



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ»**



Μεταπτυχιακή Εργασία

## **ΧΡΗΣΗ DRONES ΣΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ (ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΚΑΙ ΜΗ)**

ΧΑΝΗ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ

(Μηχανικός Παραγωγής και Διοίκησης)

*Επιβλέπων: ΚΟΥΛΟΧΕΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, Αν. Καθηγητής*

*Συνεπιβλέπουσα: Δρ. -Μηχ. ΒΟΣΟΥ ΚΛΕΙΩ*

ΑΘΗΝΑ 2023

***«Τα αεροσκάφη παράδοσης θα σημαίνουν το τέλος της ιδιοκτησίας»***

Astro Teller- Captain of “Moonshots”, “X”, υπεύθυνος εργαστηρίου καινοτομίας  
“Alphabet”, 8 Νοεμβρίου 2016

## Περίληψη

Οι μεταφορές επιβατών και εμπορευμάτων μπορούν να καθορίσουν σε σημαντικό βαθμό παραγωγικές και εμπορευματικές διαδικασίες ανά την υφήλιο. Είναι πλέον γεγονός πως εξαιτίας της ταχύρρυθμης ανάπτυξης της τεχνολογίας, οι μεταφορές εξελίσσονται και εναλλάσσονται, με γνώμονα να καταστήσουν ευκολότερη την καθημερινότητα των ανθρώπων. Η διάκρισή τους βασίζεται στον τρόπο με τον οποίο συμβαίνει, σε χερσαίες, θαλάσσιες και εναέριες. Οι δύο πρώτοι τρόποι μεταφοράς καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα της αγοράς από τα πρώιμα στάδια ανάπτυξης του εμπορίου. Ωστόσο με τον εναέριο τρόπο, οι επιχειρήσεις στοχεύουν στην άνοδό τους και στην ενίσχυση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος.

Ο εναέριος τρόπος αποτελεί μία νεοσύστατη σχετικά κατηγορία μεταφοράς εμπορευμάτων. Ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις βρίσκουν ενδιαφέρον να επενδύσουν στην ανάπτυξη του, γνωρίζοντας πως θα τους αποφέρει μεγαλύτερο κέρδος έναντι των παραδοσιακών τρόπων μεταφοράς μακροπρόθεσμα.

Επιπλέον, η παράδοση τελευταίου μιλίου (Last Mile Delivery), δηλαδή η παράδοση του εμπορεύματος στον πελάτη, αποτελεί το τελευταίο και πιο δαπανηρό τμήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Καθοριστικοί παράγοντες του κόστους του αποτελούν η περιοχή στην οποία θα γίνει η διανομή, το βάρος και γενικότερα η φύση του δέματος όπως επίσης και η επιλογή χρονικού περιθωρίου που επιλέγει ο εκάστοτε πελάτης.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, η διαδικασία παράδοσης φαίνεται να λειτουργεί αποτελεσματικότερα μετά την ένταξη μη επανδρωμένων οχημάτων (drones) στην αγορά. Αρκετές εταιρίες, έχουν εντάξει στο δυναμικό τους τα delivery drones. Μέσω αυτών οι εταιρίες είναι σε θέση να διανέμουν ταχύτερα τα δέματα, καλύπτοντας μεγαλύτερες αποστάσεις, ακολουθώντας τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς.

Επιπλέον, η πανδημία του κορονοϊού, COVID-19, συνέβαλλε ριζικά στην εξέλιξη του ηλεκτρονικού εμπορίου. Καθώς εκατομμύρια άνθρωποι αναγκάστηκαν να περιορίσουν δραστικά τις μετακινήσεις τους, η μεταφορά εμπορευμάτων με χρήση drones, περιόρισε τις επαφές πρόσωπο-με-πρόσωπο, ενώ παράλληλα αύξησε την εμπορευματική δραστηριότητα.

Αντίστοιχα τα drones φαίνεται να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά και στην μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων. Στα επικίνδυνα εμπορεύματα συγκαταλέγονται είδη εμπορευμάτων, τα οποία είναι επιβλαβή τόσο για την ασφάλεια όσο και την υγεία του ανθρώπου. Επομένως, η μεταφορά τους με μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα αποτελεί ασφαλέστερη προσέγγιση για μελλοντικές απειλές, καθώς και βελτίωση των προσπαθειών πρόληψης καταστάσεων.

## Λέξεις-κλειδιά

Μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα, drones, UAVs, παράδοση προϊόντων, κατασκευαστικά χαρακτηριστικά, επικίνδυνα υλικά, μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων, προστασία προσωπικών δεδομένων

## **Abstract**

Passenger and goods transportation can significantly determine production processes around the globe. Due to the fact of the rapid development of technology, transport is evolving and changing, with the aim of making people's everyday lives easier. The distinction is based on how it happens, land, sea or air. The first two modes of transport occupy the largest part of the market, since the early stages of the development of trade. However, in the aerial way, businesses aim at rising and strengthening their competitive advantage.

Air transport is a relatively new category of goods transportation. More and more companies are interested in investing in its development, knowing that it will bring them more profit than traditional modes of transportation in the long run.

In addition, the last mile delivery, which is the delivery of the goods to the customer, is the last and most expensive part of the supply chain. The location of transporting, the weight and the deadline, in which should the product be delivered are determining factors.

For all these reasons, the delivery process seems to work more efficiently after the integration of unmanned vehicles (drones) into the market. Several companies have incorporated delivery drones into their capabilities. Through this, companies are able to deliver parcels faster covering longer distances, following environmental regulations.

Furthermore, the coronavirus pandemic, COVID-19, has radically contributed to the evolution of e-commerce. As millions of people have been forced to limit their trips, drone freight has reduced face-to-face contact while increasing freight activity.

Accordingly, drones seem to be particularly effective in transporting dangerous goods. The latter include goods that are harmful to both human safety and health. Therefore, transporting them with unmanned aerial vehicles is a safer approach for future threats, including cases of prevention.

## **Keywords**

Unmanned aerial vehicles, drones, UAVs, product delivery, manufacturing features, hazardous materials, transportation of dangerous goods, personal data protection

## Ευχαριστίες

Η εκπόνηση της παρούσας Μεταπτυχιακής Εργασίας αλλά και η ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου περιήγησης, δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την πολύτιμη βοήθεια και συμπαράσταση ορισμένων ατόμων, αρωγών στην προσπάθεια επίτευξης των στόχων μου.

Πρώτα απ' όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Κουλοχέρη Δημήτριο, Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ και την κυρία Βόσου Κλειώ, Διδάκτωρ Μηχανικό του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η ρηξικέλευθη μέθοδός τους παραγωγής ερεθισμάτων, καθώς και η αμερόληπτη εμπιστοσύνη τους προς το άτομο μου, μου έδωσε τη δυνατότητα να εξελιχθώ ως φοιτήτρια και ως άνθρωπος. Επιπλέον, η συνεχής καθοδήγηση που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια της Μεταπτυχιακής Εργασίας μου συνετέλεσαν να επιτύχω τον μακροπρόθεσμο στόχο μου.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά και με ιδιαίτερο σεβασμό την οικογένεια μου, για την ηθική και υλική υποστήριξη της, καθώς και τη δυνατότητα που μου έδωσε να συγκεντρωθώ απρόσκοπτη στην ολοκλήρωση των μεταπτυχιακών σπουδών μου και κατ' επέκταση της Μεταπτυχιακής Εργασίας μου.

## Περιεχόμενα

<b>Κατάλογος Πινάκων</b>	<b>10</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>11</b>
Σκοπός Εργασίας.....	11
Εναέριες Μεταφορές Εμπορευμάτων στην Ευρώπη .....	11
Μεταφορές εμπορευμάτων στον Ελλαδικό χώρο .....	12
Εφαρμογή ηλεκτρονικού εμπορίου σε παγκόσμια κλίμακα .....	12
<b>ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ</b>	<b>14</b>
Παράδοση Εμπορευμάτων (Πρώτο/Τελευταίο Μίλι) .....	14
Υπηρεσίες προμήθειας ιατρικών ειδών .....	14
Μεταφορά εμπορευμάτων σε αγροτικές περιοχές .....	15
<b>ΕΠΗΠΤΩΣΕΙΣ COVID-19 ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ</b>	<b>18</b>
<b>ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ</b>	<b>19</b>
Ταξινόμηση επικίνδυνων εμπορευμάτων.....	19
Χαρτογράφηση επικίνδυνων εμπορευμάτων σε παγκόσμια κλίμακα....	20
Πρόσθετα κατασκευαστικά στοιχεία UAVs για μεταφορά επικίνδυνων υλικών .....	21
<b>ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΑ ΕΝΑΕΡΙΑ ΟΧΗΜΑΤΑ</b>	<b>22</b>
Ιστορική Αναδρομή Μη Επανδρωμένων Εναέριων Οχημάτων .....	23
Κατηγοριοποίηση των UAV βάσει χαρακτηριστικών .....	25
Κατηγοριοποίηση των UAV βάσει της δραστηριότητας τους.....	27
Αυτοματοποίηση intralogistics.....	28
Βασικές Μέθοδοι Πτήσεων Μη Επανδρωμένων Οχημάτων .....	29
Χαρακτηριστικά Μη Επανδρωμένων Εναέριων Οχημάτων .....	30
Κατασκευαστικά Χαρακτηριστικά Μη Επανδρωμένων Εναέριων Οχημάτων .....	30
Τεχνολογία RFID .....	33
Προκλήσεις-Προοπτικές .....	33
Θέματα Απορρήτου και Ασφάλειας.....	34
Κανονισμοί και περιορισμοί UAV.....	35
Νομοθετικές διατάξεις σε παγκόσμιο επίπεδο .....	36
Νομοθετικές διατάξεις σε Ευρωπαϊκό επίπεδο .....	40
Επιτρεπόμενη ζώνη κυκλοφορίας .....	43
Επιτρεπόμενο ύψος πτήσης .....	43
Κανονιστικό Πλαίσιο.....	45
<b>DELIVERY DRONES</b>	<b>47</b>

<b>Πλεονεκτήματα Χρήσης Delivery Drones .....</b>	<b>47</b>
<b>Μειονεκτήματα Χρήσης Delivery Drones .....</b>	<b>48</b>
<b>Εταιρίες Χρήσης Delivery Drones .....</b>	<b>49</b>
<b>Μελέτη Περίπτωσης Delivery Drone στο Βερολίνο .....</b>	<b>62</b>
Ρυθμιστικοί Παράγοντες/ Αποστάσεις .....	63
Γεωγραφικοί παράγοντες .....	63
Κόστος μεταφοράς προϊόντων μέσω Delivery Drone στο Βερολίνο.....	64
<b>Παράδοση Εμπορευμάτων με UAV σε Θαλάσσιες Μεταφορές</b>	<b>65</b>
<b>Οφέλη Μεταφοράς Επικίνδυνων Εμπορευμάτων μέσω UAVs</b>	<b>65</b>
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>67</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΣΧΗΜΑ 1: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ ΣΕ ΛΙΑΝΙΚΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2014-2021 (*ΠΡΟΒΛΕΨΗ) (STATISTA.COM)	13
ΣΧΗΜΑ 2: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ DELIVERY DRONES (BAUR & HADER, 2019)	15
ΣΧΗΜΑ 3: ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΧΡΗΣΗΣ DELIVERY DRONES ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ (HADER & BAUR, 2019)	16
ΣΧΗΜΑ 4: ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΧΡΗΣΗΣ DELIVERY DRONES ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΙΑΤΡΟΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (BAUR & HADER, 2019)	16
ΣΧΗΜΑ 5: ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ DELIVERY DRONES ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ (BAUR & HADER, 2019)	17
ΣΧΗΜΑ 6: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ UAV ΤΟΥ ΝΙΚΟΛΑ TESLA (FINN & SCHEDING, 2010)	23
ΣΧΗΜΑ 7: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ LALE & MALE UAV (ΠΗΓΗ US DEPARTMENT OF DEFENSE)	26
ΣΧΗΜΑ 8: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΤΩΝ UAV ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ ΤΩΝ ΦΤΕΡΩΝ ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥΣ (STEWART & MARTIN, 2021)	26
ΣΧΗΜΑ 9: ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ UAVS (BAUR & HADER, 2019)	27
ΣΧΗΜΑ 10: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΚΛΗΣΕΩΝ ΠΟΥ ΤΑ DELIVERY DRONES ΕΧΟΥΝ ΕΠΕΡΑΣΕΙ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ (BAUR & HADER, 2019)	29
ΣΧΗΜΑ 11: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΙΣΗ ΑΣΤΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ ΣΕ ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ DRONE ΣΕ ΧΩΡΕΣ-ΜΕΛΗ ΤΟΥ ΟΟΣΑ (TSIAMIS , ΕΦΘΥΜΙΟΥ, & TSAGARAKI, 2019)	38
ΣΧΗΜΑ 12: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΥΨΟΥΣ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ DRONES ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ (TSIAMIS , ΕΦΘΥΜΙΟΥ, & TSAGARAKI, 2019)	39
ΣΧΗΜΑ 13: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ DELIVERY DRONES ΑΠΟ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΑΣΤΟΤΕ ΧΩΡΑ ΤΟΥ ΟΟΣΑ (TSIAMIS , ΕΦΘΥΜΙΟΥ, & TSAGARAKI, 2019)	40
ΣΧΗΜΑ 14: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΠΤΗΣΕΙΣ UAVS (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ, 2022)	44
ΣΧΗΜΑ 15: ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΟΙΚΤΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ DRONE/ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ-ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ, 2022)	44
ΣΧΗΜΑ 16: DRONE DELIVERY CANADA (DDC)	50
ΣΧΗΜΑ 17: FLYTREX DELIVERY DRONE	50
ΣΧΗΜΑ 18: ZIPLINE DELIVERY DRONE	51
ΣΧΗΜΑ 19: MATTERNET DELIVERY DRONE	52
ΣΧΗΜΑ 20: MATTERNET DELIVERY DRONE STATION	52
ΣΧΗΜΑ 21: FLIRTEY DELIVERY DRONE	53
ΣΧΗΜΑ 22: DELIVERY DRONE JDX-500	53
ΣΧΗΜΑ 23: MEITUAN DELIVERY DRONE	54
ΣΧΗΜΑ 24: PARCELCOPTER 1.0	55
ΣΧΗΜΑ 25: PARCELCOPTER 4.0	55
ΣΧΗΜΑ 26: MANNA DRONE DELIVERY	56
ΣΧΗΜΑ 27: SPRIGHT DELIVERY DRONE	57
ΣΧΗΜΑ 28: ALIBABA DELIVERY DRONE	58
ΣΧΗΜΑ 29: AMAZON PRIME AIR DELIVERY DRONE	59
ΣΧΗΜΑ 30: EVERDRONE DELIVERY DRONE	59
ΣΧΗΜΑ 31: EHANG DELIVERY DRONE	60
ΣΧΗΜΑ 32: ANTWORK DELIVERY DRONE	61
ΣΧΗΜΑ 33: FEDEX DELIVERY DRONE	61
ΣΧΗΜΑ 34: WING DELIVERY DRONE	62



ΣΧΗΜΑ 35: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ DELIVERY DRONES (BAUR & HADER, THE SKY MAY NOT BE THE LIMIT - A CASE STUDY IN BERLIN, 2020)

64

## Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ UAV ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΑΠΟ ΤΟ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΜΥΝΑΣ ΤΩΝ ΗΠΑ	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ & ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΧΩΡΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ DRONES	41

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο μεταφορά καλείται οποιαδήποτε μετακίνηση ανθρώπων ή αγαθών γίνεται από ένα τόπο σε ένα άλλο (Μπαμπινιώτης, 2005 1087). Η συνεχόμενη αύξηση στη χρήση μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων, καθώς και οι διαφορετικές εφαρμογές στις οποίες μπορούν να συμμετέχουν, είναι δυο από τα βασικότερα κριτήρια για να μελετηθούν σε βάθος. Η χρήση τους μπορεί να περιλαμβάνει την μεταφορά εμπορευμάτων, επικίνδυνων και μη, καλύπτοντας ένα εύρος μεγάλων αποστάσεων, με σχεδόν πλήρη αυτονομία, χάρη στο αντίστοιχο λογισμικό υποστήριξης. Παρόλα αυτά, εξαιτίας του γεγονότος πως η εξέλιξη τους είναι αρκετά πρόσφατη, δεν έχουν αποσαφηνιστεί ακόμη όρια και κανόνες για την ομαλή προσαρμογή τους στο κοινωνικό περιβάλλον. Ο τρόπος ρύθμισης, παρακολούθησης και ελέγχου, βρίσκεται ακόμα υπό διερεύνηση. Μέσα σε αυτό συμπεριλαμβάνονται και ζητήματα που αφορούν την προστασία ιδιωτικότητας των πολιτών, την παρακολούθηση του εναέριου χώρου, καθώς και της αποφυγής εμποδίων.

### Σκοπός Εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας Μεταπτυχιακής Εργασίας είναι η διερεύνηση των συνθηκών που χρειάζεται να ικανοποιούνται, ώστε τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα, η αλλιώς Unmanned Aircraft Vehicles, UAVs, (να χρησιμοποιηθούν ομαλά από το κοινωνικό σύνολο. Επιπλέον, γίνεται η καταγραφή της ιστορικής εξέλιξης των drones, καθώς και των τεχνολογιών που έχουν αναπτυχθεί ως αρωγοί στην προσπάθειά τους να ενταχθούν αποτελεσματικά στο εμπορευματικό σύστημα.

Παράλληλα, γίνεται η παρουσίαση των τεχνικών χαρακτηριστικών αλλά και των κατηγοριών ταξινόμησης των drones. Σημαντικό τμήμα της Μεταπτυχιακής Εργασίας εμπεριέχει αριθμητικές μεταβλητές σχετικές με την άνοδο των delivery drones, τόσο σ παγκόσμιο, όσο και σε εθνικό επίπεδο, πριν και μετά της επιρροή του COVID-19.

Τέλος, παρουσιάζονται ρυθμιστικές διατάξεις και κανονισμοί που οφείλουν να διέπουν την εκάστοτε χώρα που επιτρέπει τη διακίνηση εμπορευμάτων με τη χρήση drones, καθώς επίσης και τρόπους βελτίωσης και μελλοντικής έρευνας της χρήσης τους.

### Εναέριες Μεταφορές Εμπορευμάτων στην Ευρώπη

Στο γενικότερο σύνολο των μεταφορών οι εναέριες μεταφορές κατέχουν ένα ποσοστό της τάξης του 5.4%, το 2000, ενώ προβλέπεται μέχρι και το 2030 να αυξηθεί στο 10.8% (European Energy and Transport, 2007, Trends up to 2030, European Commission Directorate, General for Energy and Transport).

Οι εναέριες μεταφορές πραγματοποιούνται με κατάλληλο στόλο αεροπλάνων. Ο διαχωρισμός τους γίνεται σε αεροπλάνα που μεταφέρουν αποκλειστικά εμπορεύματα και μικτών, όπου πέρα των εμπορευμάτων γίνεται και μεταφορά επιβατών. Τα τελευταία βρίσκονται σε μειονεκτική θέση εφόσον δεν έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν επικίνδυνα εμπορεύματα.

Οι μεταφορές με χρήση delivery drones στην Ευρώπη παρουσιάζουν ρυθμό ανάπτυξης της κλίμακας 3.8% ανά έτος.

### **Μεταφορές εμπορευμάτων στον Ελλαδικό χώρο**

Ο βασικότερος τρόπος μεταφοράς εμπορευμάτων στην Ελλάδα, διαγράφεται μέσω του οδικού δικτύου, εφόσον το σύνολο της δεν καλύπτεται από επαρκές σιδηροδρομικό δίκτυο. Η χρήση φορτηγών οχημάτων προσφέρουν ευελιξία, ταχύτητα και ανάλογη χρηματική επιβάρυνση, ανάλογα με την απόσταση που καλούνται να καλύψουν. Ακόμα και στην περίπτωση διακίνησης εμπορευμάτων στα πολυάριθμα νησιά, χρησιμοποιούνται ως πρωτεύοντα μέσα εναέρια ή θαλάσσια οχήματα και έπειτα χρησιμοποιείται το οδικό δίκτυο μέχρι να φτάσουν τα εμπορεύματα στον τελικό προορισμό τους.

### **Εφαρμογή ηλεκτρονικού εμπορίου σε παγκόσμια κλίμακα**

Είναι γεγονός πως τα τελευταία χρόνια το ηλεκτρονικό εμπόριο έχει καταφέρει να διεισδύσει ως αναπόσπαστο κομμάτι στην καθημερινότητα εκατομμυρίων ανθρώπων ανά την υφήλιο. Η άνθιση αυτή είναι απόρροια της έλευσης του διαδικτύου, όπως επίσης και του ολοκληρωτικού μετασχηματισμού της σύγχρονης ζωής του ανθρώπου. Η σημερινή πραγματικότητα καθιστά την πρόσβαση στο διαδίκτυο ολοένα και ευκολότερη για άτομα όλων των ηλικιών και κοινωνικών στρωμάτων, αγηγώντας την απόσταση και την γεωμορφολογική τους θέση, με αποτέλεσμα να αυξάνονται και οι ψηφιακοί αγοραστές.

Η δυνατότητα των επιχειρήσεων να προβάλλουν τα προϊόντα τους σε μεγαλύτερη κλίμακα, ενώ παράλληλα έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν το κόστος των αποστολών τους, αποτέλεσε το έναυσμα για την ένταξή τους στον διαδικτυακό κόσμο. Μέχρι πρότινος η μεταφορά και παράδοση προϊόντων γινόταν εξ ολοκλήρου με τη χρήση χερσαίων αποστολών. Η ανάγκη απευθείας παράδοσης στους καταναλωτές οδήγησε σε αύξηση των παραδόσεων τελευταίου μιλίου (Last Mile Delivery). Το γεγονός όμως πως πρέπει να εξυπηρετηθούν ταυτόχρονα πολλές και διαφορετικές διαδρομές προκάλεσε προβλήματα στις παραδόσεις τελευταίου μιλίου. Τα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τις μεταφορές είναι, συνήθως εσωτερικής καύσης, και έρχονται αντιμέτωπα με την κυκλοφοριακή συμφόρηση, ενώ προκαλούν ηχορύπανση και συμβάλλουν στις εκπομπές αερίων. Για την αντιμετώπιση των ζητημάτων, παρατηρήθηκε η αναζήτηση και η εύρεση εναλλακτικών μέσων, όπου θα μπορούν να ανταποκριθούν στο μεγάλο μεταφορικό όγκο με χαμηλότερο κόστος, αλλά και στην μετρίαση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

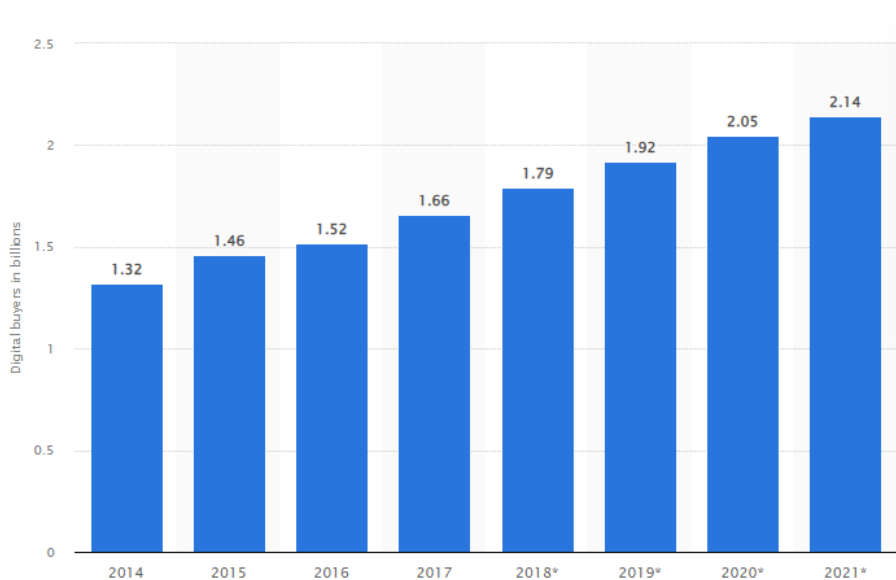
Το 2019, οι αγορές μέσω διαδικτύου κατείχαν το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς. Ένα χρόνο αργότερα, το 2020, περισσότερο από δύο δισεκατομμύρια άτομα βασίστηκαν στην αγορά προϊόντων μέσω του διαδικτύου, ενώ μέσα στον ίδιο χρόνο οι ηλεκτρονικές αγορές στις ΗΠΑ ξεπέρασαν τα 4.2 τρισεκατομμύρια δολάρια.

