωση της μεταφοράς προϊόντων – αγαθών μέσω drone συγκριτικά με άλλες μεθόδους μεταφοράς;

- Ασήμαντη (δε πιστεύω πως το περιβάλλον θα επιβαρύνεται, ίσα ίσα θα ευνοείται)
- Σημαντική (πιστεύω πως το περιβάλλον θα επιβαρύνεται περισσότερο απ' ότι τώρα)

## **B. Ερωτήσεις δεδηλωμένης προτίμησης**

Υποθέστε ότι θέλετε να προβείτε στη παραγγελία ενός προϊόντος - αγαθού και σας δίνεται η επιλογή να διαλέξετε εάν θα το παραλάβετε με drone ή με courier. Παρακαλούμε, στα παρακάτω σενάρια, διαβάστε προσεκτικά τις δύο επιλογές και επιλέξτε μία από αυτές με βάση τις ακόλουθες παραμέτρους:

### **Ταχύτητα παράδοσης:**

- Αυθημερόν
- 1-2 μέρες από την ημέρα παραγγελίας
- 3+ μέρες από την ημέρα παραγγελίας.

### **Κόστος μεταφοράς του προϊόντος - αγαθού (σε ευρώ):**

- 2 €
- 5 €
- 10 €

### **Ευελιξία:**

- Όχι - σημαίνει να μη μπορώ να αλλάξω σημείο παραλαβής
- Ναι - σημαίνει να μπορώ να τροποποιήσω από πού θα παραλάβω το προϊόν ανά πάσα στιγμή

### **Εκτιμούμε την ειλικρινή απάντησή σας η οποία είναι ανώνυμη.**

Παρακάτω παρουσιάζονται οι επιλογές ανά μέσον.

*Ταχύτητα παράδοσης προϊόντος - αγαθού: αυθημερόν / 1-2 μέρες / 3+ μέρες*

*Κόστος μεταφοράς προϊόντος - αγαθού: 2 € / 5 € / 10 €*

*Ευελιξία σημείου παραλαβής προϊόντος - αγαθού: Ναι / όχι*

### **Σενάριο 1° :**

	Drone	Courier
Ταχύτητα	Αυθημερόν	3+ μέρες
Κόστος	10 €	2 €
Ευελιξία	Ναι	Όχι

- Drone
- Courier

Σενάριο 2° :

	Drone	Courier
Ταχύτητα	Αυθημερόν	1-2 μέρες
Κόστος	10 €	5 €
Ευελιξία	Όχι	Όχι

- Drone
- Courier

Σενάριο 3° :

	Drone	Courier
Ταχύτητα	1-2 μέρες	3+ μέρες
Κόστος	5 €	2 €
Ευελιξία	Όχι	Ναι

- Drone
- Courier

Σενάριο 4° :

	Drone	Courier
Ταχύτητα	Αυθημερόν	Αυθημερόν
Κόστος	10 €	5 €
Ευελιξία	Ναι	Όχι

- Drone
- Courier

Σενάριο 5° :

	Drone	Courier
Ταχύτητα	3+ μέρες	Αυθημερόν
Κόστος	5 €	10 €
Ευελιξία	Ναι	Όχι

- Drone
- Courier



## **Γ. Δημογραφικά Χαρακτηριστικά**

### Γ.1. Φύλο

- Άντρας
- Γυναίκα
- Άλλο

### Γ.2. Ηλικία

- 18 - 25
- 26 – 35
- 36 – 55
- 56+

### Γ.3. Επίπεδο Εκπαίδευσης

- Πρωτοβάθμια
- Δευτεροβάθμια
- Τριτοβάθμια
- Κάτοχος Μεταπτυχιακού / Διδακτορικού

### Γ.4. Εργασία

- Μερική / Πλήρης Απασχόληση
- Μαθητής/τρια / Φοιτητής/τρια
- Συνταξιούχος
- Άνεργος/η
- Ελεύθερος Επαγγελματίας

### Γ.5. Οικογενειακό εισόδημα

- <10.000 €
- 10.001-30.000 €
- >30.000 €