Η εταιρία που έχει καταφέρει να προσελκύσει το μεγαλύτερο ποσοστό επισκεψιμότητας είναι η Amazon, όπου τον Ιούνιο του 2020 κατάφερε να καταγράψει περισσότερο από 5.2 δισεκατομμύρια επισκέπτες στην ιστοσελίδα της, για αγορές προϊόντων. Παρόλο που κατέχει την πρώτη θέση στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ, κατατάσσεται τρίτη στην Ασιατική αγορά, πίσω από την Taobao και Tmall. Οι δυο

πλατφόρμες ανήκουν στην εταιρία Alibaba, όπου αποτελεί τον κορυφαίο όμιλο διαδικτυακού εμπορίου στις χώρες της Ανατολής και της Ασίας.

Σύμφωνα με τη μελέτη που πραγματοποίησε το Fortune Business Insights, διαπιστώθηκε πως το 2018 η αγορά UAV από εταιρίες για εμπορική χρήση σε παγκόσμια κλίμακα, ανήλθε σε 1.2 δισεκατομμύρια δολάρια, ενώ μέχρι το 2026 το ποσό αυτό θα ξεπεράσει τα 6 δισεκατομμύρια δολάρια (Stewart & Martin, 2021). Σε δική της έκθεση η Strategy Analytics, προέβλεψε αύξηση 12 δισεκατομμυρίων δολαρίων στις αγορές των ΗΠΑ για το ίδιο έτος. Είναι προφανές πως και στις δυο περιπτώσεις καθίσταται σαφή η ουσιαστική ενσωμάτωση των UAV στον εμπορικό κλάδο. Επικρατέστερα φαίνεται να είναι τα UAV με περιστροφική πτέρυγα, έναντι της σταθερής πτέρυγας, καθώς κατέχουν τα δυο τρίτα του μεριδίου της αγοράς. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας του χαμηλού τους κόστους και της απλής κατασκευής τους.

Στο σχήμα 1, παρουσιάζεται με τη μορφή διαγράμματος η απήχηση του ηλεκτρονικού εμπορίου στις παγκόσμιες αγορές κατά την περίοδο 2014-2021. Καθίσταται σαφές ότι η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, κατά την περίοδο αυτή, σηματοδότησε αυξητική τάση και του ηλεκτρονικού εμπορίου.



Σχήμα 1 Απεικόνιση παγκόσμιας κλίμακας ηλεκτρονικού εμπορίου σε λιανικές πωλήσεις για την περίοδο 2014-2021 (\*Πρόβλεψη) (Statista.com)

## ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

### Παράδοση Εμπορευμάτων (Πρώτο/Τελευταίο Μίλι)

Οι εταιρίες που ασχολούνται κατά κόρον με τα logistics, είναι συνυφασμένες με την ενασχόληση τους με το πρώτο και τελευταίο μίλι. Αποτελεί μία από της ακριβότερες επενδύσεις μιας εταιρίας και ταυτόχρονα το λιγότερο αποδοτικό κομμάτι της. Αυτό συμβαίνει, διότι συνεπάγεται την κατάρτιση ανθρώπινου δυναμικού, ικανού να διευθύνει το στόλο delivery drones και τον επαρκή αριθμό οχημάτων για τα δρομολόγια.

Η απονομή του πρώτου πιστοποιητικού αερομεταφοράς από της FFA των ΗΠΑ (Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Αεροπορίας), ήρθε για την Wing, τον Απρίλιο του 2019. Η άδεια της περιλάμβανε την δυνατότητα πτήσεων πάνω από αστικά κέντρα και κατοικημένες περιοχές, γεγονός που δεν είχε επιτραπεί νωρίτερα. Το πλεονέκτημα έναντι των ανταγωνιστών της, για την Google, ήταν αρκετά επιτυχημένο, δεδομένου ότι αρκετές εταιρίες προσπάθησαν να το αποκτήσουν. Μία από αυτές ήταν η Amazon, η επιτυχία της η οποίας βασίστηκε στην υπηρεσία drone Prime Air στη Μ. Βρετανία, παρά την προσπάθεια της να αποκτήσει και εκείνη την σχετική άδεια ελεύθερων πτήσεων.

Μέχρι σήμερα υπάρχει μόνο μία εταιρία η οποία έχει καταφέρει να πλησιάσει. Ειδικότερα, η εταιρία μεταφορών UPS και η Matternet, εταιρία με delivery drones, κατάφεραν τον Οκτώβριο του 2019 να λάβουν σχετική άδεια από την FFA, για την παράδοση ιατρικού εξοπλισμού σε νοσοκομεία.

Ένα χρόνο νωρίτερα, τον Μάρτιο του 2018 ο κολοσσός των logistics SF Express, που εδρεύει στην Κίνα αποτέλεσε την πρώτη εταιρία που κατάφερε να λάβει άδεια για παράδοση δεμάτων last mile delivery από την Υπηρεσία Πολιτικής Προστασίας της Κίνας (CCAC). Παρόμοια δράση κατάφερε να επιτύχει και η JD.com όπου ολοκλήρωσε παραδόσεις σε ακτίνα μεγαλύτερη των 250 χιλιομέτρων σε νησιά της Ινδονησίας, όπου νωρίτερα ήταν αδύνατο να διεκπεραιωθούν.

### Υπηρεσίες προμήθειας ιατρικών ειδών

Η γρήγορη και ασφαλέστερη μεταφορά ιατρικών προϊόντων αποτελούσε και αποτελεί μείζονος ζήτημα για τη σωτηρία ασθενών ανά την υφήλιο. Αρωγοί σε αυτή την προσπάθεια αποτελούν τα UAVs, καθώς μεταφέρουν ιατρικό εξοπλισμό σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές, ευκολότερα από οποιοδήποτε άλλο μέσο μεταφοράς. Ειδικότερα, η DHL το 2018, έθεσε σε εφαρμογή το πιλοτικό της έργο «Parcelcopter 4.0» σε περιοχές της Τανζανίας. Χρησιμοποίησε ένα drone κατασκευασμένο από την εταιρία Wingcopter, το οποίο μπορεί να πετάξει έως και 40 λεπτά με ταχύτητα που αγγίζει τα 130 km/h. Με αυτές τις προδιαγραφές είναι ικανό να παραδώσει έως και 4 κιλά ιατρικού εξοπλισμού σε ακτίνα 65 χιλιομέτρων.

Σε παρόμοια θέση βρίσκεται και η start-up Zipline της Silicon Valley, η οποία παρέχει υπηρεσίες ιατρικού εξοπλισμού μέσω drone, σε περισσότερα από 20 νοσοκομεία και κλινικές στη Ρουάντα από το 2014. Σε αυτά τα χρόνια λειτουργίας της έχει καταφέρει να παραδώσει πάνω από 16.000 πακέτα, κυρίως δείγματα και προϊόντα αίματος. Οι παραγγελίες και η ζήτηση των εν λόγω προϊόντων γίνεται μέσω τηλεφωνικής

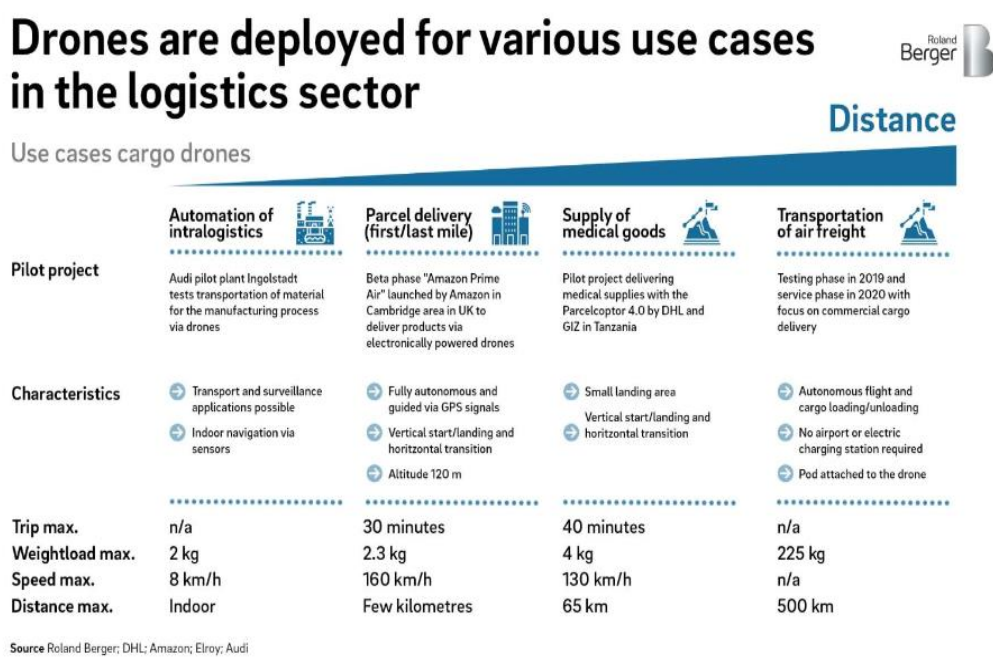
επικοινωνίας, με τα drone να είναι ικανά να παραδώσουν τα προϊόντα σε λιγότερο από 10 λεπτά, στοχεύοντας έτσι σε μία εναλλακτική λύση απαλλαγμένη από δύσκολα χερσαία ταξίδια.

### Μεταφορά εμπορευμάτων σε αγροτικές περιοχές

Ολοένα και περισσότερες παραδόσεις σε μεγαλύτερη ακτίνα διαδρομών, αλλά και χωρητικότητας φορτίου καταφέρνουν να επιτευχθούν μέσω delivery drones σήμερα. Η ομαδοποίηση εμπορευμάτων και η μεταφορά τους με τρένα ή φορτηγά αρχίζει να περιορίζεται, καθώς τα φορτηγά drones είναι πλέον ικανά για τη μεταφορά αντικειμένων με πιο τακτικά δρομολόγια, αλλά και ευελιξία.

Η start-up Elroy Air με έδρα στις ΗΠΑ, έχει ήδη ξεκινήσει εδώ και δυο χρόνια τις εμπορευματικές μεταφορές και παραδόσεις μέσω delivery drone. Όπως έχει αποδειχθεί το Elroy drone της είναι πλήρως λειτουργικό και αυτόνομο, καθώς μπορεί να μεταφέρει φορτίο βάρους έως 225 κιλά και εμβέλειας έως 500χλμ.

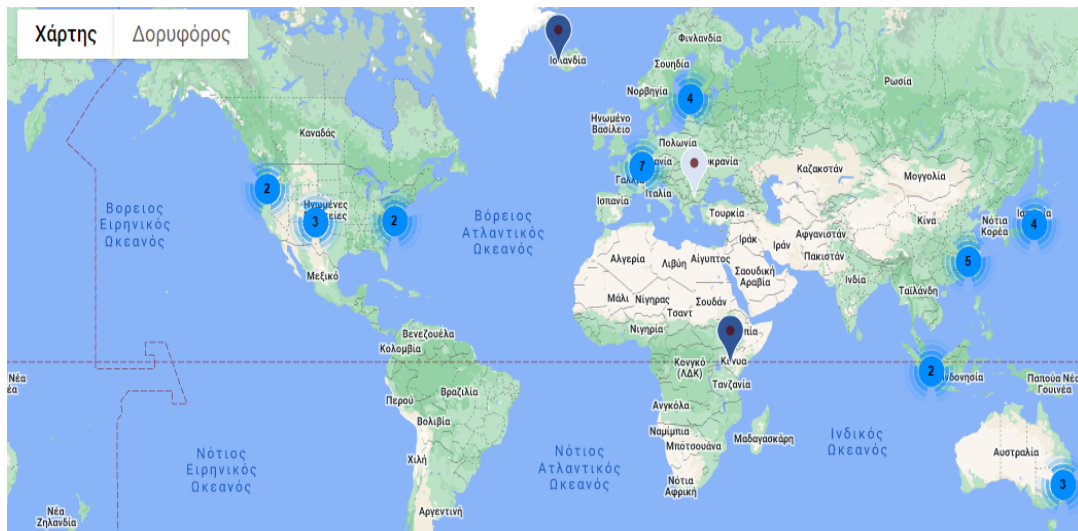
Τα περισσότερα UAVs που κυκλοφορούν στην αγορά των logistics, διαχωρίζονται ανάλογα με το είδος της μεταφοράς που θέλουν να εξασφαλίσουν. Με βάση αυτό περιγράφονται και ορισμένα χαρακτηριστικά τους στο ακόλουθο σχήμα (σχήμα 2).



Σχήμα 2: Κατηγορίες των Delivery Drones (Baur & Hader, 2019)

Επιπλέον, ο Roland Berger, ιδρυτής της ομώνυμης εταιρίας με έδρα το Μόναχο, το 2019 δημιούργησε έναν χάρτη που συμπεριλαμβάνει την κατανομή των delivery drones στην παγκόσμια αγορά. Στο χάρτη, διακρίνονται οι πληροφορίες αναφορικά με τη μεταφορά αγαθών, πρώτων βοηθειών και εξοπλισμού σε διάφορα αστικά κέντρα παγκοσμίως. Ειδικότερα, το πρώτο σχήμα απεικονίζει τις περιοχές όπου χρησιμοποιούνται τα delivery drones για τη μεταφορά εμπορευμάτων παγκοσμίως, παρουσιάζοντας και τον αριθμό των αποστολών που έχουν λάβει χώρα στην εκάστοτε περιοχή. (Σχήμα 3)





Σχήμα 3 : Αποτύπωση χρήσης Delivery Drones για τη μεταφορά εμπορευμάτων σε παγκόσμια κλίμακα (Hader & Baur, 2019)








Σχήμα 4 : Αποτύπωση χρήσης Delivery Drones σε παγκόσμια κλίμακα για τη μεταφορά ιατροφαρμακευτικού εξοπλισμού (Baur & Hader, 2019)

Το ανώτερο σχήμα αποτυπώνει τις περιοχές όπου τα delivery drones βρίσκονται είτε σε πειραματικό στάδιο, είτε στο στάδιο της αποστολής τους, για τη μεταφορά ιατροφαρμακευτικού εξοπλισμού. (Σχήμα 4)

Και στα δύο σχήματα οι απεικονίσεις λαμβάνουν χώρα με βάση το παρακάτω υπόμνημα (Σχήμα 5).



### Status of implementation:

-  Running
-  Test/Implementation
-  Idea/Concept
-  2 or more UAM projects
-  10 or more UAM projects

*Σχήμα 5: Υπόμνημα καταγραφής της δράσης των Delivery Drones παγκοσμίως (Baur & Hader, 2019)*

Οι δυο παραπάνω απεικονίσεις περιλαμβάνουν την αποτύπωση χρήσης delivery drones στη μεταφορά εμπορευμάτων και ιατροφαρμακευτικού εξοπλισμού αντιστοίχως. Καθίσταται σαφές πως γίνεται μία παγκόσμια προσπάθεια χρήσης τους, με ορισμένες χώρες να κατέχουν την κυριότητα. Αναφορικά με εμπορευματικούς σκοπούς, η συνολική τους δύναμη αποτυπώνεται σε 35 διαφορετικά έργα, εκ των οποίων τα 7 βρίσκονται σε χώρες της κεντρικής Ευρώπης. Ακολουθούν χώρες της Ανατολής, με την Κίνα να κατέχει την κυριαρχία και χώρες της Κεντρικής Αμερικής. Ανερχόμενη δύναμη φαίνεται να κατέχει και η Αυστραλία, ενώ στην Κένυα έχει ήδη ξεκινήσει να βασίζεται στα delivery drones.

Αναφορικά με το σύνολο των delivery drones που μεταφέρουν ιατροφαρμακευτικό εξοπλισμό το σύνολο τους ανέρχεται στα 39, με χώρες της Κεντρικής Ευρώπης να διαθέτουν τη συντριπτική πλειοψηφία, ενώ σε ορισμένες χώρες τρέχουν περισσότερα από 10 προγράμματα. Σε ισοψηφία βρίσκονται χώρες της Κεντρικής Αμερικής, της Ασίας και της Νοτίου Αφρικής.

Αξίζει να αναφερθεί πως η διαφορετική χρωματική απεικόνιση, υφίσταται για την κατανόηση των προγραμμάτων αναλογικά με το κατά πόσο η εκάστοτε χώρα έχει προχωρήσει στην υλοποίησή τους, όπως φαίνεται και από το υπόμνημα.

Η τελευταία ενημέρωση του χάρτη έγινε τον Απρίλιο του 2021, όπου προστέθηκαν συνολικά εξήντα καινούρια έργα.

## ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ COVID-19 ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ

Η πανδημία του κορονοϊού (COVID-19) αποτέλεσε την αρχή για αλλαγή καθημερινών καταστάσεων και συμπεριφορών ανά την υφήλιο. Μέσα σε αυτές είναι και η αλλαγή της αγοραστικής τάσης των καταναλωτών να δείχνουν την προτίμησή τους σε διαδικτυακές πωλήσεις και αγορές. Ο περιορισμός εκατομμυρίων ανθρώπων σε ολόκληρο τον πλανήτη να παραμείνουν στο σπίτι στις αρχές του 2020, αποτέλεσε εφαλτήριο για διαδικτυακές αγορές. Έρευνα που πραγματοποιήθηκε, έδειξε πως τους καλοκαιρινούς μήνες του 2020, πραγματοποιήθηκαν 22 δις. μηνιαίες επισκέψεις σε ηλεκτρονικές ιστοσελίδες αγοράς προϊόντων, με τη ζήτηση να είναι αυξημένη σε προϊόντα καθημερινής χρήσης.

Προκειμένου οι εταιρίες να ανταποκριθούν στην διάθεση όλων των καταναλωτών σε γρήγορο χρονικό διάστημα, στράφηκαν στη χρήση περισσότερων delivery drones. Η συνθήκη αυτή κατάφερε να εξυπηρετήσει τις ανάγκες τόσο των εταιριών όσο και των πελατών αντιστοίχως. Ειδικότερα, οι πρώτες μέσω των delivery drones, ανέπτυξαν σύστημα άμεσης ανταπόκρισης και εξυπηρέτησης, εφόσον η διαδικασία παράδοσης ήταν αυτοματοποιημένη, δίνοντας περιθώρια προσήλωσής των εταιριών και σε διαφορετικούς κλάδους. Οι καταναλωτές, εξαιτίας του κορονοϊού και στην προσπάθειά τους να περιορίσουν τις ανθρώπινες επαφές, επέτρεψαν ευκολότερα την διαδικασία παραλαβής προϊόντων μέσω των delivery drones.

## ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ

Τα UAV πέρα από τη παράδοση, παραλαβή εμπορευματικών μεταφορών, έχουν αρχίσει να κερδίζουν έδαφος και για μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων. Ο όρος επικίνδυνα εμπορεύματα χρησιμοποιείται για να περιγράψει ουσίες οι οποίες είναι ικανές να προκαλέσουν ανεπιθύμητες παρενέργειες και επιπτώσεις σε περίπτωση λανθασμένου χειρισμού κατά τη μεταφορά τους, τόσο στον άνθρωπο, όσο και στο περιβάλλον. Η μεταφορά επικίνδυνων προϊόντων με τον κατάλληλο τρόπο, αποτελεί θέμα μείζονος σημασίας, καθώς συμβάλλει σε καταστάσεις πρόληψης ατυχημάτων που έχουν αντίκτυπο τόσο σε οικονομικό όσο και σε προσωπικό επίπεδο.

Η μεταφορά τέτοιων υλικών αποτελεί μία διαδικασία που χρειάζεται το συντονισμό διαφορετικών ομάδων, καθώς και την εξασφάλιση πολλών διαφορετικών κανονισμών. Εταιρίες με τη σχετική ειδική αδειοδότηση είναι οι μόνες οι οποίες μπορούν να εξασφαλίσουν τη νόμιμη μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων.

Μέχρι πρότινος ο μόνος τρόπος μεταφοράς τους γινόταν εξολοκλήρου με επανδρωμένα μέσα μεταφοράς (φορτηγά, πλοία, αεροπλάνα, τρένα κ.α.). Τα τελευταία χρόνια γίνεται εντονότερη η προσπάθεια αρκετών εταιριών να εντάξουν στο δυναμικό τους μη επανδρωμένα αεροσκάφη που θα μεταφέρουν προγραμματισμένα και με ασφάλεια επικίνδυνα υλικά στα κατάλληλα σημεία. Σε γενικότερη κλίμακα, τα drones θα εξασφαλίσουν χρηστικό ρόλο ακόμη και σε υπεράκτιες παραδόσεις φορτίων υψηλής αξίας (Frederiksen & Knudsen , 2018).

Μία τέτοια ενέργεια θα έχει όφελος τόσο για την ίδια την εταιρία, όσο και για το άτομο που μέχρι τώρα αναλάμβανε τη μεταφορά. Παρόλα τα πολλαπλά οφέλη που παρατηρούνται στη μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων με UAVs, αποτελεί έναν τομέα που δεν έχει εξελιχθεί επαρκώς με ολιστική προσέγγιση από τους κατάλληλους φορείς, επαγγελματίες και κυβερνήσεις.

### Ταξινόμηση επικίνδυνων εμπορευμάτων

Τα επικίνδυνα εμπορεύματα (Dangerous Goods-DG/ Hazardous Materials-hazmat), υπόκεινται στο διαχωρισμό εννέα κατηγοριών ανάλογα με το υλικό από το οποίο προέρχονται, σύμφωνα με τον ΟΗΕ:

1. Εκρηκτικά
2. Αέρια
3. Εύφλεκτα υγρά
4. Εύφλεκτα στερεά (ουσίες που υπόκεινται σε αυθόρμητη καύση/ ουσίες που εκπέμπουν εύφλεκτα αέρια σε επαφή με υγρό στοιχείο, νερό)
5. Οξειδωτικές ουσίες και οργανικά υπεροξειδία
6. Τοξικές και μολυσματικές ουσίες
7. Ραδιενεργό υλικό
8. Διαβρωτικές ουσίες
9. Διάφορες επικίνδυνες ουσίες, αντικείμενα, συμπεριλαμβανομένων των επικίνδυνων για το περιβάλλον ουσιών

Υπάρχουν πάνω από 3000 ουσίες στον κόσμο, οι οποίες έχουν ταξινομηθεί σε μία από τις προαναφερθείσες κατηγορίες, οι οποίες περιγράφονται μαζί με τον τρόπο συσκευασίας τους, για αεροπορική μεταφορά. (Rooney)

Πέρα των υλικών που ταξινομούνται ως επικίνδυνα υλικά για προφανείς λόγους, στην ίδια κατηγορία υπόκεινται και διάφορα ιατροφαρμακευτικά προϊόντα (τόσο για ανθρώπινες, όσο και για κτηνιατρικές υπηρεσίες. Τέτοια προϊόντα μπορεί να είναι:

- Φαρμακευτικά προϊόντα (με ή χωρίς χορήγηση ιατρικής συνταγής)
- Διαγνωστικά δείγματα
- Αίμα για μεταγγίσεις/ όργανα για μεταμοσχεύσεις
- Ιατρικές συσκευασίες παροχής εξοπλισμού έκτακτης ανάγκης (π.χ. απινιδωτές)

Ο λόγος που ταξινομούνται σε κατηγορίες επικίνδυνων υλικών είναι σε ενδεχόμενη περίπτωση που περιέχουν ουσίες που περιλαμβάνονται στην πρώτη κατηγορία των επικίνδυνων εμπορευμάτων (Grote, et al., 2021).

### **Χαρτογράφηση επικίνδυνων εμπορευμάτων σε παγκόσμια κλίμακα**

Αναμφίβολα τα επικίνδυνα υλικά μπορούν να βρεθούν υπό οποιαδήποτε μορφή και σε αρκετά προϊόντα που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο σήμερα. Στις ΗΠΑ γίνεται σιδηροδρομική μεταφορά περίπου 1.7 εκατομμυρίων ειδών επικίνδυνων ουσιών, κάθε χρόνο. Η Dow Chemical, μία εταιρία χημικών προϊόντων με έδρα το Michigan, χρησιμοποιεί κατά κόρον τρένα για τη μεταφορά επικίνδυνων ουσιών. Για τον έγκαιρο προσδιορισμό των βαγονιών που μεταφέρουν επικίνδυνα χημικά, έχει ξεκινήσει να χρησιμοποιεί ήδη ένα σύστημα αναγνώρισης ράδιο-συχνοτήτων. Τα τελευταία χρόνια η προσπάθεια αντικατάστασης του σιδηροδρομικού της δικτύου για τη μεταφορά επικίνδυνων υλικών από UAVs είναι εντονότερη, ώστε να αποφευχθούν τυχόν ατυχήματα κατά τη μεταφορά. Επιπλέον στην Αμερική γίνεται η μεταφορά περίπου 650 τύπους χημικών ουσιών που καταλήγουν σε τοξικό κίνδυνο εισπνοής (Toxic Inhalation Hazard-TIH).

Μετά την υιοθέτηση συστήματος drone για τη συλλογή απορριμμάτων που περιέχουν επικίνδυνα υλικά από αρκετές μητροπόλεις, έχει μειωθεί σημαντικά η παράνομη διάθεση και κατ' επέκταση η διάθεση επικίνδυνων ουσιών που εμπεριέχονται σε αυτά (Leizer, 2018). Τα UAV αποτελούν γρήγορη, αποτελεσματική και οικονομική λύση για τη διατήρηση καθαρού περιβάλλοντος και μείωση των εκπομπών αερίων.

Μία ακόμη περίπτωση διακίνησης επικίνδυνων εμπορευμάτων είναι ένα ενδεχόμενο χημικό ατύχημα. Για τη διασφάλιση λήψης ταχύτερων και ακριβέστερων μέτρων προστασίας των κατοίκων μιας περιοχής, προτείνεται η τοποθέτηση ανιχνευτή αερίου επάνω στο drone. Αυτό πραγματοποιήθηκε σε ατύχημα χημικών στην Ουγγαρία το Νοέμβριο του 2017.

### **Πρόσθετα κατασκευαστικά στοιχεία UAVs για μεταφορά επικίνδυνων υλικών**

Τα drones για μεταφορά επικίνδυνων υλικών, πέρα των ήδη γνωστών χαρακτηριστικών που οφείλουν να έχουν, χρειάζονται και κάποια επιπλέον τεχνικά στοιχεία για ευκολότερη μεταφορά και καταγραφή δεδομένων, τα οποία είναι:

- Κάμερα υψηλής ανάλυσης
- Θερμική κάμερα
- Μονάδα επικοινωνίας με τον χειριστή/ πιλότο
- Συσκευή αναγνώρισης RFID
- Αισθητήρα σύνθεσης αέρα

Τα επιπλέον αυτά στοιχεία έχουν μέγιστο βάρος τα 5 κιλά, συμπεριλαμβανομένων των μπαταριών, γεγονός που δεν τους εμποδίζει στη μεταφορά επιπρόσθετου βάρους. Δοκιμές μεταφοράς επικίνδυνων προϊόντων με UAVs απέδειξαν ότι το βάρος του φορτίου δεν μπορούσε να ξεπεράσει τα 1-2.5 κιλά για μικρά drones. Τα μεγαλύτερης χωρητικότητας drones, μπορούν να φτάσουν και τα 13kg. Ακόμη, οι πειραματικές δοκιμές έδειξαν ότι ο εντοπισμός των επικίνδυνων ουσιών από τα UAVs μπορεί να γίνει από απόσταση μέχρι και 80m, λαμβάνοντας υπόψη και τις συνθήκες του συμβάντος (Leizer, 2018).

## ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΑ ΕΝΑΕΡΙΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Το μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (Unmanned Aerial Vehicle), ή αλλιώς drone είναι ένα αεροσκάφος, το οποίο λαμβάνει οδηγίες από έναν χειριστή για την καθοδήγηση του, καθώς δεν περιέχει ανθρώπινο δυναμικό. Τα UAVs είναι μέρος των μη επανδρωμένων αεροσκαφών (Unmanned Aircraft Systems), καθώς αποτελούνται από ένα drone, έναν ελεγκτή εδάφους και τον ελεγκτή επικοινωνίας των δυο αυτών συστημάτων (Filcak R. et al., 2020).

Για τη λειτουργία ενός UAV υπάρχουν δύο τρόποι διαχείρισης της πτήσης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε από τηλεχειριστήριο μέσω του χειριστή, είτε από υπολογιστική βάση αυτόνομα επί του drone (ICAO, 2016). Συγκριτικά με τα επανδρωμένα αεροσκάφη, τα UAVs είχαν αρχίσει να γίνονται ευρέως διαδεδομένα για επικίνδυνες αποστολές, σε περιοχές όπου η ανθρώπινη προσέγγιση ήταν ανέφικτη (Brian, 1991).

Παρόλο που στην αρχή τα drones χρησιμοποιήθηκαν για κάλυψη στρατιωτικών εφαρμογών, πλέον η επεκτατική τους δράση περιλαμβάνει εμπορικούς, επιστημονικούς και ψυχαγωγικούς σκοπούς (Franke, 2015).

Ειδικότερα, έχουν την ικανότητα να καλύψουν αρκετούς και αλληλοκαλυπτόμενους ρόλους σε διάφορους τομείς. Μερικοί εξ αυτών είναι ο κατασκευαστικός τομέας/ υποδομές (Phung et. Al, 2017, Guerreno and Bestaoui, 2013), η γεωργία (Bandeira et. Al, 2015, Barrientos et. Al, 2011), ο τομέας διαχείρισης ασφάλειας/καταστροφών (Sandvik and Lohne, 2014, Marin, 2016, Mathew and Smith, 2013), οι μεταφορές και τα logistics (Murray and Chu, 2015, Ponza, 2016) και η ψυχαγωγία (Guerriero et al., 2014, Huang et al., 2018).

Αρκετές εταιρίες ανά την υφήλιο, έχουν δείξει ενδιαφέρον για παραλαβή και αποστολή εμπορευμάτων μέσω UAVs (last mile delivery). Ενδεικτικά σε αυτές συμπεριλαμβάνονται οι DHL (Aufgebauer,2016), FedEx (Levin, 2018), Matternet (Dickey, 2018), UPS (Kastrenakes, 2017), Alibaba (Lin,2018), Google (Statt, 2017) και Amazon (Johnson, 2017).

Δεδομένου του γεγονότος ότι τα δύο τρίτα της υψιλίου καλύπτονται από νερό (Yuh, Marani & Blidberg 2011), καθίσταται αρκετά δύσκολη η μεταφορά αγαθών με UAVs πάνω από θαλάσσιες περιοχές, δεδομένου πως δεν έχουν χαρτογραφηθεί επαρκώς. Σε αυτό έρχεται να προστεθεί και η κλιματική αλλαγή, οι περιβαλλοντικές υποχρεώσεις της εκάστοτε χώρας, όπως και η κάλυψη εμπορικών επιστημονικών και εθνικών ζητημάτων. Για τη διευθέτηση των ανώτερων θεμάτων, αναπτύχθηκαν καινοτόμα μη επανδρωμένα οχήματα επιφάνειας (USVs), ή αλλιώς αυτόνομα οχήματα επιφάνειας (ASV).

Τα περίπλοκα και επικίνδυνα περιβάλλοντα τα οποία δεν έχουν ακόμα μελετηθεί, έχουν προκαλέσει περιορισμούς στη χρήση εντελώς αυτόνομων drones. Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται κατά κόρων ημιαυτόνομα USV. Απαιτείται η διερεύνηση σε βάθος όλων των προκλήσεων, ώστε να είναι δυνατή η χρήση πλήρως αυτόνομων USV. Αυτό θα ελαχιστοποιήσει την ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση, ενώ ταυτόχρονα θα αποτελέσει τη βάση για αξιόπιστη και ασφαλή λειτουργία των USV, απαλλαγμένη από

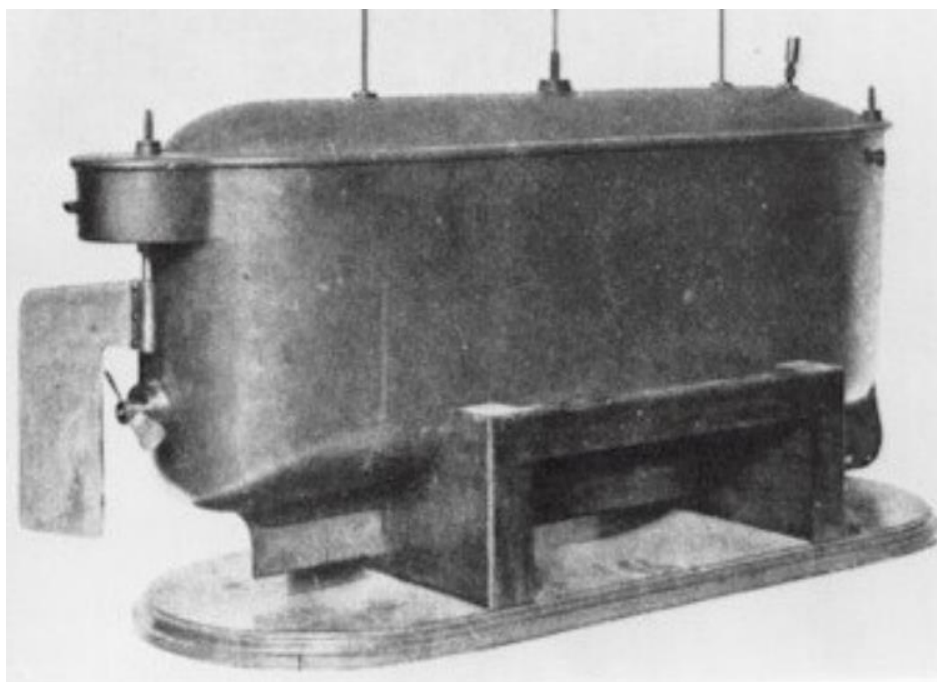
ανθρώπινο λάθος ( Campbell, Naeem & Irwin, 2012, Zhixiang Liu, Youmin Zhang, Yu Chi Yuan, 2016).

### **Ιστορική Αναδρομή Μη Επανδρωμένων Εναέριων Οχημάτων**

Η επιθυμία για προσέγγιση ολοένα και δυσκολότερων τεχνολογικών επιτευγμάτων, με ταυτόχρονη μείωση του κινδύνου για τον άνθρωπο αποτελούσε υπήρχε από αρχαιοτάτων χρόνων. Ένα από αυτά τα επιτεύγματα αποτέλεσαν και τα UAVs όπου η ιδέα τους φαίνεται να προηγείται της υλοποίησής τους.

Ο Έλληνας μαθηματικός και φιλόσοφος Αρχύτας ο Ταραντίνος, το 400 π.Χ., εξέφρασε την ιδέα για τη δημιουργία ρομποτικών πτηνών, με προωθητική δύναμη από τον ατμό. Το 1275, ο Σύριος χημικός-μηχανικός Hasan al-Rammah, παρουσίασε μία συσκευή με ρουκέτα, που διέσχισε τη θάλασσα. Η συγκεκριμένη εφεύρεση προηγήθηκε της αυτοκινούμενης τορπίλης κατά εξακόσια χρόνια. Επιπλέον, ο συγγραφέας επιστημονικής φαντασίας Hugo Gernsback, το 1924 περιέγραψε για πρώτη φορά την έννοια ενός αυτόνομου αεροσκάφους. (Springer, 2010).

Το 1849, στάλθηκαν μη επανδρωμένα οχήματα με βόμβες από την Αυστρία, για επίθεση κατά της Βενετίας (Monash University, 2003). Λίγα χρόνια αργότερα, το 1861, εν καιρώ του Αμερικανικού εμφυλίου πολέμου, ο καθηγητής Thaddeus Lowe κατάφερε να στείλει κάμερες δεμένες σε μπαλόνια, ώστε να συλλέξει πληροφορίες από τις ομοσπονδιακές δυνάμεις. Παρόμοια τακτική ακολουθήθηκε και κατά τον Α' παγκόσμιο πόλεμο, όπου η Ντέιτον-Ραιτ, έστειλε μη επανδρωμένο αεροπλάνο όπου μπορούσε να εκραγεί σε προκαθορισμένη χρονική στιγμή. (Monash University, 2006). Μία περιγραφή ενός στόλου UAVs για πολεμική χρήση, προήλθε και από τον Nikola Tesla, το 1915, (σχήμα 6).



*Σχήμα 6: Απεικόνιση του πρώτου UAV του Nikola Tesla (Finn & Scheding, 2010)*



Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου οι προσπάθειες δημιουργίας μη επανδρωμένων αεροσκαφών εντατικοποιήθηκαν, για εκπαιδευτικούς σκοπούς και συνοδείας αποστολών εναέριας επίθεσης. Αρκετοί αεριοθούμενοι κινητήρες χρησιμοποιήθηκαν μετά το πέρας του Δευτέρου Παγκοσμίου πολέμου, σε οχήματα, ειδικότερα το Australian GAF Jindivik, καθώς και το Teledyne Ryan Firebee I του 1951. Επιπλέον η Beechcraft, έδωσε το Μοντέλο 1001 στις Ναυτικές Δυνάμεις της Αμερικής, το 1951. (Monash University, 2004).

Ο πόλεμος της Μέσης Ανατολής, 1967-1970, δημιούργησε ιδιαίτερα ευνοϊκές συνθήκες για την εισαγωγή των UAVs με κάμερες σε μάχες των περιοχών της Αιγύπτου και του Ισραήλ (Dunstan, 2013). Το 1973 πραγματοποίησε την πρώτη του πτήση το Mastiff Tadiran. Αποτέλεσε το πρώτο σύγχρονο UAV, καθώς είχε τη δυνατότητα να συλλέξει δεδομένα και ταυτόχρονα να παρέχει ζωντανή ροή βίντεο. Την ίδια χρονιά, το Ισραήλ κατάφερε να εκμεταλλευτεί αυτή του τη δυνατότητα, στέλνοντας δέκα UAVs ως αντιπερισπασμό, με τις αντίπαλες δυνάμεις να σπαταλούν αντιαεροπορικούς πυραύλους (Saxena, 2013). Ακόμη, η Αμερική επιβεβαίωσε τη χρήση για χρήση UAVs κατά τη διάρκεια του πολέμου με το Βιετνάμ (Wagner, 1982). Περισσότερα από 3.435 UAV απεστάλησαν από την 100<sup>η</sup> Στρατηγική διερευνητική Πτέρυγα, χάνοντας 554 εξ αυτών (Wagner, 1982).

Το Ισραήλ δημιούργησε το πρώτο UAV με έλεγχο σε πραγματικό χρόνο (Azulai, 2011), βοηθώντας το να εξουδετερώσει την άμυνα της Συρίας στον πόλεμο με το Λίβανο το 1982, λόγω των εικόνων και των ραντάρ των UAVs. Με αυτό τον τρόπο προστάτεψε τους πιλότους του (Levinson, 2010). Πέντε χρόνια αργότερα το Ισραήλ δημιούργησε και προγραμματίισε για πρώτη φορά UAVs προσομοιωτές μάχης-πτήσης, βασισμένα στην τεχνολογία stealth (Gal-Or, 1990).

Με το πέρασμα των χρόνων υπήρξε σταδιακή βελτίωση των τεχνολογιών, γεγονός που εκμεταλλεύτηκαν τα ανώτερα επίπεδα του αμερικανικού στρατού κατά την δεκαετία 1980-1990. Τα UAVs έδωσαν τη βάση για τη δημιουργία ικανότερου και φθηνότερου πολεμικού υλικού, ξεπερνώντας τον κίνδυνο για τα αεροσκάφη.

Με το πέρασμα των χρόνων, αναγνωρίζοντας τα οφέλη των επανδρωμένων εναέριων οχημάτων, η χρησιμότητα τους κατάφερε να διεισδύσει και σε άλλους κλάδους. Ειδικότερα, διευκολύνθηκαν ενέργειες σε τομείς της έρευνας και της παρατήρησης, σε συστήματα παρακολούθησης αλλά και προστασίας περιβαλλοντικών καταστάσεων και ανθρωπιστικών δράσεων. Εξίσου σημαντική αρωγή επιτέλεσαν σε τομείς πολιτιστικής κληρονομιάς και ψυχαγωγικούς σκοπούς.

Τα τελευταία χρόνια η χρήση drones, διαδόθηκε και στον εμπορικό τομέα. Τα πολλαπλά οφέλη, όπως η απουσία του ανθρώπινου παράγοντα, η αύξηση της παραγωγικότητας και συνάμα η έγκαιρη αποστολή δεμάτων είναι μερικοί από τους λόγους που πολλές επιχειρήσεις έχουν επενδύσει στη μεταφορά εμπορευμάτων με drones.

Στην Αμερική το 2020, οι πωλήσεις εμπορικών drones, ήταν περισσότερο από 1,25 εκατομμύρια δολάρια (Statista, 2020), ενώ η μία από τις μεγαλύτερες τράπεζες επενδύσεων, η Goldman Sachs, προέβλεψε άνοδο στη ζήτηση drones σε παγκόσμιο επίπεδο. Ειδικότερα, η απόκτηση drones από εταιρίες θα υπερβεί τα 100



δισεκατομμύρια, καθώς θα υπάρξει αυξανόμενη ανάγκη delivery drones για εμπορικούς σκοπούς.

### **Κατηγοριοποίηση των UAV βάσει χαρακτηριστικών**

Η κατηγοριοποίηση των UAV υπόκειται σε δυο βασικές μορφές, εκείνης της σταθερής πτέρυγας και εκείνη της περιστροφικής πτέρυγας. Τα drones της τελευταίας κατηγορίας διαθέτουν μονούς ή πολλαπλούς ρότορες με βάση τη δομή τους. Παρόλο που τα ελικόπτερα διαθέτουν μονούς ρότορες με δύο λεπίδες, τα UAV συνήθως χρειάζονται περισσότερους από έναν ρότορες για να διαχειριστούν τις τάσεις, ώστε να μεταφέρονται με ευκολία στον αέρα.

Ένας ακόμη διαχωρισμός τους έγκειται στον άξονα απογείωσης και προσγείωσης. Ειδικότερα υπάρχουν τα UAV κάθετης προσγείωσης-απογείωσης (VTOL), καθώς και τα UAV οριζόντιας απογείωσης-προσγείωσης (HTOL). Τα VTOL αποτελούν την πιο διαδεδομένη μορφή drone, καθώς ανταποκρίνονται σε πλήθος διαφορετικών συνθηκών και δεν χρειάζονται αεροδιάδρομο για την πτήση τους. Παρόλα αυτά τα HTOL απαιτούν λιγότερη ισχύ συγκριτικά με τα VTOL με αποτέλεσμα να έχουν μεγαλύτερες αποδόσεις και διάρκεια πτήσης.

Η κυριαρχία των UAV με περιστροφικές πτέρυγες στην αγορά, οφείλεται στο γεγονός πως μπορούν να δημιουργήσουν ανύψωση, ενώ είναι ακίνητα στη διάρκεια μιας πτήσης. Το γεγονός αυτό, τους επιτρέπει να είναι πιο ευέλικτα και εύκολα διαχειρίσιμο από τον ελεγκτή (Stewart & Martin, 2021)

Ένας επιπλέον διαχωρισμός τους γίνεται με βάση το ύψος και τη διάρκεια πτήσης τους.

Οι κατηγορίες που διακρίνονται είναι:

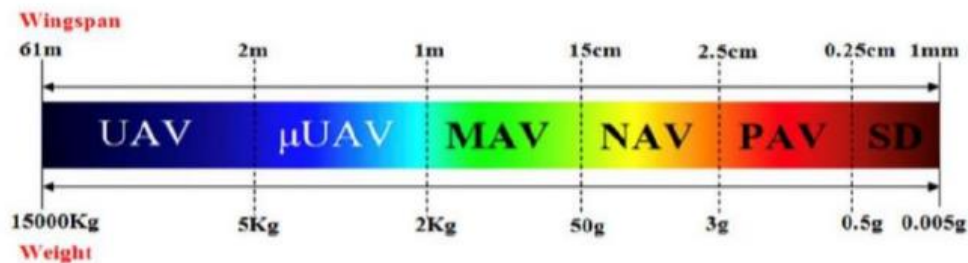
- **LASE** (Low Altitude, Short Endurance- Χαμηλού Ύψομέτρου, Μικρής Διάρκειας): Η κατηγορία περιλαμβάνει UAV, τα οποία δεν προϋποθέτουν να βρίσκονται σε αεροδιάδρομο για προσγείωση και απογείωση. Το βάρος τους είναι 2-5 κιλά με άνοιγμα φτερών έως και 3m. Η εκτόξευση τους μπορεί να γίνει είτε με ανθρώπινο χέρι, είτε από καταπέλτη.
- **LALE** (Low Altitude, Long Endurance-Χαμηλού Ύψομέτρου, Μεγάλης Διάρκειας Πτήση): Είναι ικανά για τη μεταφορά φορτίων αρκετών κιλών σε υψόμετρο μερικών χιλιάδων μέτρων.
- **MALE** (Medium Attitude, Long Endurance-Μετρίου Ύψους, Μεγάλης Διάρκειας Πτήση): Η πτήση τους μπορεί να πραγματοποιηθεί σε υψόμετρο κάτω των 9000m, ενώ είναι εμφανώς μεγαλύτερα από τα LALE.
- **HALE** (High Attitude, Long Endurance- Μεγάλο Ύψόμετρο, Μεγάλης Διάρκειας Πτήση): Είναι η μεγαλύτερη κατηγορία UAVs. Η πτήση τους μπορεί να πραγματοποιηθεί και σε υψόμετρο των 20000m, ενώ η διάρκεια πτήσης τους αγγίζει μέχρι και τις 30 ώρες (Watts , Ambrosia , & Hinkley , 2017).Οι

κατηγορίες των UAVs που περιεγράφηκαν παραπάνω, απεικονίζονται στο Σχήμα 7.



Σχήμα 7: Απεικόνιση των LALE & MALE UAV (Πηγή US Department of Defense)

Μία πιο ολοκληρωμένη κατηγοριοποίηση των UAV έγινε από τους Hassanalian και Abdelkefi (Stewart & Martin, 2021) που περιγράφεται στο σκόλουθο σχήμα (σχήμα 8). Ειδικότερα, η ταξινόμηση τους βασίζεται στο άνοιγμα των φτερών τους και του βάρους τους, αντιστοίχως.



Σχήμα 8: Απεικόνιση ταξινόμησης των UAV με βάση το άνοιγμα των φτερών τους και του βάρους τους (Stewart & Martin, 2021)

Επιπλέον, ο ακόλουθος πίνακας, περιγράφει το διαχωρισμό των UAVs, με βάση το μέγεθος, το εύρος μάζας, του υψομέτρου λειτουργίας, καθώς και της ταχύτητας αέρα.

Πίνακας 1 Κατηγορίες UAV με βάση τη χρήση τους από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ

Category	Size	Maximum Takeoff Mass (kg)	Operating Altitude (m)	Airspeed (m s <sup>-1</sup> )
Class 1	Small	0-9	<366 AGL <sup>a</sup>	<51.4
Class 2	Medium	9-25	<1067 AGL	<128.6
Class 3	Large	<600	<5486 MSL <sup>b</sup>	<128.6
Class 4	Very-Large	>600	<5486 MSL	Any
Class 5	Very-Large	>1,320	>5486 MSL	Any

<sup>a</sup>Above ground level.

<sup>b</sup>Mean sea level.

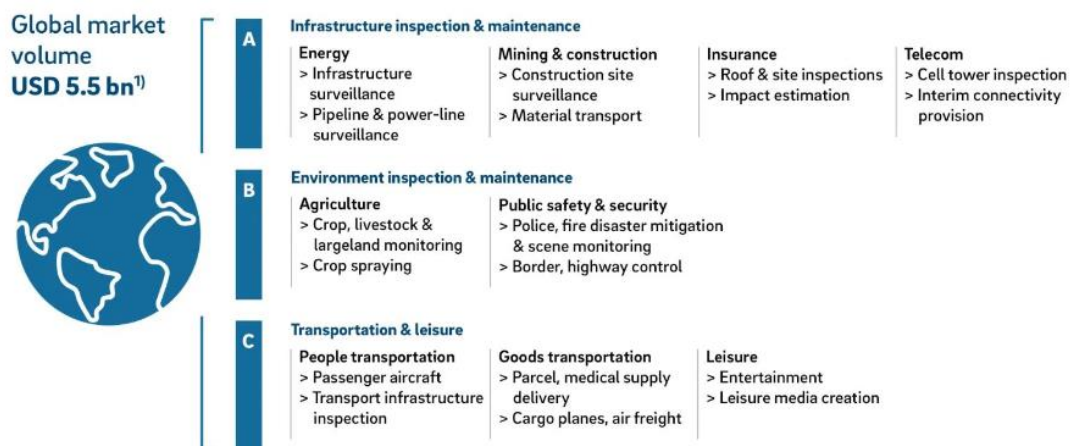
### Κατηγοριοποίηση των UAV βάσει της δραστηριότητας τους

Η αγορά delivery drones, αυξάνεται ραγδαίως τα τελευταία χρόνια. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η αγορά των ΗΠΑ, όπου το 2019 κατάφερε να συγκεντρώσει 5.5 δισεκατομμύρια δολάρια από παραδόσεις μέσω delivery drones. Η προβλεπόμενη αύξηση της αγοράς των delivery drone, προβλέπεται να αυξηθεί κατά 11% μέσα στα επόμενα έξι χρόνια, γεγονός που υποδηλώνει μία αποτίμηση των 10 δισεκατομμυρίων δολαρίων έως και το 2025.

Ο διαχωρισμός των UAVs περιλαμβάνει τρεις διαφορετικές κατηγορίες, με βάση το παρακάτω γράφημα (Σχήμα 9):

- Επιθεώρηση και Συντήρηση των Υποδομών
- Επιθεώρηση και Συντήρηση του Περιβάλλοντος
- Μεταφορές και διαδικασίες Αναψυχής

## Non-military drones account for a market volume of USD 5.5 bn globally – Manifold applications possible



Source Roland Berger <sup>1)</sup>Market volume of consumer and commercial drones in 2019



Σχήμα 9: Διαχωρισμός των UAVs (Baur & Hader, 2019)

Έως σήμερα έχουν αναπτυχθεί πέντε διαφορετικές κατηγορίες χρήσης των φορητών drones, ανάλογα με την κατάσταση την οποία θέλουν να εξυπηρετήσουν, συμπεριλαμβανομένου:

- Αυτοματοποίηση intralogistics
- Κάλυψη εργοστασίων και αποθηκών μεταφοράς αντικειμένων
- Παράδοση-Παραλαβή δεμάτων (πρώτο/τελευταίο μίλι)
- Τροφοδοσία σε μεγάλα αστικά κέντρα
- Παράδοση ιατρικού εξοπλισμού σε απομακρυσμένες και δύσκολα προσβάσιμες περιοχές
- Μεταφορά αεροπορικών εμπορευμάτων σε αγροτικές περιοχές

Οι παραπάνω περιπτώσεις έχουν ως στόχο την αυτοματοποιημένη μεταφορά προϊόντων, βασιζόμενοι σε ταχύτερη, οικονομικότερη και φιλικότερη προς το περιβάλλον υπηρεσία.

### **Αυτοματοποίηση intralogistics**

Σύμφωνα με την 2h Solutions, η διαδικασία που ακολουθείται για τη βελτιστοποίηση, την ολοκλήρωση, την αυτοματοποίηση αλλά και την διαχείριση των υλικοτεχνικών ροών παραγωγής και διανομής εντός ενός κέντρου διανομής, αποκαλείται intralogistics. Αυτό εξασφαλίζει καλύτερη παραγωγικότητα τόσο για χειροκίνητα όσο και για αυτοματοποιημένα συστήματα.

Τις περισσότερες φορές ορισμένες διαδικασίες κατασκευής είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την παράδοση υλικών τη σωστή χρονική στιγμή. Για την διασφάλιση της διαθεσιμότητας του κατάλληλου υλικού την στιγμή που χρειάζεται, έχουν αναπτυχθεί drones εσωτερικού χώρου, όπου είναι ικανά να παραδώσουν τα αντικείμενα απευθείας στη γραμμή παραγωγής. Τέτοιο παράδειγμα, αποτελεί η αυτοκινητοβιομηχανία της Audi στο εργοστάσιο της στο Ingolstadt. Drone εσωτερικού χώρου, κάνει τη μεταφορά ανταλλακτικών αυτοκινήτων απευθείας στο απαιτούμενο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας, με βάρος έως 2 κιλά και ταχύτητα 8 km/h.

Το παρακάτω σχήμα (σχήμα 10) περιγράφει τις προκλήσεις που τα drones είναι ικανά να ξεπεράσουν, καθώς και τα προβλήματα τα οποία μπορεί να προκύψουν.

## Drones can overcome certain challenges facing conventional transportation - but new problems also arise

### Drivers

-  Challenging geographical areas, e.g. dense urban areas with lack of space
-  Time constraints, e.g. danger due to medical emergency
-  Lack of infrastructure, e.g. bad quality of roads
-  Unsafe environments, e.g. natural disasters
-  Autonomy, e.g. reduction of human involvement to save costs
-  Energy usage, e.g. environmentally friendly modes of transportation

### Hurdles

-  Regulatory framework, e.g. lack of rules and standards regarding drone operations
-  Overarching traffic system infrastructure, e.g. availability of landing pads and charging pods
-  Standardized flight profiles, e.g. extension of General Flight Rules with low-level and high-level flight rules
-  Acceptance of customers, e.g. low consumer willingness to pay for delivery
-  Economic feasibility, e.g. high turnaround time between landing and take-off
-  Restrictions to maintain the quality of goods, e.g. temperature requirements

Source Roland Berger



Σχήμα 10: Παρουσίαση των προκλήσεων που τα Delivery Drones έχουν ξεπεράσει και νέων εμποδίων που προκύπτουν (Baur & Hader, 2019)

### Βασικές Μέθοδοι Πτήσεων Μη Επανδρωμένων Οχημάτων

Οι μέθοδοι πτήσεων που ακολουθούνται από τα drones, διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Χειροκίνητη λειτουργία πτήσης (Manual Flight Mode): ο βαθμός ελευθερίας του εκάστοτε drone, βασίζεται στον έλεγχο ενός χειριστή εξ αποστάσεως, χωρίς τη δυνατότητα αυτοματισμού. Ο χειριστής ελέγχει ολιστικά την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το σύστημα
- Ημιαυτόνομη λειτουργία πτήσης (Semi-automated): ο χειριστής του drone ελέγχει το σύστημα του μέσω μακροεντολών. Η ευθύνη του χειριστή είναι μόνο η καθοδήγηση του μέσω του παγκόσμιου δορυφορικού συστήματος πλοήγησης (Global Navigation Satellite System-GNSS)
- Αυτόνομη λειτουργία πτήσης (Autonomous Flight Mode): τη θέση του ανθρώπου καταλαμβάνει πλέον ένα αυτόνομο πλοηγικό σύστημα, όπου βασίζεται σε ένα συγκεκριμένο μοντέλο πτήσης. Ο προσδιορισμός της θέσης γίνεται με χρήση του συστήματος Global Positioning System (GPS). Επιπλέον, ένα εξελιγμένο πλοηγικό βοήθημα είναι και το Inertial Navigation System (INS). Η χρήση του βασίζεται σε επιταχυνσιόμετρα και αισθητήρες κίνησης και περιστροφής, γυροσκόπια. Μέσω αυτών γίνεται ο υπολογισμός της θέσης, του προσανατολισμού, αλλά και της ταχύτητας του drone χωρίς την παρέμβαση εξωτερικών σημείων αναφοράς.

## Χαρακτηριστικά Μη Επανδρωμένων Εναέριων Οχημάτων

Τα UAVs χαρακτηρίζονται από τρία βασικά συστατικά μέρη: Κυρίως σώμα, αισθητήρες και ενεργοποιητές. Συνδυαστικά με την τροφοδοσία που έχουν, αλλά και το λογισμικό που χρησιμοποιούν απαρτίζουν το ολοκληρωμένο σύστημα του drone. Ως συστήματα ελέγχου μπορούν να διακριθούν με την αρχιτεκτονική του ανοικτού ή κλειστού βρόγχου, ή του υβριδικού ελέγχου.

## Κατασκευαστικά Χαρακτηριστικά Μη Επανδρωμένων Εναέριων Οχημάτων

Σε γενικές γραμμές υπάρχουν αρκετές ομοιότητες στα επανδρωμένα και στα μη επανδρωμένα αεροσκάφη από κατασκευαστικής πλευράς. Οι κυριότερες διαφορές τους, έγκεινται στο σύστημα ελέγχου, στο περιβάλλον αλλά και το σύστημα υποστήριξης που χρησιμοποιεί η εκάστοτε κατηγορία. Επιπλέον διαφορά είναι τα λειτουργικά μέρη που επιδρούν ως ωφέλιμα φορτία. Για παράδειγμα τα UAVs στις περισσότερες περιπτώσεις διαθέτουν ωφέλιμο φορτίο, π.χ. κάμερα, το βάρος της οποίας είναι αισθητά λιγότερο από έναν ενήλικα επιβάτη.

Τα μικρότερα μη επανδρωμένα εναέρια αεροσκάφη έχουν τη δυνατότητα να κατασκευαστούν με πιο ελαφριά υλικά και λιγότερα ηλεκτρονικά μέρη. Η σχεδίαση που επιλέγεται σε αυτού του είδους τα drone λέγεται *quadcopter*, τύπος ελικοπτέρου με τέσσερις ρότορες και είναι αρκετά συνηθισμένος. Η διάταξη αυτή δεν επιλέγεται εξίσου για τα επανδρωμένα αεροσκάφη. Επιπλέον χρησιμοποιείται η μικρογράφιση, δηλαδή η χρήση μικρότερων ηλεκτρικών κινητήρων και μπαταριών.

## Εξαρτήματα UAV

Ένα μη επανδρωμένο αεροσκάφος αποτελείται από τα ακόλουθα κύρια εξαρτήματα:

- Σκελετός (Frame): Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένο ένα UAV, οφείλει να είναι όσο πιο ελαφρύ και συνάμα ανθεκτικό γίνεται. Ειδικότερα, τα μικρά UAV είναι κατασκευασμένα κυρίως από πλαστικό υλικό και διάφορα παράγωγα του, όπως το φελλίζολ. Για τα μεγαλύτερα UAV χρησιμοποιείται κατά κόρον αλουμίνιο και ανθρακόνηματα.
- Κινητήρας (Motor): Ο κινητήρας ενός UAV καθορίζει τη διάρκεια μιας πτήσης, την ταχύτητα την οποία θα έχει το UAV, καθώς και το βάρος που θα μπορεί να μεταφέρει.
- Υπολογιστής Πτήσης (Flight Control System): Ο υπολογιστής πτήσης αποτελεί τον εγκέφαλο ολόκληρου του UAV. ο έλεγχος του απαρτίζεται από όλα τα σημεία εκείνα που μπορούν να καθορίσουν την ομαλή λειτουργία ενός UAV κατά τη διάρκεια της πτήσης.
- Σύστημα πλοήγησης (Avionics): αποτελεί το ηλεκτρονικό σύστημα όπου μπορεί προσδιορίζει την κατεύθυνση του UAV.
- Σύστημα ευστάθειας (Gimbal Control): Είναι το σύστημα που υπάρχει στη φωτογραφική μηχανή, ώστε να παρέχει βελτιωμένη την ποιότητα των φωτογραφιών που προέρχονται από το drone.
- Radar: Το μέγεθος ενός UAV καθορίζει το εάν θα έχει radar ή όχι. Τα μεγαλύτερα UAV είναι πιθανότερο να έχουν radar.



- **Αισθητήρες (Sensors):** Στους αισθητήρες συμπεριλαμβάνονται οι φωτογραφικές μηχανές, καθώς και τα συστήματα Lidar (Light Detection and Ranging), το οποίο καταγράφει εκπομπές παλμικής ακτινοβολίας για τις ανάλογες μετρήσεις που οφείλουν να γίνουν.
- **Σύστημα Απομακρυσμένης Επικοινωνίας (Datalink):** Αποτελεί απαραίτητο μέσο, ώστε να μπορεί να επιτευχθεί η επικοινωνία που οφείλει να έχει ο χειριστής με το UAV κατά τη διάρκεια μιας πτήσης. Αναλόγως τις δυνατότητες και το μέγεθος του εκάστοτε UAV, καθορίζεται και η ακτίνα στην οποία μπορεί να πετάξει. Αντιστοίχως με αυτό, επιλέγεται και το σύστημα Datalink που θα έχει το UAV.

### **Αισθητήρες**

Η συλλογή των δεδομένων στα drones, γίνεται μέσω αισθητήρων που βρίσκονται εγκατεστημένοι πάνω τους. Είναι ικανοί να παρέχουν δεδομένα με μεγάλη συχνότητα, ενώ τα δεδομένα εναλλάσσονται διαρκώς. Επίσης είναι γεγονός πως ένας αισθητήρας αποστέλλει τα δεδομένα με ρυθμό μικρότερο από εκείνον που πραγματοποιείται η συλλογή τους. Για την εξασφάλιση της αποστολής σωστών δεδομένων, τα οποία ανταποκρίνονται σε πραγματικό χρόνο, χρειάζεται να γίνει κατάλληλη βαθμονόμηση στους αισθητήρες (ΧΡΙΣΤΙΝΑ, ΜΕΛΕΤΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ DRONES ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΕΞΥΠΙΝΗΣ ΠΟΛΗΣ , 2019).

Υπάρχουν οι εξωτερικοί αισθητήρες όπου παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το εξωτερικό περιβάλλον ( π.χ. καταγραφή απόστασης) και οι εσωτερικοί αισθητήρες όπου συνδυάζουν τόσο τις εξωτερικές όσο και τις εξωτερικές καταστάσεις (Floreano & Wood, 2015). Οι πληροφορίες για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το drone, δίνεται από τους αισθητήρες θέσης και κίνησης. Η ποσότητα και η ποιότητα των αισθητήρων στο drone βασίζεται στους βαθμούς ελευθερίας (DOF) που έχει. Ειδικότερα, τα 6 DOF μεταφράζονται με γυροσκόπια και επιταχυνσιόμετρα με τρεις άξονες, τα 9 DOF υποδηλώνουν μέτρηση της αδράνειας και την πυξίδα, τα 10 DOF έχουν και βαρόμετρο, ενώ τα 11 DOF περιλαμβάνουν και δέκτη GP (Vissière, Bristeau,, Martin, & Petit, 2016).

Η ειδικότερη κατηγοριοποίηση των αισθητήρων διαμοιράζεται σε τρεις τομείς. Αυτοί περιλαμβάνουν τους:

- Αισθητήρες αποφυγής εμποδίων: Η συγκεκριμένη κατηγορία αισθητήρων αποτελεί μία σχετικά νέα προσθήκη στα UAVs, απαραίτητη σε αρκετές περιπτώσεις. Ειδικότερα, το σύστημα είναι υπεύθυνο για την λήψη δεδομένων μέσω ειδικών αισθητήρων, με σκοπό την αλλαγή πορείας των drones σε περιπτώσεις αντίχτυσης εμποδίων. Είναι προφανές πως αποτελεί ιδιαίτερο χρήσιμο εργαλείο, όταν η διανομή και παραλαβή δεμάτων των delivery drones πραγματοποιείται σε σχετικά μακρινές αποστάσεις και δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα αναφορικά με τον γεωμορφολογικό χάρτη δύσβατων περιοχών. Η λήψη των δεδομένων πραγματοποιείται με αισθητήρες που συνδυάζονται τόσο με κάμερες, όσο και εργαλεία μέτρησης απόστασης μέσω υπερηχητικών κυμάτων.
- Αισθητήρες πλοήγησης: Τα σύγχρονα drones είναι ικανά να ταξιδεύουν με αυτονομία εξαιτίας των συστημάτων πλοήγησης που χρησιμοποιούν,

ακολουθώντας το αρχικό σχέδιο πτήσης που τους έχει δρομολογηθεί. Η δυνατότητα τους αυτή βασίζεται στην σχέση αλληλεξάρτησης των αισθητήρων πλοήγησης που διαθέτουν και του εκάστοτε λογισμικού τους. Ειδικότερα, οι IMU (Inertial Measurement Units) αισθητήρες αποτελούνται από γυροσκόπιο, μαγνητόμετρο και επιταχυνσιόμετρο, ενώ κυρίαρχο λόγο αποτελεί ο αισθητήρας του GPS.

- Αισθητήρες μετρήσεων: Ιδιαίτερα σημαντικοί και παράλληλα εξεζητημένοι αποτελούν οι αισθητήρες των drones που είναι υπεύθυνοι για την καταγραφή μετρήσεων. Οι πιο συνήθεις εξ αυτών αποτελούν οι κάμερες, καθώς και τα συστήματα LIDAR (Light Detection And Ranging). Πιο συγκεκριμένα οι κάμερες που χρησιμοποιούν μπορεί να είναι είτε φωτογραφικές μηχανές, είτε αισθητήρες πολυφασματικής εμβέλειας, ικανοί για την καταγραφή της ανακλώμενης θερμικής και ηλιακής ακτινοβολίας, τόσο σε ορατά όσο και σε υπέρυθρα μήκη κύματος. Το σύστημα LIDAR, αποτελεί μία συσκευή καταγραφής του αποτελέσματος της ακτινοβολίας και το πως αυτή διαμορφώνεται στην ατμόσφαιρα.

Η αμέσως επόμενη μεγάλη κατηγορία κατασκευαστικών χαρακτηριστικών των UAV, αποτελούν οι ενεργοποιητές. Οι ενεργοποιητές απαρτίζονται από ηλεκτρονικούς ελεγκτές, οι οποίοι ελέγχουν τις στροφές των κινητήρων (Vissière, Bristeau,, Martin, & Petit, 2016).

Τα UAV χρησιμοποιούν κατά κόρον μπαταρίες λιθίου-πολυμερούς (Li-Po), ενώ τα μεγαλύτερα drones, βασίζονται σε συμβατικούς κινητήρες όπως ακριβώς ένα αεροπλάνο.

Επιπλέον διατίθεται κύκλωμα απομάκρυνσης μπαταριών (BEC), στο οποίο γίνεται η συγκέντρωση της δύναμης ισχύος και σε ορισμένες περιπτώσεις περιέχει μία μονάδα μικροελεγκτή (MCU). Η χρήση ακριβότερων διακοπών BEC έχουν ως προσθετικό ρόλο της μείωσης της θέρμανσης στην πλατφόρμα.

Με την πάροδο του χρόνου, η χρήση υπολογιστικών μέσων ήταν ικανή να τροφοδοτήσει την εξέλιξη των UAV. Η αρχή έγινε με τη χρήση αναλογικών ελέγχων, που σταδιακά εξελίχθηκαν σε μικροελεγκτές, έπειτα σε υπολογιστές SOC και single-board (SBC).

Τα μικρά UAV χρησιμοποιούν ελεγκτή πτήσης (FC), πίνακα ελεγκτή πτήσης (FBC), είτε αυτόματο πιλότο (Vissière, Bristeau,, Martin, & Petit, 2016).

### Λογισμικό

Το λογισμικό ενός UAV φέρει την ονομασία στοίβα πτήσης ή αλλιώς αυτόματος πιλότος. Είναι προφανές πως τα λογισμικά των UAV οφείλουν να ανταποκρίνονται ταχέως στις αλλαγές των δεδομένων που συλλέγονται από τους αισθητήρες. Με αυτό τον τρόπο η πτήση καθίσταται ευκολότερη και σχεδόν ανεξάρτητη από ανθρώπινη παρεμβολή. Ορισμένα από τα λογισμικά που κυκλοφορούν στην αγορά είναι τα: RaspberryPis, Beagleboards, Nuttx, Preemptive-RTLinux, Xenomai, καθώς και το DDS-ROS 2.0 (Vissière, Bristeau,, Martin, & Petit, 2016).



## Τεχνολογία RFID

Η RFID (Radio-frequency identification) τεχνολογία αποτελεί ένα τρόπο Αυτόματης Αναγνώρισης των Συστημάτων. Σκοπός της είναι η ανάγνωση της ετικέτας που φέρει το αντικείμενο με ταυτόχρονη αποθήκευση των δεδομένων. Ειδικότερα ο αναμεταδότης σημάτων RFID, συμπεριλαμβάνει την κεραία και τον μικροελεγκτή. Τα δεδομένα και οι πληροφορίες που συλλέγονται βρίσκονται αποθηκευμένα στη μνήμη του μικροελεγκτή. Υπό κανονικές συνθήκες το drone, είναι σε θέση να διαβάζει τις πληροφορίες που έχει συλλέξει, ώστε να τα στείλει στον χειριστή/πιλότο. Αυτή η μονάδα επικοινωνίας, που έχει τοποθετηθεί στο drone, είναι αποκλειστικά υπεύθυνη για τη διατήρηση της επαφής με τον επίγειο σταθμό. Σε κάποιες περιπτώσεις, πραγματοποιείται αυτόματα πλοήγηση μέσω συντεταγμένων στο GPS.

Επιπλέον, υπάρχει μία μονάδα ραδιοφώνου που φέρει πάνω του το drone. Μέσα σε αυτή βρίσκεται ο μικροελεγκτής Arduino και ραδιοφωνικό IC (integrated Circuit-Ολοκληρωμένο κύκλωμα). Οι συσκευές IC λειτουργούν σε μία συγκεκριμένη περιοχή συχνοτήτων στα 433MHz. Εξαιτίας του γεγονότος πως τα περισσότερα drones λειτουργούν σε αυτή τη συχνότητα για την διάδοση των δεδομένων τους, υπάρχει πιθανότητα να δημιουργηθούν παρεμβολές και να μην εξεταστεί το καθαρό σήμα.

## Προκλήσεις-Προοπτικές

Παρόλη την άνθιση που έχουν αρχίσει να γνωρίζουν οι μεμονωμένες υπηρεσίες delivery drones, το βασικότερο εμπόδιο τους είναι η δημιουργία μιας ενιαίας συνθήκης, όπου θα λειτουργούν με βάση το γενικό σύνολο παραδόσεων. Για να επιτευχθεί αυτό είναι απαραίτητο να καθοριστούν οι συνθήκες λειτουργίας τους, με βάση τα κριτήρια της εκάστοτε χώρας. Οι προϋποθέσεις οφείλουν να βασίζονται σε ολοκληρωμένους κανονισμούς, ώστε να ισχυροποιήσουν τη θέση τους στην αγορά.

Ειδικότερα, υπάρχουν ορισμένα ζητήματα που χρήζουν επίλυσης, όπως ο τρόπος πλοήγησης των drones μέσα στα όρια του εναέριου χώρου και τα τεχνικά χαρακτηριστικά που οφείλουν οι χειριστές να ακολουθήσουν. Ακόμη μείζονος σημασίας αποτελεί και η αλληλεπίδραση των delivery drones με τον περιβάλλοντα χώρο. Οφείλουν να καθοριστούν ακριβείς θέσεις απογείωσης και προσγείωσης, όπως επίσης και οι ώρες κυκλοφορίας τους, ώστε να μην διαταράσσεται το περιβάλλον. Οι προσπάθειες ελάττωσης του θορύβου που προκαλείται από τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη έχουν ήδη εντατικοποιηθεί από αρκετά κράτη, με την αυστραλιανή κυβέρνηση να πρωτοστατεί σε αυτό τον τομέα.

Επιπλέον, η οργάνωση των επιφανειών προσγείωσης και απογείωσης, οφείλουν να καθοριστούν επαρκώς. Το γεγονός ότι οι μπαταρίες των drones ζυγίζουν ολοένα και λιγότερο, παρέχοντας μεγαλύτερη διάρκεια, σηματοδοτεί πως τα drones, καταφέρνουν να γίνουν περισσότερο αποτελεσματικά. Με το πέρασμα του χρόνου οι μπαταρίες θα είναι ικανές για πλήρη φόρτιση, χρησιμοποιώντας ηλιακή ενέργεια και αφαιρώντας την απαίτηση υποδομών φόρτισης.

Η αγορά χρήζει να εμπλουτίσει τις δυνατότητες μεταφοράς εμπορευμάτων, ώστε να ενδυναμωθεί το ανταγωνιστικό πλαίσιο των εταιριών που ήδη είναι μέρος της, αλλά και εκείνων που επιλέγουν να εισαχθούν σε αυτή. Η αναγκαιότητα των delivery drones

φάνηκε κατά την περίοδο του Covid-19, με αποτέλεσμα πολλές επιχειρήσεις να επενδύουν ολοένα και περισσότερα στη δημιουργία ενός στόλου delivery drones.

Η μεγαλύτερη πρόκληση της αγοράς όμως, φαντάζει να είναι η εξέλιξη των UAVs για τη μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων. Καθώς αποτελούνται από υλικά επιβλαβή τόσο για την υγεία του ανθρώπου όσο και για το περιβάλλον, η ικανότητα μεταφοράς τους μέσω αυτόματων συστημάτων, ελαττώνει κατά πολύ τον κίνδυνο έκθεσης τους στο ανθρώπινο σώμα και κατ' επέκταση του περιβάλλοντος.

Με γνώμονα την ενίσχυση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος της αγοράς, αλλά και εξέλιξης του κοινωνικού συνόλου, τα delivery drones θα επιφέρουν μελλοντικά οφέλη ικανά να δημιουργήσουν νέες αγοραστικές συνθήκες και συνήθειες.

### **Θέματα Απορρήτου και Ασφάλειας**

Η ιδιωτική ζωή είναι απαραίτητο αγαθό τόσο σε προσωπικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο και περιλαμβάνει τον διαχωρισμό και τον αποκλεισμό του καθενός από το γενικότερο σύνολο (Serbua & Rotariua, 2015). Η εμπορική χρήση των UAV οφείλει να σέβεται τη δημόσια ασφάλεια, αλλά και την ιδιωτικότητα των ατόμων (Johnson, Jansen , & Syverson , 2013). Μία από τις μεγαλύτερες ανησυχίες σε παγκόσμια εμβέλεια είναι η δημοσιοποίηση δεδομένων, καθώς όλα τα UAV διαθέτουν ενσωματωμένες κάμερες για τη λήψη πληροφοριών που συλλέγουν στη βάση δεδομένων.

Επιπλέον, η δυνατότητα σύλληψης μεγάλου όγκου πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένων οπτικοακουστικού υλικού ή αναγνώριση προσώπων, θέτει σε κίνδυνο την ιδιωτικότητα των ανθρώπων, καθώς καταγράφει τοποθεσίες ανθρώπων σε συγκεκριμένους χρόνους. Η δεδομένη αυτή κατάσταση μπορεί να αποτελέσει υλικό για εκβιαστικούς ή και Παρ ενοχλητικούς σκοπούς.

Μια ακόμα απειλή που μπορεί να δεχτούν είναι η παραβίαση του λογισμικού τους από hackers, καθώς μπορούν να ελεγχθούν από απόσταση. Οι hackers μπορούν με αυτό τον τρόπο να παρεμποδίσουν την καταγραφή βίντεο κα λήψης φωτογραφιών είτε να αναλάβουν εξ ολοκλήρου τη πλοήγηση της συσκευής.

Το γεγονός πως η πλοήγηση τους είναι στις περισσότερες περιπτώσεις ημιαυτόνομη και εκτός εμβέλειας του χειριστή πιλότου, θεωρείται αναπόφευκτο μία συντριβή η οποία ενδεχομένως να επιτρέψει σε τρίτους, εκτός από την κατάσχεση του προϊόντος την υποκλοπή στοιχείων του παραλήπτη. Ακόμη τα σφάλματα που σχετίζονται με τον καιρό, ενδεχόμενα μη ορατά εμπόδια και θέματα υποκλοπής είναι αναπόφευκτα, σύμφωνα με τον αμερικανικό μη κερδοσκοπικό οργανισμό έρευνας και ανάπτυξης Draper (2015).

Τα UAV είναι ευάλωτα σε επιθέσεις που μπορούν να συμβούν στο GPS τους, επηρεάζοντας το συστήματα πλοήγησης τους. Ειδικότερα, αυτό συνεπάγεται την λήψη πλαστών σημάτων από hackers, με αποτέλεσμα να παρεκκλίνει από τις προγραμματισμένες οδηγίες που το δόθηκαν. Με αυτό τον τρόπο μπορεί είτε να υποκινηθεί αποκλειστικά από τον hacker, ο οποίος ενδεχομένως να το οδηγήσει σε άλλη κατεύθυνση ή να προκαλέσει τη συντριβή του. αυτό συνέβη το 2014, όπου υπήρξε μία επιτυχής λήψη πλαστών σημάτων σε drone από ερευνητή του Τμήματος Εγκατάστασης Εσωτερικής Ασφάλειας Αμερικής (The Department of Homeland Security).

Για να αποτραπούν όσο το δυνατό περισσότερο τέτοια περιστατικά, έχει αναπτυχθεί μέθοδος κρυπτογράφησης, η οποία χρησιμοποιείται από σχεδόν εξ ολοκλήρου όλα τα delivery drone. Αναλυτικότερα, σε ενδεχόμενη περίπτωση όπου σταλθεί πλαστό σήμα στην κεραία GPS του drone, η κρυπτογράφηση διασφαλίζει ότι δεν μπορεί να λάβει κανένα καινούριο σήμα, παρά μόνο εκείνο με το οποίο ξεκίνησε. Αυτό σημαίνει όμως ότι και σε περίπτωση αλλαγής διαδρομής από τον πραγματικό χειριστή το drone δεν θα ανταποκριθεί, ακολουθώντας την προγραμματισμένη του πορεία. Απροσδόκητες περιπτώσεις συγκρούσεων, φαίνεται πως δεν μπορούν να αποφευχθούν, ειδικά σε ένα μη ρυθμιζόμενο περιβάλλον (Rao, Gori, & Maione, 2016).

Υπό την προεδρία του Μπαράκ Ομπάμα, το Κογκρέσο πραγματοποίησε μία σειρά από ακροάσεις με ζητήματα που αφορούσαν τη χρήση delivery drones στην αγορά. Οι περισσότερες πολιτείες της Αμερικής θέσπισαν κάποιο είδους νομοθεσία για τις πτήσεις που μπορεί να πραγματοποιήσουν τα drones, με έμφαση να δίνεται στην τεχνολογία τους, παρά σε θέματα παρακολούθησης που ίσως να προκύψουν (Thompson, R. 2015). (Vannoy & Medlin, 2019)

### **Κανονισμοί και περιορισμοί UAV**

Η γρήγορη και εξελικτική πορεία των delivery drones, έχει μεταμορφώσει τη βιομηχανία και την αγορά, αντικαθιστώντας σταδιακά τα φορτηγά διανομής που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα για να κινηθούν (Frachtenberg, 2019). Η αλλαγή αυτή έχει επιφέρει τη δυνατότητα για μειωμένη κυκλοφοριακή συμφόρηση στους δρόμους, καθώς και βελτιώσεις όσο αφορά την ασφάλεια και την προσβασιμότητα σε δυσπρόσιτες περιοχές.

Παρόλα αυτά κρίνεται απαραίτητο για την ομαλή διεξαγωγή των πτήσεων, η θεσμοθέτηση κανόνων και περιορισμών που θα περιλαμβάνουν τη συμμόρφωση των εταιριών που θέλουν να χρησιμοποιήσουν drones για εμπορικούς σκοπούς.

Οι κανονισμοί για τα delivery drones διαφέρουν από χώρα σε χώρα, καθώς λαμβάνονται υπόψη οι ισχύοντες νόμοι και οι απαιτήσεις των καιρών. Οι κανονισμοί αναπροσαρμόζονται διαρκώς ανάλογα με τη νέα τεχνολογία που εξελίσσεται. Η ασφάλεια τόσο των ανθρώπων που βρίσκονται στο έδαφος, όσο και των εναέριων οχημάτων κρίνεται απαραίτητη. Ειδικότερα προβλέπεται η διαμόρφωση των νόμων ανάλογα με την κατηγορία των UAV, το φορτίο που μπορούν να μεταφέρουν, την άδεια χειριστή, καθώς και τους περιορισμούς στο εναέριο σύστημα κυκλοφορίας.

Λαμβάνοντας υπόψη τις υπάρχουσες νομοθετικές διατάξεις, υπάρχουν έξι βασικές προσεγγίσεις ανεξαρτήτως της χώρας και είναι οι εξής:

1. Οριστική απαγόρευση: Οι χώρες που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία Απαγορεύουν τη λειτουργία drones για εμπορική χρήση
2. Αποτελεσματική απαγόρευση: Οι χώρες αυτής της κατηγορίας έχουν μία βασική διαδικασία για αδειοδότηση delivery drones, όπου είτε δεν μπορεί να ικανοποιηθεί, είτε οι άδειες δεν τίθενται ποτέ σε ισχύ.
3. Σταθερό VLOS: Με τον όρο VLOS (Visual Line of Sight) νοείται η οπτική επαφή που πρέπει να τηρεί ο χειριστής με το drone. Ένα drone οφείλει να είναι απαραίτητα εντός του VLOS του χειριστή.
4. Χρήσεις UAV πέρα του VLOS: Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατόν να υπάρχουν εξαιρέσεις στην απαίτηση του χειριστή να διατηρεί οπτική επαφή με το drone. (BVLOS)
5. Επιτρεπόμενη πτήση: Οι χώρες που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία επιτρέπουν την εμπορική χρήση των drones. Ειδικότερα, ακολουθείται μία σειρά από ενέργειες, σχετικά με την αδειοδότηση την ασφάλιση και την τήρηση των νομοθετικών διατάξεων, χωρίς ιδιαίτερες καθυστερήσεις.
6. Wait-and-see: Οι χώρες αυτής της κατηγορίας δεν έχουν θέσει σε εφαρμογή κανένα νομοθετικό πλαίσιο σχετικά με τα UAV, ενώ περιμένουν να διαπιστώσουν τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τους κανονισμούς των άλλων χωρών (Jones, 2017)

### **Νομοθετικές διατάξεις σε παγκόσμιο επίπεδο**

Η Federal Aviation Administration (FAA), είναι υπεύθυνη για την αδειοδότηση πτήσεων σε εναέριους χώρους οποιουδήποτε μέσου. Η ίδια λοιπόν, το Σεπτέμβριο 2015 θέσπισε κανονισμό ο οποίος απαιτούσε την ενοποίησή των μη επανδρωμένων συστημάτων (UAV) με τα υπόλοιπα εναέρια μέσα. Παρόλα αυτά η σχετική διάταξη δε συμπεριελάμβανε τα μικρά UAV (Thompson, R., 2015). Σύμφωνα με την νομοθεσία όλα τα UAV οφείλουν να πάρουν άδεια πτήσης από την FAA, ανεξαρτήτως εάν εξυπηρετούν ιδιωτικούς ή εμπορικούς σκοπούς.

Μία ακόμη βασική νομοθεσία βασίζεται στην οπτική επαφή που οφείλει να έχει ο χειριστής με το drone (Visual Line-Of-Sight-VLOS). Αυτό σημαίνει πως το εκάστοτε drone δεν θα μπορεί να ταξιδέψει σε μακρινές αποστάσεις εάν εφόσον δεν είναι στο οπτικό πεδίο του χειριστή. Κάτι τέτοιο όμως ανέφικτο για drones που καλύπτουν εμπορικούς σκοπούς και πρέπει να ταξιδεύουν σε μακρινές αποστάσεις. Ως εκ τούτου, η FAA, θεσμοθέτησε τα delivery drone ως ξεχωριστή κατηγορία, δίνοντας τους τη σχετική άδεια να ταξιδέψουν σε μεγαλύτερες αποστάσεις (Vannoy & Medlin, 2019) (Schlag, 2017). Επομένως όλα τα UAV που είναι προορίζονται για εμπορική χρήση, καταχωρούνται στο σύστημα της FAA με προϋπόθεση πως οι πιλότοι/χειριστές κατέχουν Πιστοποιητικό απομακρυσμένου πιλότου για μικρά UAV. Επιπλέον, οι πτήσεις των delivery drones, οφείλουν να τηρούν απαιτήσεις που σχετίζονται με όριο ταχύτητας, ορατότητας, συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, μέγεθος ωφέλιμου φορτίου και ακαμψίας για συνολικό βάρος (πχ. Τα μικρά UAV θα πρέπει το συνολικό τους φορτίο να μην ξεπερνάει τα 25 kg) (Stewart & Martin, 2021).

Τον Οκτώβριο του 2017, ο Donald Trump υπέγραψε σχετικό υπόμνημα στο Υπουργείο Μεταφορών (The Department of Transportation-DOT), όπου επέτρεπε την ανάπτυξη γενικών κανόνων, που αφορούσαν την ευκολότερη διακίνηση των εμπορικών drone στις ΗΠΑ. Μελέτη που έλαβε χώρα στο Κέντρο Μελέτης Drone στο Bard College, διαπιστώθηκε ότι περισσότερο από 130 πολιτείες έχουν θεσπίσει τους δικούς τους κανόνες για την εμπορική χρήση των drones (Bard College Surveys Legal Cases Involving Drones, 2017).

Η παραδόσεις που πραγματοποιούνται με delivery drones, αντιμετωπίζονται ως πρόκληση, καθώς η FAA, αδυνατεί να παρακολουθεί τις πτήσεις των εταιριών, καθώς δεν μπορούν να εποπτευθούν από ελεγκτές κυκλοφορίας, όπως κάνει με εμπορικές αεροπορικές εταιρίες.

Το Μάρτιο του 2017, ο γερουσιαστής της Μασαχουσέτης Ed Markey, εξέδωσε ψήφισμα ώστε να θεσπιστεί περισσότερη νομοθεσία για την προστασία απορρήτου και ιδιωτικότητας από τα drones.

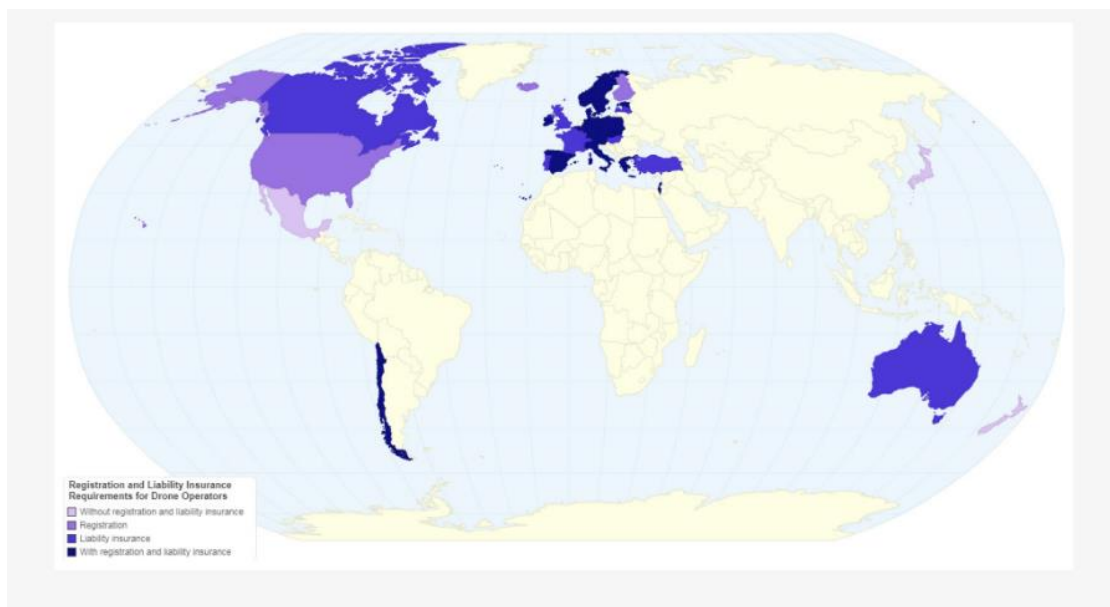
Το Υπουργείο Μεταφορών των ΗΠΑ, the US Department of Transportation, υπολογίζει πως έως και το 2035 τα delivery drones θα ανέρχονται πάνω από 175.000, ξεπερνώντας ακόμη και τα επανδρωμένα αεροσκάφη (Volpe,2013).

Για την διευκόλυνση των καταναλωτών, πως δεν παραβιάζονται τα προσωπικά τους δεδομένα, η Ομοσπονδιακή Ένωση Αεροπορίας, διοργάνωσε σεμινάρια για την ενημέρωση τους σχετικά με ζητήματα απορρήτου (Υπουργείο Μεταφορών των ΗΠΑ, 2018). Επιπλέον, προχώρησε σε σχετικές αναρτήσεις και στις επίσημες ιστοσελίδες του, όπως επίσης και σε δημιουργία εφαρμογής, την B4UFLY Mobile App, όπου παρέχει τη δυνατότητα στους πολίτες να δηλώσουν περιοχές περιορισμού των drones, αλλά και απαιτήσεις με βάση την τοποθεσία του.

Εξαιτίας της ευρείας χρήσης των delivery drones και προκειμένου να αντιμετωπιστούν εγκαίρως θέματα που ενδεχομένως να προκύψουν, ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) είναι σε θέση να συντάξει γενικές νομοθετικές ρυθμίσεις που θα καλύψουν όλες τις χώρες-μέλη του. Οι χώρες που ανήκουν στον ΟΟΣΑ ανταλλάσσουν απόψεις σχετικά με κοινωνικό-περιβαλλοντικά ζητήματα, με σκοπό την βελτίωση του γενικότερου συνόλου της εκάστοτε χώρας.

Στην Ευρώπη κάθε κράτος έχει θεσπίσει τους δικούς του κανόνες για τη χρήση των drones, σύμφωνα με την ισχύουσα πολιτική. Η Ιταλία, η Λετονία και η Σλοβακική Δημοκρατία έχουν θεσμοθετήσει πρώτες κανόνες για την εναέρια κυκλοφορία των drones. Επιπλέον, το 2014 η ΕΕ θέσπισε κανόνες για ασφαλέστερη χρήση των drones (2014/2243 (INI)), με αρκετές από τις χώρες της ΕΕ να μην έχουν συμμορφωθεί ακόμα σε ισχύοντες κανονισμούς.

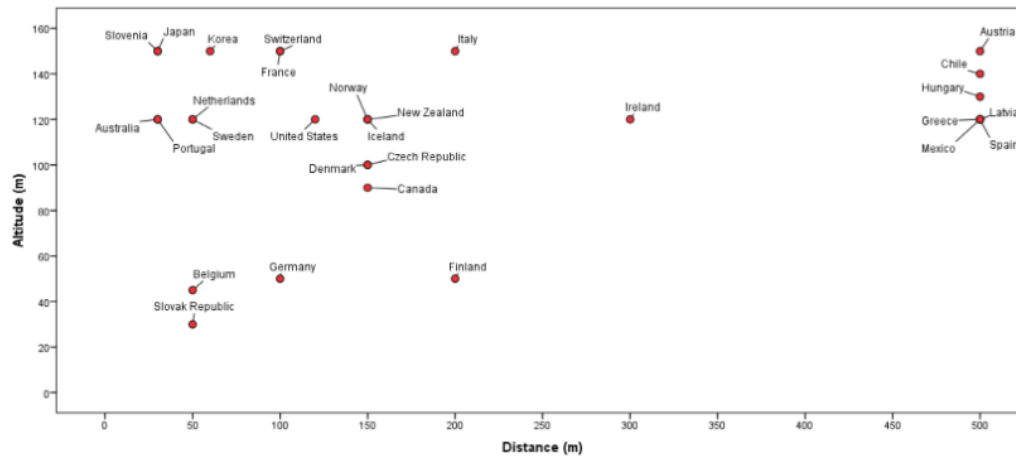
Ο παρακάτω χάρτης (σχήμα 11) περιγράφει τις χώρες όπου υπάρχει απαραίτητη ασφάλιση αστικής ευθύνης πρώτου τεθεί σε εφαρμογή ένα drone. Σε όλες τις χώρες η ασφάλιση αστικής ευθύνης είναι υποχρεωτική με εξαίρεση τη Φιλανδία, την Ισλανδία, την Ιαπωνία, το Μεξικό, τη Νέα Ζηλανδία, την Τουρκία και τις ΗΠΑ. Σε περιπτώσεις πτήσεων drones για εμπορικούς σκοπούς, μόνο η Ιρλανδία και η Κάτω Χώρες έχουν θεσπίσει αντίστοιχη πολιτική, ενώ σε όλες τις χώρες είναι υποχρεωτικό οι πτήσεις με drones να λαμβάνουν χώρα μόνο κατά την περίοδο της ημέρας.



Σχήμα 11: Απεικόνιση των απαιτήσεων για ασφάλιση αστικής ευθύνης σε χειριστές Drone σε χώρες-μέλη του ΟΟΣΑ (Tsiamis , Efthymiou, & Tsagaraki, 2019)

Επιπρόσθετα, εξαιτίας της ταχέως αναπτυσσόμενης χρήσης των drones, έχουν θεσπιστεί από αρκετές χώρες περιορισμοί σχετικά με το ύψος που επιτρέπεται να έχει το drone, κατά τη διάρκεια της πτήσης. Το Λουξεμβούργο, το Ισραήλ και η Γερμανία έχουν ορίσει ως μέγιστο ύψος πτήσης των drones 50 μέτρα από το έδαφος, με το Βέλγιο να ανέρχεται στα 45 μέτρα. Οι προαναφερόμενες χώρες έχουν θεσπίσει αυστηρότερους κανονισμούς συγκριτικά με άλλες χώρες του ΟΟΣΑ.

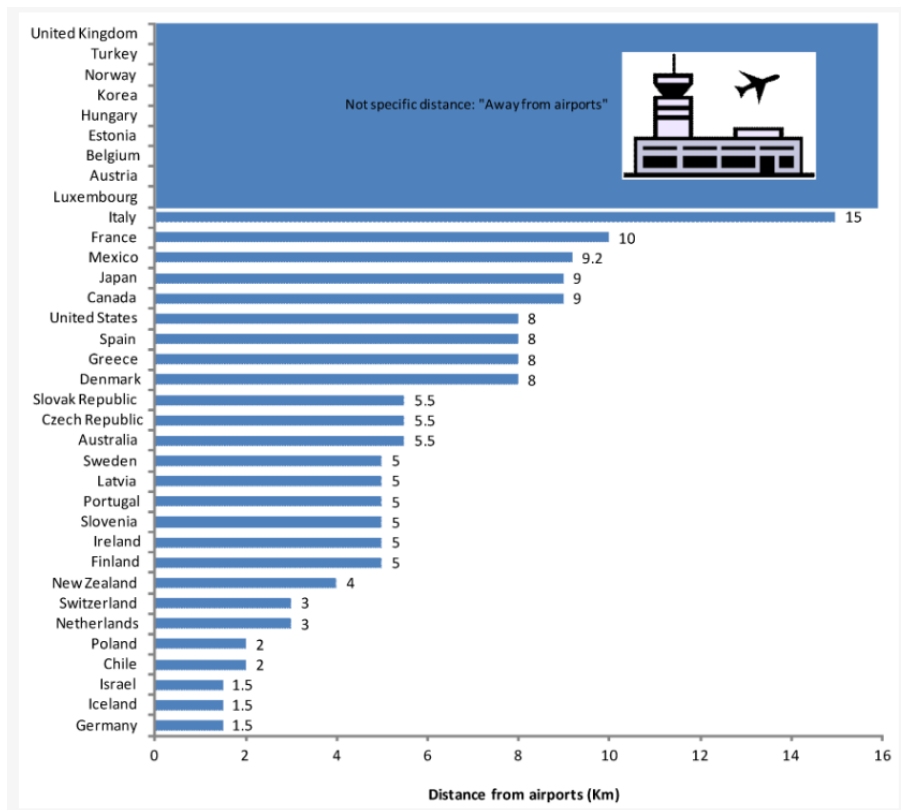
Ένας επιπλέον περιορισμός είναι και η μέγιστη επιτρεπτή απόσταση που έχει το drone, από τον αερομεταφορέα με εύρος τιμών από 30-500 μέτρα. Οι τιμές για την εκάστοτε χώρα του ΟΟΣΑ παρουσιάζονται στο ακόλουθο σχήμα (σχήμα 12), με την Ελλάδα να κατέχει την ίδια θέση με το Μεξικό, την Ισπανία και τη Λετονία (μέγιστο υψόμετρο 120 μέτρα-μέγιστη απόσταση από τον αερομεταφορέα 500 μέτρα) (Tsiamis , Efthymiou, & Tsagaraki, 2019).



Σχήμα 12: Απεικόνιση μέγιστου ύψους και οριζόντιων αποστάσεων των drones με βάση την εθνική νομοθεσία (Tsiamis , Efthymiou, & Tsagaraki, 2019)

Όλες οι χώρες του ΟΟΣΑ, έχουν νομοθετήσει αντίστοιχους περιορισμούς σχετικά με πτήσεις των drones κοντά σε αεροδρόμια και αστικές ζώνες. Οι περισσότερες εξ αυτών έχουν οριοθετήσει συγκεκριμένη απόσταση για τις πτήσεις των drones, η Αυστρία, η Ιταλία, η Κορέα, η Τουρκία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ουγγαρία, η Εσθονία, το Βέλγιο και το Λουξεμβούργο δεν έχουν καθορισμένη απόσταση, παρά μόνο μία τήρηση γενικής απόστασης ασφαλείας, όπως περιγράφεται και στην ακόλουθη εικόνα. Για την Ελλάδα η ελάχιστη απόσταση που επιτρέπεται είναι τα 8 km, νόμιμο που μοιράζεται εξίσου με τις ΗΠΑ, την Ισπανία και τη Δανία. Τα στοιχεία περιγράφονται στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 13). (Tsiamis , Efthymiou, & Tsagaraki, 2019).





Σχήμα 13: Απεικόνιση διαγράμματος ελάχιστης απόστασης των Delivery Drones από αεροδρόμια για την εκάστοτε χώρα του ΟΟΣΑ (Tsiamis, Efthymiou, & Tsagaraki, 2019)

### Νομοθετικές διατάξεις σε Ευρωπαϊκό επίπεδο

Ο πίνακας παρακάτω περιλαμβάνει κάποιες από τις μεγαλύτερες Ευρωπαϊκές Χώρες και τους κανονισμούς που έχουν θεσπιστεί για την εκάστοτε χώρα με βάση την εμπορική χρήση των delivery drones. Ειδικότερα, υποδεικνύονται οι απαιτήσεις οπτικής επαφής (LOS) για τη σωστή λειτουργία των drones στην κάθε χώρα, οι περιορισμοί ανάλογα με την πληθυσμιακή ζώνη, απαιτήσεις αδειοδότησης και κατάρτισης για τους χειριστές/πλότους, επιχειρησιακές απαιτήσεις, ασφάλισης, διανομής υλικών, αλλά και τυχόν εμπόδια σε περιπτώσεις εμπορικής χρήσης των drones. Τα διαφορετικά χρώματα ανταποκρίνονται στη νομοθεσία που ισχύει για την εκάστοτε χώρα. Το κόκκινο χρώμα αντιπροσωπεύει τους αυστηρούς περιορισμούς που ισχύουν, είτε σχετικά με την απαγόρευση χρήσης drones, είτε με τις απαιτήσεις VLOS. Το κίτρινο χρώμα δηλώνει την πιθανότητα της χώρας να δεχτεί τη χρήση εμπορικών drones, ενώ γίνονται πειραματισμοί σχετικά με το BVLOS. Τέλος, με πράσινο χρώμα επισημαίνεται θεσπισμένη αδειοδότησης της χώρας σε εμπορική χρήση των drones. Οι χώρες που εμφανίζονται χωρίς χρώμα, έχουν αόριστη νομοθεσία σχετικά με τα εμπορικά UAV (Vannoy & Medlin, 2019).



Πίνακας 2 Κανονισμοί & Περιορισμοί χωρών σχετικά με την εμπορική χρήση των Drones

Country	LOS Operations Required	Flight Permitted Over Populated Areas	Licensing/ Training Requirements for Pilots	Regulations Regarding Registration, Operational Requirements	Insurance Required	Distribution of Goods Allowed	Obstacles to Delivery Drone Use (if any)
Austria	No for trial phase		Pilot's license required for populated areas	Technical description and safety analysis required	Yes		LOS operations
Belarus <sup>a</sup>				Not needed, but must mark models > 500 g with name and address; limited to 100 m in altitude			
Belgium	Yes		Drone pilot license required	Manufacturer's certificate, registration required; maximum height 90 m for commercial use	Yes	Transport of mail or cargo prohibited	LOS operations, transport of mail or cargo prohibited
Croatia	Yes		License required in populated areas	Operating manual and risk analysis required	Yes		LOS operations
Czech Republic	BVLOS possible under certain conditions		License required	Work permit, registration of 1,500 euros required; registration takes four months	Yes		LOS operations
Denmark	BVLOS only in restricted airspace with special permission		Training required, but not specified	Special permit required	Required for 7–25 kg		LOS operations
Estonia				Required if > 500 ft or in restricted areas			
Country	LOS Operations Required	Flight Permitted Over Populated Areas	Licensing/ Training Requirements for Pilots	Regulations Regarding Registration, Operational Requirements	Insurance Required	Distribution of Goods Allowed	Obstacles to Delivery Drone Use (if any)
Finland	BVLOS only in restricted airspace with special permission	< 25 kg may fly over unpopulated areas, < 7 kg populated	RPAs license required	Manual and log required			LOS operations
France	BVLOS in unpopulated areas, < 50 m in altitude and < 1,000 m in distance for 2–25 g, < 150 m in altitude all distances < 2 kg	Populated areas < 7 kg	Required if BVLOS: 20 hours training	Required plan filed prior to first use, log of each flight	Yes		LOS operations
Germany	Yes, but exemptions possible		License required if > 2 kg	Official permission required above 100 m			
Greece	Commercial operator may submit BVLOS safety assessment plan	Commercial drones allowed to fly above crowds	License required	Registration required if more than 50 m from operator	Yes		LOS operations
Iceland				Requires permission > 5 kg, maximum height 130 m	Yes, > 20 kg	Delivery already starting, with deliveries for online marketplace Aha	

Country	LOS Operations Required	Flight Permitted Over Populated Areas	Licensing/ Training Requirements for Pilots	Regulations Regarding Registration, Operational Requirements	Insurance Required	Distribution of Goods Allowed	Obstacles to Delivery Drone Use (if any)
Ireland	Yes, exemption possible		License required	30-day advance notice of operation and permit required	Yes		LOS operations
Italy	No		License required > 25 kg or for BVLOS use; certificate if < 25 kg	Required to display ID that transmits/ records data in real time; license plate and declaration of vehicle competence required			LOS operations
Latvia	Yes			Requires a flight permit if > 25 kg in unpopulated areas or > 1.5 kg in populated areas	Yes, in 2018 if > 1.5 kg		LOS operations
Liechtenstein	BVLOS with permission if first-person view	With permission if closer than 100 m		Required if > 30 kg; need permission if taking video in populated areas due to privacy laws	Yes, if > 500 g		
Lithuania	Yes		License required		Yes		LOS operations
Luxembourg	Yes			Permission required for every mission	Yes		LOS operations
Netherlands	Yes	Controlled regions around airports cover nearly all cities	RPA's license required (different for different weight classes)	Special exemption for commercial use required unless < 4 kg, manual required			LOS operations

Country	LOS Operations Required	Flight Permitted Over Populated Areas	Licensing/ Training Requirements for Pilots	Regulations Regarding Registration, Operational Requirements	Insurance Required	Distribution of Goods Allowed	Obstacles to Delivery Drone Use (if any)
Norway	No		License required, dependent on VLOS/BVLOS, mass, type, class	Required: flight plan, manual for operation, aerial photography permit (if applicable)	Yes		
Poland	BVLOS in segregated air space	Must exclude risk to people	License required	Registration required > 25 kg	Yes		LOS operations
Romania				Registration required	Yes		
Russia				Registration required; flight plan required, as are crew, observer		Developing drone control network to enable delivery drones	
Slovakia	Yes		License required	Permission required if drone weighs more than 20 kg or has a camera		Explicitly banned	LOS operations; distribution of goods banned
Slovenia							Ban on commercial use
Spain	Yes	Unpopulated area	Pilot's license required > 25 kg, training course < 25 kg	Identification plate, authorization to operate required if > 25 kg	Yes		LOS operations
Sweden	No		License required for BVLOS, IFR certification if using instruments	Operations manual required for BVLOS, airworthiness certificate, log book required	Yes		LOS operations

Στον παραπάνω πίνακα (πίνακας 2) φαίνεται και ισχύουσα νομοθεσία της Ελλάδας, η οποία ανήκει στην κατηγορία με πράσινο χρώμα. Αναλυτικότερα, στην Ελλάδα ο εκάστοτε εμπορικός φορέας μπορεί να υποβάλλει σχέδιο αξιολόγησης για πτήση BVLOS, ενώ επιτρέπεται η εμπορική χρήση των delivery drones μόνο εφόσον υπάρχει η σχετική αδειοδότηση. Απαιτείται σχετική άδεια μόνο εφόσον το drone ξεπερνάει τα 50m της οπτικής εμβέλειας του χειριστή, ενώ χρειάζεται και η σχετική ασφάλιση. Τέλος είναι απαραίτητες όλες οι Line Of Sight (LOS) διατάξεις.

Με βάση το ΦΕΚ 3152/Β/30-9-2016 καθορίστηκαν τρεις βασικές κατηγορίες drones:

1. **Ανοικτή Κατηγορία (UAS Open Category)**
  - i. Η πτητική τους λειτουργία καθορίζεται αποκλειστικά με την οπτική επαφή που έχει ο χειριστής με το drone, με βάρος κάτω των 25 κιλών.
  - ii. Φέρουν αναγνωριστική σήμανση κλάσης ( CE marking), με βάση τον Ευρωπαϊκό κανονισμό (EE) 2019/945, όπου κυμαίνεται από 0-4 (ελαφρύτερα έως βαρύτερα μοντέλα)
  - iii. Η κατασκευή τους έγινε από ιδιώτη
  - iv. Διατέθηκαν σε εμπορική χρήση πριν από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2023
2. **Ειδική Κατηγορία (UAS Specific Category):** Όσα UAV ανήκουν σε αυτή την κατηγορία, δεν ανταποκρίνονται σε καμία από τις προϋποθέσεις της ανοικτής κατηγορίας, συμπεριλαμβανομένων και όσων έχουν ετικέτα αναγνώρισης κλάσης (CE marking) με βαθμό 5 ή 6.
3. **Πιστοποιημένη Κατηγορία (UAS Certified Category):** Η δραστηριότητα των drones αυτής της κατηγορίας απαιτεί την πιστοποίηση του drone και του χειριστή. Επιπλέον, η διεξαγωγή πτήσεων προϋποθέτει την εξασφάλιση αδειών ειδικών για αεροπλοΐα.

Οι τρεις αυτές κατηγορίες έχουν καθοριστεί με βάση την ανώτερο βάρος απογείωσης που μπορεί να drones να έχουν, την χρησιμότητα τους, το ύψος από την επιφάνεια εδάφους, καθώς και την πολυπλοκότητα του εκάστοτε περιβάλλοντος.

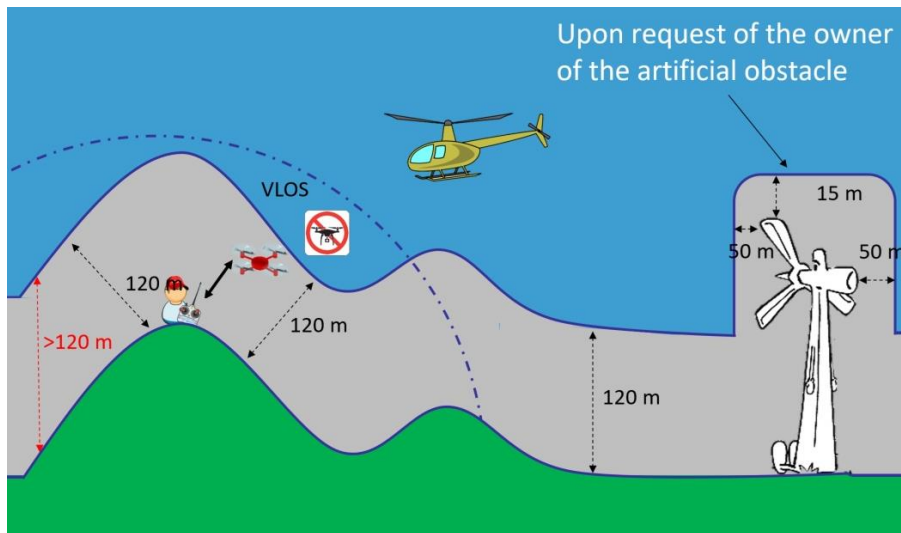
### **Επιτρεπόμενη ζώνη κυκλοφορίας**

Η Ελλάδα αλλά και κάθε κράτος μέλος του EASA (European Union Aviation Safety Agency), ακολουθεί τις Ευρωπαϊκές νομοθεσίες που έχουν θεσπιστεί αναφορικά με τις επιτρεπόμενες ζώνες πτήσης των drones. Ειδικότερα, δεν επιτρέπεται να πετούν πάνω από εθνικά πάρκα, κέντρα πόλεων και περιοχές αεροδρομίων, με ελάχιστες εξαιρέσεις έπειτα από ειδική άδεια πτήσης. Ο περιορισμός αυτός ισχύει για όλες τις κατηγορίες drones.

### **Επιτρεπόμενο ύψος πτήσης**

Το επιτρεπόμενο ύψος πτήσης σε γενικότερη κλίμακα δεν πρέπει να ξεπερνά τα 120 μέτρα από την επιφάνεια της γης. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει εμπόδιο, επιτρέπεται η πτήση του drone, κατά 15m κάθετα από το ύψος του εμποδίου, με γραπτή έγκριση από τον ιδιοκτήτη του εμποδίου. Σε αυτή την περίπτωση επιτρέπεται η οριζόντια πτήση σε απόσταση 50m από το εμπόδιο.

Σε περιοχές όπου υπάρχουν φυσικά εμπόδια (βουνά, λόφοι κ.α.) η απόσταση που drone οφείλει να είναι 120 μέτρα από το κοντινότερο σημείο του εδάφους. Σε αυτή την περίπτωση η συνθήκη πτήσης παραμένει νόμιμη. Οι παραπάνω διαδικασίες καθορίζονται επιπλέον και από την υποκατηγορία που ανήκει το UAV ανάλογα με το βάρος του. (σχήμα 14)



Σχήμα 14: Απεικόνιση υψομετρικών αποστάσεων για πτήσεις UAVs (Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, 2022)

Τα delivery drones συνήθως ανήκουν στην ανοικτή κατηγορία, ενώ η υποκατηγορία τους καθορίζεται από το φορτίο που μεταφέρουν και την απόσταση που διανύουν. Στο σχήμα (σχήμα 15) παρακάτω διατυπώνονται οι περιορισμοί και οι απαιτήσεις που ισχύουν από την ελληνική νομοθεσία.

UAS		Operation		Drone Operator/pilot		
Class	MTOM	Subcategory	Operational restrictions	Drone Operator registration	Remote pilot competence	Remote pilot minimum age
Privately built	< 250 g	A1 (can also fly in subcategory A3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- may fly over uninvolved people (should be avoided when possible)</li> <li>- no fly over assemblies of people</li> </ul>	No, unless camera / sensor on board <b>and</b> a drone is not a toy	- no training needed	No minimum age
0					- read user's manual	16*, no minimum age if drone is a toy
Legacy drones (art. 20)						16*
1	< 900 g		<ul style="list-style-type: none"> <li>- No expected fly over uninvolved people (if happens, should be reduced)</li> <li>- no fly over assemblies of people</li> </ul>	Yes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- read user's manual</li> <li>- complete online training</li> <li>- pass online theoretical exam</li> </ul>	16*
2	< 4 kg	A2 (can also fly in subcategory A3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- no fly over uninvolved people</li> <li>- keep horizontal distance of 30 m from uninvolved people (it can be reduced to 5 m if low speed function is activated)</li> </ul>	Yes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- read user's manual</li> <li>- complete online training</li> <li>- pass online theoretical exam</li> <li>- conduct and declare a self-practical training</li> <li>- pass a written exam at the CAA (or at recognized entity)</li> </ul>	16*
3	< 25 kg	A3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fly away from people</li> <li>- fly outside of urban area (150 m distance)</li> </ul>	Yes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- read user's manual</li> <li>- complete online training</li> <li>- pass online theoretical exam</li> </ul>	16*
4						
Privately built						
Legacy drones (art. 20)						

Σχήμα 15: Υποκατηγορίες ανοικτής κατηγορίας drone/ Απαιτήσεις-Περιορισμοί (Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, 2022)

## Κανονιστικό Πλαίσιο

Η περίπτωση πτήσης drone, στον ελληνικό χώρο δεν καλυπτόταν από καμία νομοθεσία έως και το 2016. Μέχρι τότε οι πτήσεις των drones, ακολουθούσαν τις ισχύουσες νομοθεσίες για πτήση αερομοντέλων (ΦΕΚ Β9 2010). Στις 1 Ιανουαρίου 2017 τέθηκε σε εφαρμογή το γενικό πλαίσιο για Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών του ελληνικού χώρου, όπου καθορίστηκε σε δυο φύλλα της Κυβέρνησης:

1. «Κανονισμός πτήσεων Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών» (ΦΕΚ 3152/Β/30-9-2016)
2. «Κανονισμός Εκπαιδευτικών Κέντρων Ρυθμιστικών και Αδειοδότησης χειριστών UAS» (ΦΕΚ 4527/Β/30-12-2016)

Ο εκάστοτε χρήστης-πιλότος του drone, οφείλει να δηλώσει την χρήση του, ανάλογα με το πεδίο αξιοποίησης του. Σε περιπτώσεις όπου η εμβέλεια του χειρισμού του ξεπερνάει τα 50 μέτρα, ο εκμεταλλευόμενος φορέας είναι υποχρεωμένος να δηλώσει την εγγραφή του σε ένα Ειδικό Μητρώο όπου τηρείται από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ). Στο ίδιο Μητρώο, γίνεται και η εγγραφή τόσο των ελεγκτών κατασκευής των drones, όσο και των εκπαιδευτικών UAV.

Σε γενικότερη κλίμακα, οι κανονισμοί πτήσης των drones, καθορίζονται ως εξής:

1. Μέγιστο ύψος πτήσης τα 120 μέτρα πάνω από την επιφάνεια εδάφους (ανώτατο όριο πτήσης)
2. Εύρος πτήσης 140-14.000 μέτρα (πάνω από το όριο πτήσης)
3. Ύψος καθορισμένο από την ΥΠΑ (Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας).

Σύμφωνα με το ΦΕΚ Β-4527/30.12.2016, οι κατηγορίες χειριστών drones αφορούν το μέγιστο βάρος απογείωσης τους και διαχωρίζονται στις εξής:

1. Κατηγορία Α: βάρος άνω του 1kg
2. Κατηγορία Β: βάρος μεταξύ 1-4kg
3. Κατηγορία Γ: βάρος μεταξύ 4-25kg
4. Κατηγορία Δ: βάρος μεταξύ 25-150kg
5. Κατηγορία Ε: βάρος ανωτέρω των 150kg

Οι τρεις πρώτες κατηγορίες βάρους έως 25 κιλά εμπίπτουν στην ανοιχτή κατηγορία drones. Επιπλέον ο ΦΕΚ υποστηρίζει τις κατηγορίες χειριστών drones αναφορικά με:

- Εξεταστή χειριστών
- Εκπαιδευτή χειριστών
- Πιλότο εδάφους
- Πιλότο σκάφους (εάν υπάρχει)
- Χειριστή απόστασης εφόσον έχει οπτική επαφή
- Χειριστή απόστασης χωρίς οπτική επαφή
- Χειριστή εργασιών αέρα
- Χειριστή πτήσεων νυχτερινής πτήσης (σε περιπτώσεις που έχει δοθεί η σχετική αδειοδότηση)
- Χειριστή πτήσεων αναφορικά με συγκεντρώσεις ατόμων

Βασική προϋπόθεση για των τίτλο των ανωτέρων κατηγοριών είναι η συμπλήρωση του 18 έτους ηλικίας, η κάλυψη θεωρητικής εκπαίδευσης σε ζητήματα πολιτικής

αεροπορίας, η έκδοση πιστοποιητικού υγείας (Class 3 Medical Fitness). Ειδικότερα, πέρα από τα παραπάνω για την ειδική και την πιστοποιημένη κατηγορία χρειάζεται πρακτική εξάσκηση ( skill test), όπου περιλαμβάνει την επιτυχημένη κάλυψη 4 πτήσεων (απογειώσεις/προσγειώσεις), την επαρκή γνώση αγγλικής γλώσσας επιπέδου ICAO English Proficiency Standard levels 4.

Σε περίπτωση αποτυχίας που εκπαιδευόμενου, δίνεται η δυνατότητα επανεξέτασης μετά το πέρας 10 ημερών.

Η ανανέωση αδειοδότησης πραγματοποιείται ανά τριετία και παρέχεται στον χειριστή εφόσον έχει συμπληρώσει δέκα πιστοποιημένες ώρες πτήσης, μαζί με την προσκόμιση των πιστοποιητικών υγείας και γλωσσομάθειας. Σε περιπτώσεις όπου ο χειριστής drone, έχει εμπλακεί σε ατύχημα ή δεν κατέχει κάποιο από τα ανώτερα πιστοποιητικά, γίνεται ανάκληση ή αναστολή της άδειας πτήσης. Επιπλέον, σε ζητήματα υλικών ζημιών ο χειριστής ή φορέας του drone,υποχρεούται να καταβάλλει αντίτιμο έως και 150.000 ευρώ και για σωματικές βλάβες μέχρι και 1.000.000 ευρώ. Για προσωπικά δεδομένα, υπάρχει ειδική νομοθεσία που καθορίζεται από το νόμο (Ν. 2472/1997) (Σκουρλής, 2019).

## DELIVERY DRONES

### Πλεονεκτήματα Χρήσης Delivery Drones

Η διανομή εμπορευμάτων με drones προσφέρει μια σειρά πλεονεκτημάτων, έναντι των παραδοσιακών μεθόδων παράδοσης. Ειδικότερα, υπερτερούν στην παράδοση τελευταίου μιλίου (last mile delivery), όπου οι καταναλωτές επιζητούν ταχύτερες και φθηνότερες υπηρεσίες παράδοσης. Επιπλέον, η τελευταία ανάγκη καλύπτεται και σε περιπτώσεις αγροτικών και απομακρυσμένων περιοχών. (Minhaj, 2022)

Τα delivery drones είναι ικανά για τη μεταφορά αντικειμένων ανάλογα με τη χωρητικότητα του ωφέλιμου φορτίου τους. Οι παραδόσεις τους μπορούν να κυμανθούν ποικιλοτρόπως. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται ελαφρά αντικείμενα καθημερινότητας, ιατρικές προμήθειες ζωτικής σημασίας, αλλά και εμπορεύματα βάρους αρκετών κιλών. Η δυνατότητα μεταφοράς διαφορετικών ειδών εμπορευμάτων, υπόκειται στα ακόλουθα πλεονεκτήματα. (Minhaj, Can Drones Carry Things?, 2022)

Ταχύτεροι χρόνοι παράδοσης: Η ανάπτυξη των συστημάτων παράδοσης drone βασίζεται σε ημι-αυτοματοποιημένα συστήματα. Ειδικότερα, γίνεται η λήψη όλων των απαραίτητων πληροφοριών μόλις το πακέτο προς παράδοση συνδεθεί στο drone, ώστε να παραδοθεί στον τελικό του προορισμό. Το delivery drone λειτουργεί αυτόνομα, χωρίς προβλήματα κυκλοφοριακής συμφόρησης. Επιπλέον ο υπολογισμός της συντομότερης διαδρομής γίνεται εύκολα, με τους πελάτες να γνωρίζουν την ακριβή ώρα αύξησης της παραγγελίας τους. Ο ταχύτερος χρόνος παράδοσης θα αποτελεί πάντα προτίμηση των καταναλωτών και με τα drones οι εταιρίες είναι σε θέση να παρέχουν ακόμη και αυθημερόν παράδοση.

Αυτόνομη και ασφαλέστερη παράδοση: Η αυτονομία την οποία διαθέτουν τα drones, κατά την πτήση τους, εξασφαλίζεται μέσω τεχνολογίας GPS, καθώς και προηγμένων συστημάτων πλοήγησης. Με αυτό τον τρόπο, η παράδοση των πακέτων θα γίνεται είτε απευθείας στον πελάτη, είτε σε σημείο παραλαβής του με σάρωση κωδικού QR.

Μείωση κόστους ενέργειας/εργασίας: Η χρήση drones κατά τη μεταφορά εμπορευμάτων βελτιώνει τη συνολική εικόνα μιας εταιρίας, εξαιτίας των μειωμένων οφελών κόστους. Ειδικότερα, τα drones κοστίζουν λιγότερο κατά την αγορά τους και τη λειτουργία τους συγκριτικά με τις παραδοσιακές μεθόδους μεταφοράς για last mile delivery. Επιπλέον, καθώς τα περισσότερα drones τροφοδοτούνται από μπαταρίες, οι εταιρίες παράδοσης εξοικονομούν κόστος ενέργειας με τη μείωση της ανάγκης τους για καύσιμα. Μία ακόμη σημαντική παράμετρος, είναι και η μείωση εργατικού κόστους για την εκάστοτε επιχείρηση, καθώς με την χρήση delivery drones, εξαλείφεται η απαίτηση οδηγών φορτηγών/ βαν κατά το τελευταίο μέρος της παράδοσης.

Ευκολότερη παράδοση σε απομονωμένες περιοχές: Οι παραδόσεις που πραγματοποιούνται με μη επανδρωμένα αεροσκάφη διευκολύνουν σε μεγάλο βαθμό τις δυσπρόσιτες περιοχές, όπου είναι δύσκολο να προσεγγιστούν οδικώς. Το τεράστιο όφελος είναι ακόμα πιο εμφανές όταν πρόκειται για παραδόσεις ζωτικής σημασίας (π.χ. φάρμακα/ ήδη πρώτης ανάγκης). Έχοντας αυτό σαν στόχο, η Zipline αποτελεί μία εταιρία delivery drone με ειδικευση στην παράδοση εμπορευμάτων ζωτικής σημασίας



σε χώρες της Αφρικής όπως, η Ρουάντα και η Γκάνα εντός 45 λεπτών από την υποβολή της παραγγελίας. Επιπλέον, τα delivery drones της έχουν χρησιμοποιηθεί και για την παράδοση εμβολίων κατά του COVID-19 σε απομακρυσμένες περιοχές ανά την υφήλιο. (Minhaj, Benefits Of Drone Delivery, 2022)

Θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον: Οι περισσότερες εταιρίες logistics έχουν ως κοινό στόχο τη συνεχή μείωση του αποτυπώματος άνθρακα, καθώς και τη μείωση των εκπομπών αερίων, ώστε να καταπολεμηθεί η κλιματική αλλαγή. Η χρήση drones επιτρέπει, τη μειωμένη χρήση ορυκτών καυσίμων και την εξοικονόμηση κόστους, κατά το τελευταίο μέρος της αλυσίδας εφοδιασμού τους (last mile delivery). (Minhaj, Drone Delivery Companies, 2022)

### **Μειονεκτήματα Χρήσης Delivery Drones**

Κάθε νέα μορφή τεχνολογίας, προκειμένου να υιοθετηθεί σωστά από την εκάστοτε επιχείρηση είναι απαραίτητο να μελετηθεί σε βάθος, ώστε να αντιμετωπιστούν τυχόν προκλήσεις και να ξεπεραστούν εμπόδια προκειμένου να επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Σε αυτή την κατηγορία κατατάσσονται και τα delivery drones, είτε πρόκειται για μεταφορά επικίνδυνων, είτε ακίνδυνων εμπορευμάτων. Δεδομένου του ότι βρίσκονται στα αρχικά στάδια ανάπτυξης τους, οι εταιρίες καλούνται να αντιμετωπίσουν κλιμακωτά προκλήσεις, που θα τους επιτρέψουν να είναι απόλυτα λειτουργικά σε συντομότερο χρονικό διάστημα.

Κανόνες/ Κανονισμοί: Οι κανονισμοί και οι κανόνες που διέπουν την ομαλή και έρρυθμη λειτουργία των drones απαρτίζεται από ιδιαίτερος αυστηρά κριτήρια. Οι εταιρίες ασκούν πιέσεις σε κυβερνητικούς οργανισμούς για αλλαγές στο νομοθετικό πλαίσιο, ώστε να μπορούν να ξεκινήσουν μια σειρά υπηρεσιών παράδοσης με drone.

Αρχικό επενδυτικό κεφάλαιο: Για την εφαρμογή ενός ισχυρού συστήματος delivery drones χρειάζεται ένα αρκετά μεγάλο επενδυτικό κεφάλαιο. Σε αυτό συμπεριλαμβάνονται τόσο η αγορά drones προηγμένης τεχνολογίας και η δημιουργία σωστών συστημάτων διαχείρισης πτήσεων, όσο και η εκπαίδευση και πρόσληψη πιλότων drones.

Περιορισμένος χρόνος πτήσης/ εμβέλεια: Για την μεταφορά εμπορευμάτων οι εταιρίες χρησιμοποιούν την παράδοση μέσω drones, μόνο σε τοπικό επίπεδο, εξαιτίας της περιορισμένης εμβέλειας τους. Αυτό έγκειται στο γεγονός πως τα drones τροφοδοτούνται με μπαταρίες ιόντων λιθίου, με χρόνο προγραμματισμένης πτήσης μίας ώρας, συμπεριλαμβανομένου και το ταξίδι της επιστροφής. Επιπλέον η κατάσταση δυσχεραίνει όταν το γεωμορφολογικό τοπίο μιας περιοχής περιέχει αρκετές οροσειρές, καθώς σε αυτή την περίπτωση οφείλει να γίνει εκτενής χαρτογράφηση της περιοχής. Τα delivery drones έχουν περιορισμένο χρόνο πτήσης και εμβέλεια συγκριτικά με τις παραδοσιακές μεθόδους παράδοσης εμπορευμάτων.

Χωρητικότητα φορτίου μεταφοράς: Εξαιτίας του συνολικού σχεδιασμού, αρκετά drones παράδοσης είναι εφικτό να μεταφέρουν μόνο ελαφρύ ωφέλιμο φορτίο, όπως τρόφιμα σε πακέτο, φάρμακα και ιατρικό εξοπλισμό. Η δημιουργία drones, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν αρκετά μεγάλο φορτίο βρίσκονται ακόμη σε εξελικτικό στάδιο.



**Κλοπή:** Είναι γεγονός πως όταν ένα σύστημα είναι αυτόνομο και δεν ελέγχεται από τον άνθρωπο σε όλα του τα στάδια, αποτελεί εύκολο στόχο κλοπής. Τα εμπορεύματα που παραδίδονται μέσω drones είναι επιρρεπή σε τέτοιου είδους καταστάσεις, εξαιτίας και του χαμηλού υψόμετρου στο οποίο ρέουν. Οι εγκληματίες θα προσπαθήσουν να παραβιάσουν τον έλεγχο της πτήσης και να την εκτρέψουν σε άλλη κατεύθυνση και τοποθεσία. Παρόλα αυτά, τα drones διαθέτουν κάμερες υψηλής ανάλυσης, προσπαθώντας με αυτό τον τρόπο να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος κλοπής.

**Παραβίαση απορρήτου:** Στην προσπάθεια αποφυγής κλοπής, τα drone είναι εφοδιασμένα με κάμερες καταγραφής πορείας. Ωστόσο, το γεγονός πως οι κάμερες είναι σε θέση να καταγράφουν συνεχώς κατά τη διάρκεια παράδοσης, δημιουργεί σημαντικά ζητήματα απορρήτου των πελατών.

**Καιρικές συνθήκες:** Τα έντονα καιρικά φαινόμενα είναι προφανές πως θα επηρεάσουν κατά πολύ τις πτήσεις που μπορεί να εκτελέσει ένα drone. Οι ισχυροί άνεμοι, έντονες βροχοπτώσεις και καταιγίδες είναι μερικά από εκείνα που θα περιορίσουν τις πτήσεις των delivery drones. Αν και πολλά μπορούν να πετούν αγνοώντας τα δυο τελευταία, οι ισχυροί άνεμοι όμως σίγουρα θα αποτελέσουν κίνδυνο για εκείνα και τα εμπορεύματα.

**Τιμή:** Εξαιτίας του γεγονότος ότι οι παραδόσεις με drones καταφέρνουν να γίνονται στο μισό χρόνο από ότι με τις συμβατικές μεθόδους, αποτελεί αδιαμφισβήτητα επιπρόσθετο κόστος για τους πελάτες.

### **Εταιρίες Χρήσης Delivery Drones**

Ολοένα και περισσότερες εταιρίες ανά την υφήλιο, εντείνουν τις προσπάθειες δημιουργίας μίας νέας μονάδα μεταφοράς εμπορευμάτων, βασιζόμενη στα delivery drones. Το γεγονός αυτό συναντάται ιδιαίτερα σε χώρες όπως οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, αλλά και ορισμένες χώρες της Ευρώπης. Παρόλα αυτά, το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για τις εμπορευματικές μεταφορές με drones, κατέχει η Κίνα, καθώς διαθέτει μερικές από τις μεγαλύτερες κατασκευαστικές εταιρίες drones του κόσμου. Ο λόγος για τον οποίο η Κίνα έχει καταφέρει να διατηρήσει το προβάδισμα, έναντι άλλων χωρών, είναι η δυνατότητα μεταφοράς βαρύ ωφέλιμου φορτίου, όπως τα drones που κατασκευάστηκαν από την JD.com, με μέγιστη χωρητικότητα άνω των 100κιλών (Minhaj, Drone Delivery Companies, 2022).

### **DRONE DELIVERY CANADA**

Η DDC δημιουργήθηκε το 2014 και αποτελεί τον μεγαλύτερο όμιλο παράδοσης εμπορευμάτων με drones στον Καναδά, βασιζόμενη στην ανάπτυξη ενός δικού της συστήματος παράδοσης και λογισμικού διαχείρισης πτήσεων, το drone all-in-one και το Flyte αντιστοίχως. Τα συγκεκριμένα drones, παρέχουν την δυνατότητα να αποθηκεύσουν τα εμπορεύματά τους, στο εσωτερικό τους. Η πλατφόρμα παράδοσης drones της είναι σε θέση να παρέχει κάλυψη όλων των πτυχών μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, δίνοντας έμφαση στην υγειονομική περίθαλψη. Ειδικότερα, τα drones της κατάφεραν να παραδώσουν εμβόλια ενάντια στον Covid-19 σε δυσπρόσιτες περιοχές. (Σχήμα 16)



Σχήμα 16: Drone Delivery Canada (DDC)

### *FLYTREX*

Αποτελεί μια start-up εταιρία παράδοσης εμπορευμάτων βασιζόμενη στα μη επανδρωμένα αεροσκάφη με έδρα της το Ισραήλ. Τα τελευταία χρόνια έχει καταφέρει να διεισδύσει στις αγορές της Ισλανδίας και ορισμένων περιοχών της Βόρειας Καρολίνας των ΗΠΑ. Παρόλα αυτά η επεκτατική της πολιτική, της επέτρεψε πρόσφατα να λάβει άδεια από την FAA, για παράδοση εμπορευμάτων με drone και στο Ντάλας του Τέξας. Οι συνεργασίες της αφορούν κυρίως τοπικές επιχειρήσεις και εστιατόρια, όπως το Wal-Mart και το Chili's. Το ωφέλιμο φορτίο παράδοσης των drones της δεν ξεπερνάει τα 3 κιλά, ενώ μπορούν να πραγματοποιήσουν εναέρια πτήση μετ' επιστροφής 5 μιλίων, έχοντας φόρτιση μίας μπαταρίας. Η χρηματοδότηση ύψους 40 εκατομμυρίων δολαρίων που της δόθηκε το 2021 στοχεύει στην επεκτατική της δραστηριότητα και σε άλλες περιοχές των ΗΠΑ. (Σχήμα 17)



Σχήμα 17: Flytrex Delivery Drone

## ZIPLINE

Η ZIPLINE ιδρύθηκε το 2014 στο Σαν Φρανσίσκο των ΗΠΑ, με κύρια δραστηριότητα της την παράδοση ιατρικών προμηθειών ζωτικής σημασίας σε χώρες της Αφρικής και δυσπρόσιτες περιοχές. Σχεδιάζοντας και κατασκευάζοντας τα δικά τους drones, έχουν καταφέρει να δημιουργήσουν το δικό τους δίκτυο παράδοσης, γεγονός που τους επιτρέπει ευκολότερη και ταχύτερη μεταφορά προϊόντων. Επί του παρόντος, τα drones της, διανείμουν μεγάλο μέρος του πλάσματος και άλλων ιατρικών προμηθειών σε Ρουάντα και Γκάνα, αντιστοίχως. Στα άμεσα σχέδια της, έχει την επέκταση του συστήματος παράδοσης με drone και σε άλλες χώρες της Αφρικής, όπως Νιγηρία, Κένυα και Ακτή Ελεφαντοστού. Επιπλέον, η επεκτατική της δύναμη έχει ως στόχο να ξεπεράσει την εγχώρια αγορά, προσεγγίζοντας στο εγγύς μέλλον την Ινδία, την Ιαπωνία και τις Φιλιππίνες. Οι προδιαγραφές των drones τους είναι αρκετά εντυπωσιακές, καθώς έχουν την ικανότητα να πετάξουν για μία πτήση 160km, με χρόνο παράδοσης του πακέτου 15-45 λεπτά, από την στιγμή που στάλθηκε η παραγγελία. Το ωφέλιμο φορτίο που είναι ικανά να μεταφέρουν, αγγίζει τα 1.8 κιλά. Πρόσφατα, η εταιρία κατάφερε να συγκεντρώσει χρηματοδότηση ύψους 25 εκατομμυρίων δολαρίων, ενώ προστέθηκε στο βιογραφικό της η συνεργασία της με τον αμερικανικό κολοσσό λιανικής Wal-Mart, για την παράδοση προϊόντων με drone στο Βορειοδυτικό Αρκάνσας. (Σχήμα 18)



Σχήμα 18: Zipline Delivery Drone

## MATTERNET

Με έδρα τις ΗΠΑ, η καινοτομία της εν λόγω εταιρίας έγκειται σε μία σειρά συνδυαστικών πραγμάτων, του drone M2, του Matternet Station και του συστήματος διαχείρισης πτήσεων που υπάρχει αποθηκευμένο στο cloud. Τα παραπάνω δεδομένα την έχουν καταστήσει ως μία από τις αποτελεσματικότερες εταιρίες παράδοσης με drone σε θέματα ιατρικών προμηθειών. Ειδικότερα, το drone M2 έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει ωφέλιμο φορτίο μέχρι 2 κιλά, πραγματοποιώντας πτήση 20 χιλιομέτρων

με τη φόρτιση μιας μπαταρίας. Η εν λόγω εταιρία έχει δημιουργήσει συνεργασίες με οργανισμούς και εταιρίες των ΗΠΑ, της Ελβετίας, αλλά και του Άμπου Ντάμπι. Η τελευταία αποτέλεσε την μεγαλύτερη επιχείρηση της εταιρίας, καθώς συνεργάστηκε με το υπουργείο Υγείας του Άμπου Ντάμπι, για την εφαρμογή ενός συστήματος παράδοσης με drone ιατρικού εξοπλισμού σε νοσοκομεία και κλινικές υγείας (Ong, 2017). (Σχήμα 19,20)



Σχήμα. 19: Matternet Delivery Drone



Σχήμα. 20: Matternet Delivery Drone Station

### *SKYDROP (FLIRTEY)*

Μία ακόμη start-up εταιρία παράδοσης εμπορευμάτων με drone αποτελεί και η Skydrop, ή αλλιώς Flirtey, με έδρα της τις ΗΠΑ. Οι παραδόσεις της εξελίσσονται γύρω από τους εγχώριους λιανοπωλητές, την υγειονομική περίθαλψη, καθώς και παραδόσεις τροφίμων από εστιατόρια, σε διάστημα μόλις δέκα λεπτών. Το σύστημα παράδοσης

της λειτουργεί κατά κόρων στις ΗΠΑ και τη Νέα Ζηλανδία, ενώ έχει καταφέρει να το αναπτύξει εσωτερικώς, συμπεριλαμβανομένου του drone, της φορητής βάσης εκτόξευσης, καθώς και του λογισμικού διαχείρισης των πτήσεων. (Σχήμα 21)



Σχήμα 21: Flirtey Delivery Drone

### *JD DRONE DELIVERY*

Η εταιρία JD.com αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες εταιρίες ηλεκτρονικού εμπορίου στις αγορές της Ανατολής, με ιδιαίτερη αγοραστική δύναμη στην Κίνα, πραγματοποιώντας παραδόσεις με drones από το 2016. Η εταιρία έχει σχεδιάσει και αναπτύξει τα δικά της drones, ενώ βασίζεται και στο δικό της λογισμικό για την διαχείριση πτήσεων. Ειδικότερα, έχει δημιουργήσει δίκτυο logistics drones, το οποίο λειτουργεί σε ακτίνα 300 χιλιομέτρων, στην επαρχία Shaanxi, της Κίνας, ικανό να μεταφέρει βαρύ φορτίο. Ένα τέτοιο drone, είναι το τύπου JDX-500, που μοιάζει με ελικόπτερο, και έχει δυνατότητα μεταφοράς έως και 500 κιλά ωφέλιμου φορτίου. (Σχήμα 22)



Σχήμα 22: Delivery Drone JDX-500



## MEITUAN

Αποτελεί μία κινεζική εταιρία διαχείρισης διαδικτυακών αγορών που δημιουργεί τη σύνδεση των καταναλωτών με τις επιχειρήσεις. Η συνεργασία της με τις επιχειρήσεις έγκειται στην απόκτηση κουπονιών, από τους καταναλωτές, ως ένδειξη ευχαρίστησης που χρησιμοποιούν την εφαρμογή της. Επιπλέον, δραστηριοποιείται στην παράδοση φαγητού από εστιατόρια της περιοχής και αποτέλεσε μία από τις πρώτες εταιρίες αυτόνομης παράδοσης με drone σε διάφορες περιοχές της πόλης Shenzhen, το 2017. Μέχρι σήμερα, η εταιρία μετρά την παράδοση γευμάτων σε πάνω από 8000 πελάτες, καθώς βρίσκεται ήδη στην αναζήτηση επέκτασης και σε άλλες πόλεις. Έπειτα από την αποστολή της εκάστοτε παραγγελίας, το drone προσγειώνεται σε ένα σημείο αυτόματης πώλησης, όπου ο πελάτης μπορεί να την παραλάβει με σάρωση ενός μοναδικού κωδικού QR. Η συγκεκριμένη μέθοδος παράδοσης, είναι ιδιαίτερα καινοτόμος και την έχει κάνει να ξεχωρίσει στο χώρο του delivery drone. Τέλος, τα drones τους είναι ικανά να παραδώσουν εμπορεύματα σε μία ακτίνα έως και τριών χιλιομέτρων, στοχεύοντας στην ολοκλήρωση της εκάστοτε παραγγελίας σε λιγότερο από 17 λεπτά. (Σχήμα 23)



Σχήμα 23: Meituan Delivery Drone

## DHL PARCELCOPTER

Η συγκεκριμένη εταιρία αποτέλεσε μία από τις πρώτες εταιρίες που επέλεξε να δοκιμάσει τη χρήση των delivery drones. Ειδικότερα, το parcelcopter 1.0, πραγματοποίησε ταξίδι ενός χιλιομέτρου για τη μεταφορά ενός δέματος, δια μέσω του ποταμού Ρήνου, στα κεντρικά της DHL, το 2013. Τρία χρόνια αργότερα (2016), χρησιμοποίησε ένα προηγμένο σύστημα drone για την παράδοση δεμάτων στο διάστημα Ιανουαρίου-Μαρτίου 2016 στο Reit im Winkl ( (Bani-Hani, Guptab , & Saha , 2020)). (Σχήμα 24)



*Σχήμα 24: Parcelcopter 1.0*

Έκτοτε, έχει καταφέρει να ενσωματώσει το σύστημα παράδοσης μέσω drones στην εμπορευματική της δράση, πραγματοποιώντας βελτιώσεις και αλλαγές. Αυτό αποτέλεσε αρωγό, στη μεταφορά και παράδοση φαρμάκων και ζωτικών αγαθών σε δυσπρόσιτες περιοχές της Γερμανίας και της Τανζανίας. Η τελευταίας κατηγορίας drone είναι το Parcelcopter 4.0, το οποίο μπορεί να καλύψει μία απόσταση 65 χιλιομέτρων, πηγαίνοντας και γυρνώντας από τον προορισμό του, χωρητικότητας 4 κιλών και τελική ταχύτητα τα 130 χλμ/ώρα. Η υπεροχή του έγκειται στη δυνατότητα του να πετάξει κάτω από αντίξοες καιρικές συνθήκες, όπως οι θυελλώδεις άνεμοι και ο βροχερός καιρός. (Σχήμα 25)



*Σχήμα 25: Parcelcopter 4.0*

### *MANNA DRONE*

Η συγκεκριμένη εταιρία delivery drone, ιδρύθηκε το 2018 στην Ιρλανδία και ικανοποιεί τις παραδόσεις με drones στην πόλη Balbriggan, του Δουβλίνου. Το ωφέλιμο φορτίο που υποστηρίζει δεν ξεπερνάει τα 2 κιλά και η ακτίνα πτήσης της τα 2 χιλιόμετρα, ενώ η μεταφορά προϊόντων βασίζεται κατά κόρων σε ελαφριά είδη, όπως φαγητά σε πακέτο, είδη πρώτης ανάγκης και φάρμακα. Η χρηματοδότηση ύψους 25 εκατομμυρίων δολαρίων που έλαβε πρόσφατα, θα αποτελέσει εφαλτήριο για την άμεση επέκταση της, ικανή να καλύψει και τις ανάγκες άλλων περιοχών της Ιρλανδίας. (Σχήμα 26)



*Σχήμα 26: Manna Drone Delivery*

### *SPRIGHT DELIVERY DRONE*

Η εν λόγω εταιρία αποτελεί τη θυγατρική της Air Methods, κορυφαία εταιρία ιατρικών υπηρεσιών εκτάκτου ανάγκης αεροπορικών μεταφορών, με έδρα τις ΗΠΑ. Η Spright, έχει καταφέρει να δημιουργήσει το δικό της τμήμα delivery drone παράδοσης ιατρικού εξοπλισμού για νοσοκομεία και κλινικές. Τα delivery drone, προμηθεύονται από την γερμανική εταιρία κατασκευής drone, Wingcopter, με την οποία έχει υπογράψει αποκλειστικό συμβόλαιο, παροχής των drones, Wingcopter 198. Η συγκεκριμένη κατηγορία drone, προσφέρει αυτονομία 110 km, με δυνατότητα αποστολής 6kg ωφέλιμου φορτίου και ταχύτητα που μπορεί να αγγίξει τα 100 km/h. (Σχήμα 27)





Σχήμα 27: Sprigat Delivery Drone

#### *ALIBABA DELIVERY DRONE*

Η Alibaba αποτελεί την μεγαλύτερη εταιρία λιανικής πώλησης, στην Κίνα, ενώ ξεκίνησε να χρησιμοποιεί την παράδοση προϊόντων με drones, το 2015. Δυο χρόνια αργότερα, το 2017, παρέδωσε για πρώτη φορά προϊόντα μέσω νερού, γεγονός που της ανέδειξε στον εμπορευματικό κλάδο. Ειδικότερα, πραγματοποίησε τρεις παραδόσεις από το Putian στο νησί Meizhou, μία απόσταση 5 χιλιομέτρων. Η διανομή έγινε σε λιγότερο από δέκα λεπτά, με τη μεταφορά 4 περίπου κιλών από φρούτα. Το 2018, κατάφερε να αγοράσει την Ele.me, μία από τις μεγαλύτερες εταιρίες παράδοσης τροφίμων στην Κίνα. Παρόλα αυτά, πρόσφατα δημιούργησε τον δικό της στόλο με delivery drones για την παράδοση προϊόντων σε κάποιες περιοχές της Σαγκάης.

Η Κίνα, κατέχει μία από τις μεγαλύτερες αγορές delivery drones, καθώς έχει ορισμένους από τους καλύτερους κατασκευαστές drones, παγκοσμίως. Επιπλέον, ορισμένα από τα delivery drones που δραστηριοποιούνται στις αγορές της Κίνας, είναι ικανά για τη μεταφορά ωφέλιμου φορτίου περισσότερο των 100 κιλών (π.χ. της JD.com). (Σχήμα 28)



*Σχήμα 28: Alibaba Delivery Drone*

### *AMAZON PRIME AIR*

Το 2013, σε παρουσίαση του ο Τζεφ Μπέζος ήταν εκείνος που ανέδειξε για πρώτη φορά την ιδέα των delivery drones. Τρία χρόνια αργότερα, το 2016 η ιδέα υλοποιήθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο (Johnson & Verdicchio, 2017). Παρόλα αυτά από τότε δεν έχει υπάρξει σχετική ενημέρωση για το εάν η εν λόγω εταιρία συνεχίζει να εξελίσσει το συγκεκριμένο έργο.

Το 2019, η εταιρία χρησιμοποίησε ένα νέο delivery drone, το MK27, το οποίο παρέχει αξιοπιστία, ασφάλεια και σταθερότητα σε μεγαλύτερο βαθμό από τα προηγούμενα μοντέλα της (Snow, 2019). Ένα από τα προτερήματα του είναι η ανίχνευση ανθρώπων, ζώων και αντικειμένων στο περιβάλλον του, αποφεύγοντας τους με κατάλληλους χειρισμούς. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω συστήματος τεχνητής νοημοσύνης (Snow, 2019). Το 2020, υπήρξε μία σχετική ενημέρωση με βάση τα delivery drones, όπου δόθηκε η άδεια πτήσης από την FFA, για τη συνέχιση του εγχειρήματος τους.

Η Amazon με την υπηρεσία της Prime Air, είναι σε θέση να διανείμει εμπορεύματα σε λιγότερο από τριάντα λεπτά. Συγκεκριμένα, τα drones της παραλαμβάνουν τα δέματα από τις αποθήκες της, σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους. Αμέσως μετά πραγματοποιείται η αναχώρησή του, με σκοπό την μεταφορά του στην τοποθεσία που βρίσκεται ο πελάτης, έχοντας τις συντεταγμένες στο σύστημα του GPS. Μόλις φτάσει στον προορισμό του, αφήνει το δέμα στην πόρτα του πελάτη και επιστρέφει στις αποθήκες της εταιρίας. Η διαδικασία είναι πλήρως αυτοματοποιημένη χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπινου δυναμικού. Η δυναμική της εταιρίας για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο είναι αποκλειστικά για δέματα μικρότερα των 5kg. (Σχήμα 29)



*Σχήμα 29: Amazon Prime Air Delivery Drone*

### *EVERDRONE*

Η Everdrone είναι μία εταιρία με έδρα την Σουηδία, όπου το μεγαλύτερο κομμάτι της ασχολείται με drones σε οργανισμούς δημόσιας ασφάλειας. Παρόλα αυτά, διαθέτει εξοικειωμένο σύστημα παράδοσης drones, για περιπτώσεις προμηθειών, τροφίμων και ιατρικού εξοπλισμού σε δυσπρόσιτες περιοχές και επείγουσας ανάγκης. Τα drones της διαθέτουν ενσωματωμένο το CSAM CoordCom, ένα από τα καλύτερα συστήματα αποστολής παγκοσμίως. Ειδικότερα, δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να συντονιστούν αποτελεσματικά με τους πελάτες χωρίς μεγάλες καθυστερήσεις. Η εκάστοτε αποστολή delivery drone, διαχειρίζεται από το κέντρο ελέγχου τους. (Σχήμα 30)



*Σχήμα 30: Everdrone Delivery Drone*

## *EHANG*

Η συγκεκριμένη εταιρία είναι γνωστή για την προσπάθεια της να δημιουργήσει τον πρώτο στόλο ταξί drones σε έξυπνες πόλεις της Κίνας στο άμεσο μέλλον. Παρόλα αυτά μέχρι στιγμής κατέχει δυο drones ειδικά για παραδόσεις, καθώς και το drone E216 taxi-drone, η μετατροπή του οποίου δημιουργεί ένα UAV μεταφοράς βαρέως φορτίου. Σήμερα, προσπαθούν να δημιουργήσουν μία ολοκληρωμένη υπηρεσία παράδοσης εμπορευμάτων μέσω UAVs, μέσω συνεργασίας τους με ορισμένες επιχειρήσεις σε πόλεις της Κίνας. (Σχήμα 31)



*Σχήμα 31: Ehang Delivery Drone*

## *ANTWORK*

Η δυναμική της εν λόγω εταιρίας δεν είναι ιδιαίτερα γνωστή, εφόσον πραγματοποιεί συγκεκριμένες διαδρομές για παραδόσεις επείγουσας ιατρικής κατάστασης σε περιοχές της Κίνας, οι οποίες αυξήθηκαν ραγδαία έπειτα από την πανδημία του COVID-19. Εξαιτίας αυτού, έχει επιτευχθεί μία χρηματοδότηση ύψους 300 εκατομμυρίων δολαρίων, γεγονός που θα τη βοηθήσει να επεκτείνει τον στόλο της και το λογισμικό της. (Σχήμα 32)



Σχήμα 32: Antwork Delivery Drone

### FEDEX

Η FedEx έχει ξεκινήσει τις παραδόσεις με drones από το 2019. Μέχρι στιγμής, έχει καταφέρει να συνεργαστεί με αρκετούς κολοσσούς εταιριών. Ειδικότερά, σε αυτές συγκαταλέγονται η Alphabets Wing για παράδοση ελαφριών εμπορευμάτων στο Christiansburg Virginia, η Skyports στην Ιρλανδία με σκοπό τη μεταφορά προϊόντων του αεροδρομίου Shannon και του λιμένα Foynes. (Σχήμα 33)



Σχήμα 33: FedEx Delivery Drone

### WING

Η Wing ανήκει στην θυγατρική εταιρία της Google, την Alphabet. Οι υπηρεσίες της σχετικά με παράδοση εμπορευμάτων με drones, λειτουργούν σε Αυστραλία, Φιλανδία και ΗΠΑ. Ιδιαίτερα στην πρώτη, υπήρξε ιδιαίτερα επικερδής, εξαιτίας της συνεργασίας της με πολλούς τοπικούς φορείς και εστιατόρια, παρέχοντας κάλυψη βασικών αναγκών και φαγητού σε πακέτο μέσω delivery drones. Οι εν λόγω παραδόσεις έχουν ξεπεράσει



τις 200.000 από την έναρξη της, ενώ στην Αυστραλία υπάρχει περίπτωση να πραγματοποιούνται έως και 1000 παραδόσεις την ημέρα. (Σχήμα 34)



Σχήμα 34: Wing Delivery Drone

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι ορισμένες από τις εταιρίες χρήσης delivery drones, αποφεύγουν τη διάθεση στοιχείων σχετικά με το ωφέλιμο φορτίο μεταφοράς, το μέγιστο ύψος πτήσης, καθώς και την ταχύτητα που μπορούν να προσεγγίσουν τα UAVs τους. Ο κυριότερος λόγος που συμβαίνει αυτό είναι το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που θέλουν να διατηρήσουν στην παγκόσμια αγορά.

### **Μελέτη Περίπτωσης Delivery Drone στο Βερολίνο**

Ο Stephan Baur και ο Manfred Hader, δραστηριοποιούνται στην Roland Berger ως επικεφαλής σε ομάδες Βιομηχανικών προϊόντων-Υπηρεσιών και ζητημάτων σχετικά με την Global Aerospace & Defense Practice, αντιστοίχως. Με τη συνδυαστική στρατηγική που ακολούθησαν, κατάφεραν να σχεδιάσουν και να μελετήσουν τη χρήση delivery drones στην πόλη του Βερολίνου, εξετάζοντας πρακτικά ζητήματα. Η επιλογή μελέτης της συγκεκριμένης πόλης προέκυψε καθώς διαθέτει καινοτόμο και επιχειρηματικό υπόβαθρο.

Το πρώτο ερώτημα που τέθηκε ήταν ο έλεγχος των delivery drones, καθώς και πόσα δέματα θα ήταν ικανά να παραδοθούν ημερησίως. Με τη μελέτη που έγινε προέκυψε πως ο εναέριος χώρος του Βερολίνου, που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, είναι ικανός να φιλοξενήσει ταυτόχρονα 1200 delivery drones, με παράδοση έως και 4 εκατομμύρια εμπορεύματα το χρόνο.

Στη συνέχεια τέθηκαν σε εφαρμογή οι αρχές προσφοράς και ζήτησης. Η προσφορά αντιπροσωπεύει τον διαθέσιμο εναέριο χώρο, ενώ η ζήτηση την απήχηση των παραδόσεων μέσω delivery drones από το αγοραστικό κοινό σε προσιτές τιμές. (Baur & Hader, The sky may not be the limit - A case study in Berlin, 2020)

Τα ζητήματα που εξετάστηκαν ενδελεχώς αφορούσαν:

- Παράγοντες ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας, όπως οι ελάχιστες κάθετες και οριζόντιες αποστάσεις που οφείλουν να διατηρήσουν τα delivery drone, σε ενδεχόμενη ταυτόχρονη εναέρια κυκλοφορία
- Γεωγραφικοί παράγοντες, για την μελέτη του γεωμορφολογικού χάρτη, συμπεριλαμβανομένου του ύψους από κτήρια, αεροδρόμια, πάρκα κ.α.
- Λειτουργικοί παράγοντες, όπως είναι οι ταχύτητες πτήσης, το εκάστοτε ωφέλιμο φορτίο, η δρομολόγηση του από το σημείο παραλαβής έως και το σημείο παράδοσης, καθώς και οι χρόνοι επαναφόρτισης τους.

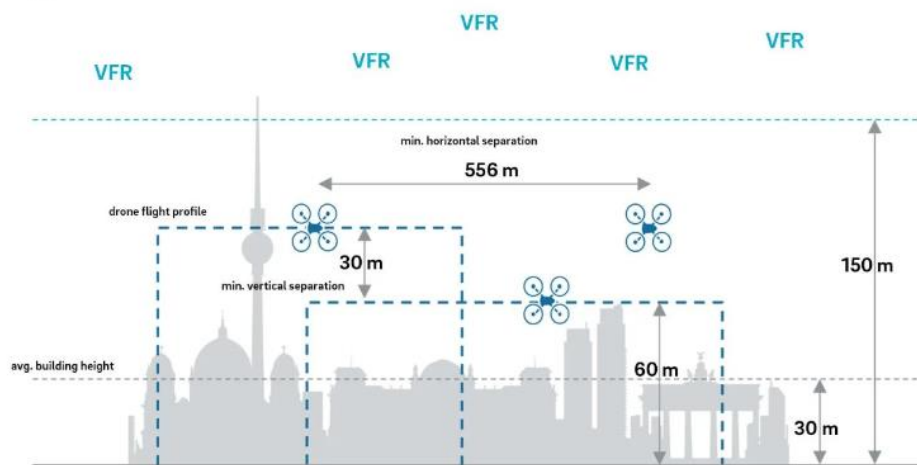
#### Ρυθμιστικοί Παράγοντες/ Αποστάσεις

Για όλα τα εναέρια οχήματα υπάρχουν ορισμένοι βασικοί κανόνες που αφορούν τις αποστάσεις που οφείλουν να διατηρούν καθ' όλη τη διάρκεια της πτήσης. Για τα delivery drones, στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν αποστάσεις ασφαλείας της τάξης των 550m και 30m, οριζόντια και κάθετα αντιστοίχως.

#### Γεωγραφικοί παράγοντες

Το Βερολίνο καλύπτει μία γεωγραφική έκταση 892km<sup>2</sup>, από τα οποία τα 668km<sup>2</sup> καλύπτονται από κτήρια, ενώ τα υπόλοιπα έχουν λίμνες και δάση. Λαμβάνοντας υπόψη την αστική ζώνη, καθώς επίσης και τη ζώνη απαγόρευσης πτήσεων (κέντρο πόλης, αεροδρόμια, κυβερνητικά κτήρια), προκύπτει ότι το 60% είναι ενδεδειγμένο για πτήση των delivery drones. Με βάση την παραπάνω αρχή, πραγματοποιήθηκε και ο διαχωρισμός των πτήσεων σε τρία επίπεδα. Το χαμηλότερο υψόμετρο πτήσης ανέρχεται στα 60m πάνω από το έδαφος, ώστε να προστατευτούν τα περισσότερα κτήρια. Το υψηλότερο δεν μπορεί να υπερβεί τα 150m, καθώς από εκείνο το υψόμετρο και μετά πετούν τα αεροσκάφη μικρής εμβέλειας. Η ανώτερες συνθήκες πτήσης των drones παρουσιάζονται στο σχήμα 35.

# Minimum flight distances for cargo drones in Berlin



VFR= Visual Flight Rules

Σχήμα 35: Απεικόνιση μεγίστων και ελαχίστων αποστάσεων των Delivery Drones (Baur & Hader, *The sky may not be the limit - A case study in Berlin, 2020*)

Συνοπλογίζοντας όλα τα παραπάνω, προκύπτει το συμπέρασμα πως η πόλη του Βερολίνου είναι ικανή να φιλοξενήσει έως και 4000 delivery drone σε ταυτόχρονες πτήσεις. Ωστόσο, θέλοντας να διασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία τους, προστέθηκε ένας συντελεστής μείωσης 30%, γεγονός που αφήνει το περιθώριο για 1200 drones, σε ταυτόχρονη πτήση.

## Κόστος μεταφοράς προϊόντων μέσω Delivery Drone στο Βερολίνο

Έπειτα από έρευνες και δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, προέκυψαν ορισμένα αποτελέσματα που θα βοηθήσουν στη δημιουργία μιας επιτυχημένης εφαρμογής delivery drone στην αγορά το Βερολίνου. Ειδικότερα, για τη διεξαγωγή τους, έλαβε χώρα η σύγκριση των δεδομένων της αγοράς σχετικά με τις τυπικές παραδόσεις, σε διάστημα 2 ωρών έως και την επόμενη μέρα. Στις ΗΠΑ η τιμή αυτή ξεκινάει από τα 4.99 ευρώ (5\$) και ανέρχεται μέχρι τα 12.98 ευρώ (13\$).

Αντίστοιχα στην Ολλανδία το ποσό αυτό είναι μόλις 4.95 ευρώ. Από την πλευρά του πελάτη, το κόστος που είναι διατεθειμένος να πληρώσει για ταχεία παράδοση και αποστολή είναι 1.40 ευρώ. Σύμφωνα με τους ειδικούς αυτό δεν θα επηρεάσει τα delivery drones στο εγγύς μέλλον, καθώς το κόστος τους για τέτοιου είδους αποστολές δεν θα ανέρχεται πάνω από 1,00 ευρώ.

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε έδειξε πως μία ώρα πτήσης ενός delivery drone κοστίζει 0.85 ευρώ, από λειτουργικής απόψεως. Παρόλα αυτά οι χειριστές, καθώς οι ρυθμιστικοί και τεχνολογικοί παράγοντες, που παρουσιάστηκαν παραπάνω, μπορούν να αυξήσουν το κόστος κατακόρυφα.



Συμπερασματικά, ο βασικότερος παράγοντας που θα ληφθεί υπόψη για ένα τέτοιο εγχείρημα είναι η κοστολόγηση τόσο από την πλευρά του προμηθευτή όσο και από την πλευρά του πελάτη (Baur & Hader, The sky may not be the limit - A case study in Berlin, 2020).

### **Παράδοση Εμπορευμάτων με UAV σε Θαλάσσιες Μεταφορές**

Τα τελευταία χρόνια η ανάγκη εισαγωγής UAV σε μεταφορές που περιλαμβάνουν θαλάσσιες αποστολές φαίνεται να γίνεται εντονότερη. Η διακίνηση και μεταφορά εμπορευμάτων ανάμεσα σε λιμάνι και πλοίο, μέσω των delivery drones, έχει δημιουργήσει προοπτικές για πιο εύκολη και γρηγορότερη ανταλλαγή προϊόντων. Πρωτοπόρος σε αυτό είναι η δανική ναυτιλιακή εταιρία Maersk, όπου έχει χρησιμοποιήσει drones για την μεταφορά εμπορευμάτων σε πλοία της.

### **Οφέλη Μεταφοράς Επικίνδυνων Εμπορευμάτων μέσω UAVs**

Η μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων με επίγειους τρόπους, ελλοχεύει την έκθεση σε κίνδυνο, τόσο για τον άνθρωπο, όσο και για το περιβάλλον, σε περίπτωση λάθους, ατυχήματος ή διαρροής. Αυτό αποτελεί και την κύρια αιτία, όπου τα UAVs υπερτερούν για την επιλογή μεταφοράς επικίνδυνων εμπορευμάτων.

Ένα από τα τεράστια οφέλη είναι η μείωση επικινδυνότητας και έκθεσης του ανθρώπου σε επικίνδυνα και επιβλαβή υλικά. Σε περίπτωση ατυχήματος, με επανδρωμένα μέσα μεταφοράς επηρεάζεται άμεσα η υγεία των ανθρώπων που εκτελούν τη μεταφορά. Ωστόσο, η μεταφορά επικίνδυνων υλικών, με μη επανδρωμένα αεροσκάφη δεν θέτει σε άμεσο κίνδυνο τον άνθρωπο.

Εκτός από την ασφαλέστερη μεταφορά των προϊόντων, τα αυτόνομα μη επανδρωμένα εναέρια μέσα προσφέρουν πιο γρήγορη και αποτελεσματική μεταφορά, καθώς δεν εμπλέκονται σε κυκλοφοριακή συμφόρηση εδάφους, όπου ενδεχομένως να είχαν χρονικές καθυστερήσεις.

Σε γενικότερη κλίμακα, τα UAVs βοηθούν στη μείωση της φθοράς του οδοστρώματος από τα βαρέα οχήματα, καθώς επίσης και στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου εξαιτίας της μείωσης κυκλοφοριακού συνωστισμού.

Σε περίπτωση καταστροφών ή ατυχημάτων το όχημα μεταφοράς επικίνδυνων υλικών, είναι πιθανό να υποστεί σοβαρές ζημιές όπου οι πληροφορίες των προϊόντων και οι φέροντες αριθμοί να είναι δυσανάγνωστες. Η ανθρώπινη προσπάθεια σε τέτοιες περιπτώσεις, ίσως αποβεί μοιραία, καθώς θα υπάρξει χρονική καθυστέρηση. Ωστόσο η απευθείας αποστολή ενός UAV στο σημείο, θα δώσει την εικόνα στον χειριστή για το μέγεθος της καταστροφής, θα μπορέσει να γίνει η εξακρίβωση στοιχείων από απόσταση και με ασφάλεια, καθώς επίσης και να μεταφερθεί το επιβλαβές υλικό χωρίς ανθρώπινη επαφή. Η διάθεση των πληροφοριών για το είδος του προϊόντος θα δώσει στους ιθύνοντες το χρόνο να προετοιμαστούν καταλλήλως, ώστε να αποφευχθεί πλήρως ο κίνδυνος.

Η αναπτυσσόμενη τεχνολογία των delivery drones, υποδεικνύει την σταθερή ανάπτυξη των συστημάτων αυτοματισμού, καθώς επίσης και την βελτιωμένη ασφάλεια σε σχέση με τα μέσα μεταφοράς εμπορευμάτων στο παρελθόν. Το γεγονός πως τα delivery drones μπορούν να βρίσκονται σε διαρκή πτήση, σε συνδυασμό με την παραγωγή μειωμένης ηχορύπανσης και μεγαλύτερης αυτονομίας, είναι ικανά να ανταποκριθούν σε οποιαδήποτε συνθήκη μεταφοράς εμπορευμάτων. Για όλους τους παραπάνω λόγους, οι αποστολείς εμπορευμάτων επενδύουν όλο και περισσότερο στα delivery drones, με ενδεχόμενο σκοπό να καταφέρουν να αντικαταστήσουν τους επίγειους τρόπους μεταφοράς στο εγγύς μέλλον.

## Βιβλιογραφία

1. Adam C., Vincent G. Ambrosia, Everett A. Hinkley, Unmanned Aircraft Systems in Remote Sensing and Scientific Research: Classification and Considerations of Use, 2012
2. Johnson, D. G., & Verdicchio, M. (2017). Reframing AI Discourse. *Minds and Machines*, 575-590.
3. Bani-Hani, D., Guptab , R., & Saha , B. (2020). Analysis of barriers to implement drone logistics. *International Journal of Logistics Research and Applications* , 531-550.
4. Bard College Surveys Legal Cases Involving Drones. (2017, May 02). *Aero News Network*, p. 1.
5. Baur , S., & Hader, M. (2020). The sky may not be the limit - A case study in Berlin. *CARGO DRONES: THE URBAN PARCEL DELIVERY NETWORK OF TOMORROW*.
6. Baur, S., & Hader, M. (2019). USD 5.5 billion market volume for non-military drones globally. *CARGO DRONES: THE FUTURE OF PARCEL DELIVERY*, 4-6.
7. Finn, A., & Scheduling, S. (2010). *Developments and Challenges for Autonomous Unmanned Vehicles*. Sydney, Australia: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
8. Floreano, D., & Wood, R. J. (2015). Science, technology and the future of small autonomous drones. *National Library of Medicine*.
9. Frachtenberg, E. (2019). Practical Drone Delivery. *IEEE*, 53-57.
10. Frederiksen, M. H., & Knudsen , M. P. (2018). *Drones for offshore and maritime missions: Opportunities and barriers*. Denmark: SDU.
11. Grote, M., Cherrett, T., Oakey, A., Royall, P. G., Whalley, S., & Dickinson, J. (2021). How Do Dangerous Goods Regulations Apply to Uncrewed Aerial Vehicles Transporting Medical Cargos? *Drones*.
12. Hader, M., & Baur, S. (2019). Autonomous urban transportation in the air: 100 projects have taken off globally. *Roland Berger*.
13. John Sifton, "A Brief History of Drones," *Έθνος*, Φεβρουάριος 27, 2012.
14. (Σκουρλής, 2019)
15. Johnson, A., Jansen , R., & Syverson , P. (2013). Onions for Sale: Putting Privacy on the Market. In A. Johnson, R. Jansen, & P. Syverson, *Lecture Notes in Computer Science* (pp. 399-400).
16. Jones, T. M. (2017). *International Commercial Drone Regulation and Drone Delivery Services*. RAND Corporation.

17. Leizer, G. K. (2018). POSSIBLE AREAS OF APPLICATION OF DRONES IN WASTE MANAGEMENT DURING RAIL ACCIDENTS AND DISASTERS. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*.
18. Minhaj. (2022). Benefits Of Drone Delivery. *Your Drone* .
19. Minhaj. (2022). Can Drones Carry Things? *Your Drone*.
20. Minhaj. (2022). Drone Delivery Companies. *Your Drone*.
21. Rao, B., Gopi, A. G., & Maione, R. (2016). The societal impact of commercial drones. *Technology in Society* .
22. Rooney, D. K. (n.d.). Technical Instructions For The Safe Transport of Dangerous Goods by Air (Doc 9284) . *ICAO Safety*.
23. Stewart , M., & Martin, S. (2021). Unmanned Aerial Vehicles: Fundamentals, Components, Mechanics, and Regulations. In N. Barrera, *Unmanned Aerial Vehicles* (p. 70). Cambridge, Massachusetts, US: Nova Science Publishers,.
24. Therese Jones, International Commercial Drone Regulation and Drone Delivery Services
25. Tsiamis , N., Efthymiou, L., & Tsagaraki, K. P. (2019). A Comparative Analysis of the Legislation Evolution for Drone Use in OECD Countries. *Drones*.
26. Vannoy, S. A., & Medlin, D. B. (2019). Security, Privacy, and Legislation Issues related to Commercial Drone Deliveries. *Journal of Information Systems Applied Research*.
27. Vissière, D., Bristeau,, P., Martin, A., & Petit, N. (2016). Experimental autonomous flight of a small-scaled helicopter using accurate dynamics model and low-cost sensors. *Science Direct*.
28. Watts , A. C., Ambrosia , V. G., & Hinkley , E. A. (2017). Unmanned Aircraft Systems in Remote Sensing and Scientific Research: Classification and Considerations of Use. *MDPI*, 10-15.
29. Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών. (2022). Retrieved from Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, Ελληνική Δημοκρατία: <https://uas.hcaa.gr/Faq>
  - a. (Finn & Scheduling, Developments and Challenges for Autonomous Unmanned Vehicles, 2010)
30. Hassanalian, Mostafa, and Abdessattar Abdelkefi. "Classifications, applications, and design challenges of drones: A review." *Progress in Aerospace Sciences* (2017). doi:10.1016/j.paerosci.2017.04.003.
31. International Civil Aviation Organization (ICAO). *Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air (Doc 9284), 2019–2020 Edition*; International Civil Aviation Organization: Montreal, QC, Canada, 2018. [[Google Scholar](#)]
32. Zhixiang Liu, Youmin Zhang, Xiang Yu, Chi Yuan. Unmanned surface vehicles: An overview of developments and challenges (2016).

33. Ξωνίκης Γεώργιος-Τζιούτζιας Θεόδωρος, Μη Επανδρωμένα Αεροσκάφη και οι Εφαρμογές τους σε Remote Sensing και Logistics, Μάιος (2017).
34. Sandra A. Vannoy, B. Dawn Medlin. Security, Privacy, and Legislation Issues related to Commercial Drone Deliveries (2019), Department of Computer Information Systems & Supply Chain Management, North Carolina